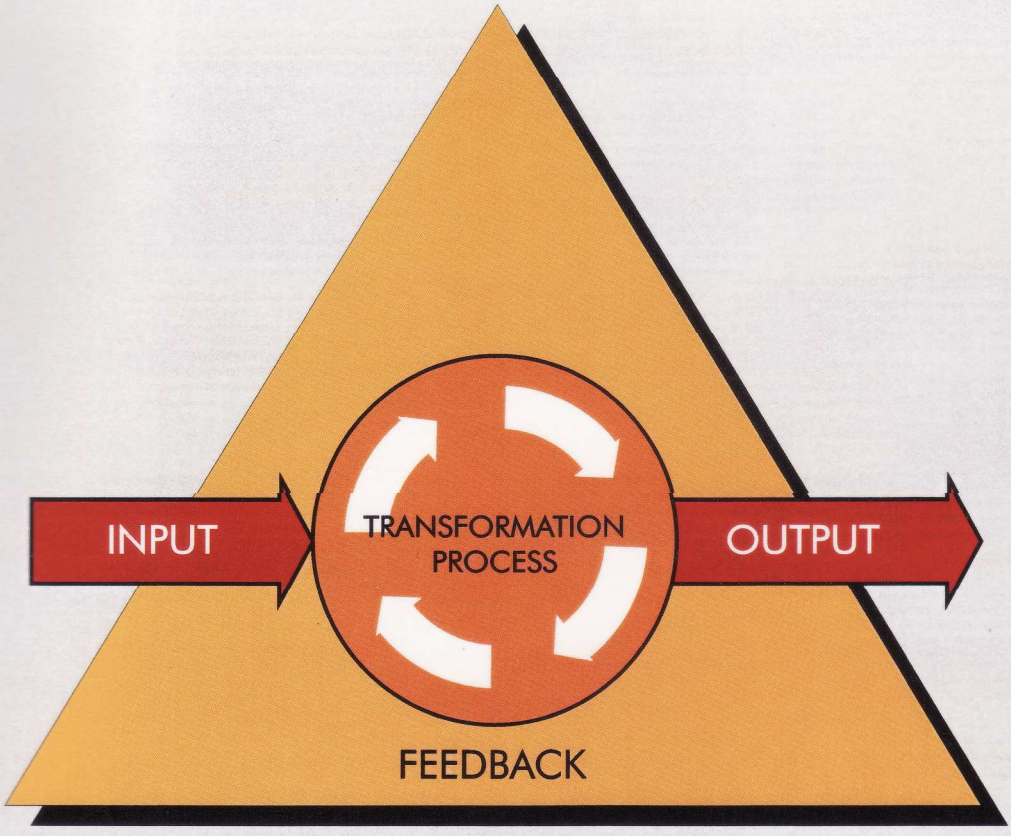
Jurusan Teknik Industri
Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara

ISSN 1411.5247
Volume 18, No. 1
Januari 2016

SISTEM TEKNIK INDUSTRI

Jurnal Keilmuan & Penggunaan Terhadap Sistem Teknik Industri



Jurnal	Volume	No.	Hlm.	Medan	ISSN
Sistem Teknik Industri	18	1	1-46	Januari 2016	1411 - 5247

JURNAL SISTEM TEKNIK INDUSTRI

Jurnal Keilmuan dan Penggunaan Terhadap Sistem Teknik Industri
ISSN 1411 – 5247
Jl. Almamater Kampus USU P. bulan Medan 20155
Homepage : www.jurnalstiusu.edu E-mail: jsti.usu@gmail.com

Volume 18, No.1 Januari 2016

Penanggung Jawab	:	Ir. Khawarita Siregar, MT
Pimpinan Umum Redaksi	:	Ir. Rosnani Ginting, MT
Anggota Redaksi	:	Prof. Dr. Ir. Sukaria Sinulingga, M. Eng (USU) Prof. Dr. Ir. A. Rahim Matondang, MSIE (USU) Prof. Dr. Ir. Humala L. Napitupulu, DEA (USU) Prof. Dr. Ir. Harmein Nasution, MSIE (USU) Prof. Dr. Ir. Teuku Yuri Zagloel, M. Eng (UI Jakarta) Prof. Dr. Ir. Moses L. Singgih, M. Reg (ITS Surabaya) Amir Yazid Bin Ali, PhD (USM Malaysia) Dr. Ir. A. Jabbar M. Rambe, M. Eng (USU) Dr. Ir. Nazaruddin, MT (USU)
Sekretariat Redaksi	:	Aulia Ishak, ST, MT Ir. Anizar, MKes Tuti Sarma Sinaga, ST, MT
Pemasaran/Sirkulasi/Promosi	:	Ir. Ukurta Tarigan, MT Buchari, ST, MKes
Editing	:	Ir. Mangara M. Tambunan, M. Sc Ir. Dini Wahyuni, MT Indah Rizkya Tarigan, ST, MT
Alamat Penerbit/Redaksi	:	Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik USU, Gedung Unit II Lantai 2, Jl. Almamater Kampus USU Medan, 20155. Telp. (061) 8213649 Fax. (061) 8213250 Homepage : www.jurnalstiusu.edu e-mail: jsti.usu@gmail.com
Diterbitkan	:	Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik USU Medan
Harga Pelanggan	:	Rp. 300.000 per tahun (termasuk ongkos kirim). Biaya dikirim melalui Pos Wesel ke Departemen Teknik Industri Universitas Sumatera Utara.

Jurnal sistem teknik industri diterbitkan 2 (dua) kali setahun pada bulan Januari dan Juli. Redaksi menerima karangan ilmiah tentang hasil penelitian, survey, dan telaah pustaka yang erat hubungannya dengan bidang teknik industri. Penulis yang naskahnya dimuat akan dihubungi sebelum dicetak dan dikenakan biaya administrasi sebesar Rp. 300.000,- per artikel yang dapat dikirim melalui Pos Wesel ke Departemen Teknik Industri Universitas Sumatera Utara.

JURNAL SISTEM TEKNIK INDUSTRI

Jurnal Keilmuan dan Penggunaan Terhadap Sistem Teknik Industri
ISSN 1411 – 5247
Jl. Almamater Kampus USU P. bulan Medan 20155
Homepage : www.jurnalstiusu.edu E-mail: jsti.usu@gmail.com

Volume 18, No.1 Januari 2016

DAFTAR ISI **HALAMAN**

PERANCANGAN FASILITAS KERJA DI BAGIAN PRODUKSI PT. XYZ DENGAN MENGGUNAKAN *MACROERGONOMIC ANALYSIS AND DESIGN* (MEAD) 1-5
Mangara M. Tambunan, Dini Wahyuni, Joseph Kristanto

ANALISA PREFERENSI KONSUMEN TERHADAP KERUPUK AMPLANG PRODUKSI TOKO OBIC DI KABUPATEN KETAPANG 6-11
Muh Anhar, Adha Panca Wardana

ANALISIS KELUHAN RASA SAKIT YANG DIALAMI PEKERJA PADA UKM SEPATU KULIT DI KOTA DENGAN MENGGUNAKAN KUESIONER SNQ..... 12-16
Rosnani Ginting, Alfin Fauzi Malik

REKAYASA PRODUKTIVITAS DENGAN PENDEKATAN *GREEN ENGINEERING PADA* PT. ABC 17-22
Sukaria Sinulingga, A. Rahim Matondang, Yusnia Sinambela

PERENCANAAN DAN PENJADWALAN PRODUKSI *GREEN TEA* DENGAN PENDEKATAN *THEORY OF CONSTRAINT* PADA PT. XYZ 23-27
Humala Napitupulu, Meilita T. Sembiring, Nurul Asmah Hidayah

PERANCANGAN KONSEP *DISTRIBUTION RESOURCE PLANNING* (DRP) DALAM MENDUKUNG SISTEM *SUPPLY CHAIN MANAGEMENT* (SCM) PADA PT. XYZ 28-32
Sukaria Sinulingga, Nazaruddin Matondang, Donni Syahrial Hanafi Daulay

ANALISIS KEUNGGULAN DAN KELEMAHAN MERK FRUIT TEA..... 33-40
Sukaria Sinulingga, Humala Napitupulu, Ferdyanta Sitepu

DESAIN EKSPERIMEN EKSTRAKSI DNA BAWANG PUTIH..... 41-46
Elisabeth Ginting, Khalida Syahputri

Jurnal Sistem Teknik Industri, Vol 18. No. 1, Januari 2016
ISSN 1411 – 5247

PERANCANGAN FASILITAS KERJA DI BAGIAN PRODUKSI PT. XYZ DENGAN MENGGUNAKAN *MACROERGONOMIC ANALYSIS AND DESIGN* (MEAD)

Mangara M. Tambunan[1], Dini Wahyuni[1], Joseph Kristanto[2]
Dosen Departemen Teknik Industri[1], Alumni Departemen Teknik Industri[2]
Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara
Jl. Almamater Kampus USU, Medan 20155
Email : mangara_tambunan@yahoo.com
Email: diniwahyuni2015@gmail.com
Email : joshkristanto92@yahoo.com

Abstrak. Fasilitas kerja yang baik merupakan salah satu faktor terpenting dalam kemajuan perusahaan dan merupakan kunci utama keberhasilan dalam rangka mengurangi risiko cidera. Perbaikan fasilitas kerja yang bersifat makro meliputi perbaikan lingkungan kerja, organisasi kerja perusahaan, alat kerja dan postur kerja. Pada penelitian yang dilakukan di PT. XYZ yang bergerak dalam bidang produksi barang plastik seperti jeriken plastik dan celengan plastik. Permasalahan terlihat pada posisi duduk operator ketika menginspeksi produk-produk yang dihasilkan mesin *injection moulding*. Operator duduk dengan postur kerja yang dapat melelahkan operator. Menurut Grandjean, posisi duduk rendah dengan tanpa sandaran dapat memberikan pengaruh ke tulang belakang lebih besar daripada posisi berdiri tegak. Hal ini dapat memberikan pengaruh ke tulang lumbran 3 dan lumbran 4 yang dapat mengakibatkan terjadinya *kifosis* ataupun *lordosis* terhadap tulang belakang operator dalam jangka panjang. Hasil wawancara menyatakan 13 dari 15 operator mengeluh sakit punggung yang disebabkan kursi kerja. Dengan menggunakan metode Macroergonomic Analysis and Design (MEAD) terdapat 9 langkah yang akan dihubungkan dengan penelitian ini untuk menilai dan meningkatkan sistem kerja. Sehingga diperoleh usulan perbaikan fasilitas kerja yaitu kursi kerja memiliki spesifikasi berbentuk kursi kaki tetap, bahan rangka dari kayu, bahan sandaran dari kain, bahan alas dari kain, warna rangka coklat, warna sandaran biru, warna alas biru, daya tahan kursi minimal 3 tahun dan fungsi tambahan sebagai wadah peletakan produk. Dimensi kursi kerja mesin besar memiliki spesifikasi yang hampir sama dengan kursi mesin kecil dengan perbedaan pada tinggi kaki kursi yaitu 89,5 cm pada kursi mesin besar dan 40,3 cm untuk kursi mesin kecil. Meja kerja mesin besar memiliki spesifikasi yang hampir sama dengan meja kerja mesin kecil dengan perbedaan pada tinggi kaki meja yaitu 117,5 cm pada meja mesin besar dan 62,8 cm pada meja mesin kecil. Pada metode kerja usulan, operator mengangkat keranjang yang berisikan produk ke meja untuk diinspeksi. Hal tersebut dapat menghilangkan aktivitas membungkuk yang terjadi pada kondisi aktual karena wadah peletakan produk berada di lantai. Keluhan operator yang mengeluh pada bagian punggung, pinggang dan leher juga telah berkurang setelah terjadinya perbaikan fasilitas kerja.

1. Pendahuluan

Sistem kerja yang baik merupakan salah satu faktor terpenting dalam kemajuan perusahaan, dan merupakan kunci utama keberhasilan dalam rangkamengurangi risiko cidera. Pada mulanya rancangan sistem kerja berawal dari sebuah analisis dalam skala mikro. Seiring dengan perkembangan teknologi serta terjadinya persaingan global di segala aspek, penilaian ergonomi yang bersifat mikro sulit dijalankan bahkan banyak terjadi kegagalan dalam penyelesaian masalah pada lingkungan yang kompleks sehingga diperlukan pendekatan holistik (Purnomo, 2012). Perbaikan sistem kerja yang bersifat makro meliputi perbaikan lingkungan kerja, organisasi kerja perusahaan, alat kerja dan postur kerja.

Hendrick dan Kleiner (2001) berpendapat bahwa dalam ergonomi makro kajian yang dibahas meliputi struktur organisasi, interaksi antara orang-orang yang ada dalam organisasi dan aspek motivasi dari pekerja. Menurut Widodo et al. (2012), sebuah sistem kerja harus dapat menjamin keamanan, kesehatan dan keselamatan kerja, serta mampu memenuhi kebutuhan hidup mendasar. Sistem kerja tidak ergonomis akan menyebabkan penurunan produktivitas dan peningkatan kelelahan kerja. Kelelahan kerja dapat terjadi apabila otot menerima beban statis secara berulang dalam waktu yang lama, akan dapat menyebabkan keluhan berupa kerusakan pada sendi, ligamen dan tendon yang dikenal dengan *Musculoskeletal disorsders* (MSDs) atau cedera pada sistem musculoskeletal (Tumanggor, et al., 2013).

Permasalahan terlihat pada posisi duduk operator ketika menginspeksi produk-produk yang dihasilkan mesin *injection moulding*. Operator duduk dengan postur kerja yang dapat melelahkan operator. Menurut Grandjean, posisi duduk rendah dengan tanpa sandaran dapat memberikan pengaruh ke tulang belakang lebih besar daripada posisi berdiri tegak. Hal ini dapat memberikan pengaruh ke tulang lumbran 3 dan lumbran 4 yang dapat mengakibatkan terjadinya *kifosis* ataupun *lordosis* terhadap tulang belakang operator dalam jangka panjang

Dilakukan wawancara tentang fasilitas kursi kerja yang ada pada lantai produksi untuk melihat seberapa besar keluhan operator. Hasil wawancara menyatakan 13 dari 15 operator mengeluh sakit punggung yang disebabkan kursi kerja. Hasil wawancara menunjukkan ada permasalahan dari keluhan operator yaitu fasilitas kerja tidak memadai, pekerjaan statis terlalu lama, dan kedudukan mesin terlalu tinggi/rendah. Untuk menentukan besarnya pengaruh permasalahan terhadap masalah yang ada maka dilakukan wawancara dengan kepala bidang produksi dan 2 supervisor bidang produksi. Hasil penilaian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Penilaian Permasalahan Keluhan Operator

No	Akar Permasalahan	Responden 1	Responden 2	Responden 3	Rata-rata
1	Fasilitas kerja tidak memadai	60%	65%	60%	61,67 %
2	Pekerjaan statis terlalu lama	25%	25%	30%	26,67 %
3	Kedudukan mesin terlalu tinggi/ rendah	15%	10%	10%	11,66 %

Dari hasil penilaian tersebut, yang menjadi akar permasalahan utama dengan nilai lebih dari 50% adalah fasilitas kerja tidak memadai Pekerjaan statis yang terlalu lama juga menyebabkan sakit tulang belakang pada operator. Misi PT.XYZ adalah meningkatkan kesejahteraan dan kenyamanan kerja terhadap semua personel yang ada di PT.XYZ. Dengan menggabungkan misi di PT. XYZ dengan keluhan yang dialami operator maka diusulkan suatu peracangan fasilitas kerja dengan metode *Macroergonomic Analysis and Design* (MEAD) sedangkan untuk memperbaiki pekerjaan statis yang terlalu lama akan diusulkan metode kerja usulan terhadap operator.

2. Pembahasan

Penelitian ini dilakukan di PT. XYZ yang bergerak dalam bidang produksi barang plastik seperti jeriken plastik dan celengan plastik. Penelitian ini adalah suatu penelitian deskriptif analisis kerja dan aktivitas (*job and activity analysis*) yang ditujukan untuk menyelidiki secara terperinci aktivitas dan pekerjaan seseorang atau sekelompok orang agar mendapatkan rekomendasi untuk berbagai keperluan seperti mendapatkan keseimbangan beban kerja antar karyawan, penentuan standar pengupahan, standar prestasi kerja dan lain-lain. Objek penelitian yang diamati adalah operator proses inpeski PT. XYZ

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan instrumen SNQ dan kuisioner SNQ yang disebar untuk melihat keluhan bagian tubuh pada operator yang hasilnya akan mengarah ke perancangan produk kursi kerja dan meja kerja. Kuisioner yang disebarkan meliputi kuisioner semi terbuka dan tertutup untuk mengetahui variabel

perancangan produk terhadap konsumen sebanyak 15 orang.

2.1. Hasil Macroergonomic Analysis and Design

Terdapat 9 langkah metode MEAD yang akan dihubungkan dengan penelitian ini untuk menilai dan meningkatkan sistem kerja yaitu:

1. Langkah 1: Mendefinisikan subsistem organisasi
   Tahap ini bertujuan untuk menentukan uraian proses produksi,struktur organisasi dan visi misi dari PT. XYZ.
2. Langkah 2: Mendefinisikan tipe alat dan menetapkan tingkat kinerja yang diinginkan
   Penentuan fasilitas kerja pada PT. XYZ merujuk pada perancangan fasilitas yang berbasis kebutuhan dan dimensi tubuh penggunanya. Sesuai dengan misi PT. XYZ untuk meningkatkan kesejahteraan dan kenyamanan kerja terhadap operator yang bekerja maka ditentukan pencapaian yang menjadi sasaran. Tingkat Perfomansi yang ingin dicapai adalah:
   a. Menurunkan kelelahan kerja yang dirasakan oleh operator produksi di PT. XYZ.
   b. Meningkatkan kesejahteraan dan kenyamanan kerja operator produksi di PT. XYZ.
3. Langkah 3: Mendefinisikan proses kerja dan analisa kerja.
   Proses pembuatan produk plastik di PT. XYZ tediri dari 8 tahap yaitu pemilahan bahan baku, pencucian dan penyaringan, penjemuran, pencampuran warna, pencetakan, inspeksi, perakitan dan pengemasan. Proses kerja yang dianalisis adalah bagian inspeksi. Operator bekerja pada posisi tubuh membungkuk yang disebabkan oleh kursi kerja yang rendah dan tidak memiliki sandaran. Wadah peletakan produk juga sangat rendah sehingga operator harus membungkuk saat meletakkan produk yang telah diinspeksi. Pekerjaan dilakukan dalam jangka waktu yang lama, yaitu lebih dari 8 jam per hari.
   Berdasarkan identifikasi terhadap proses kerja tersebut, maka dilakukan analisa kerja dengan menggunakan SNQ. Dari hasil identifikasi keluhan *musculoskeletal* SNQmenunjukkan bahwa keluhan yang paling sering dirasakan pekerja terdapat pada anggota tubuh bagian punggung, pinggang dan leher. Posisi tubuh yang tidak alamiah dan cara kerja yang tidak ergonomis dalam waktu lama dan terus-menerus dapat menyebabkan berbagai gangguan kesehatan pada pekerja antara lain:
   a. Menurunnya motivasi dan kenyamanan kerja.
   b. Gangguan gerakan pada bagian tubuh tertentu (kesulitan menggerakan kaki, tangan atau leher/kepala)
   c. Dalam waktu lama bisa terjadi perubahan bentuk tubuh seperti tulang miring dan bengkok.
4. Langkah 4: Mendefinisikan variansi aktual dan harapan
   Berdasarkan informasi yang diperoleh dari manager produksi melalui wawancara dan melakukan penyebaran kuesioner SNQ pada pekerja di lantai produksi PT. XYZ. Didapatkan pekerja mengalami keluhan di bagian punggung, pinggang dan leher. Keluhan rasa sakit tersebut disebabkan karena fasilitas kursi kerja yang tidak ergonomis sehingga menyebabkan resiko kerja terhadap operator. Berdasarkan data tersebut maka perlu dilakukan desain kursi kerja yang ergonomis dengan menggunakan data dimensi tubuh pekerja agar dapat menurunkan keluhan kerja yang dialami oleh pekerja dan memberikan keselamatan dan kesehatan kerja serta dapat menyejahterakan pekerja di PT. XYZ.
5. Langkah 5: Membuat matriks variansi
   Hasil penilaian yang diperoleh dari kuesioner penilaian dihubungkan dengan karakteristik teknik untuk mendapatkan matriks variansi. Matriks variansi dapat dilihat pada Gambar 1.

KARAKTERISTIK TEKNIK	*Customer Importance*	Ketebalan Bahan	Ketepatan Pemotongan	Ketelitian Perakitan	Kualitas Bahan	Ketahanan Bahan	*Importance Weight*	*Relative Weight*
Kursi memiliki bentuk kaki tetap	5	9	3	3	1	3	95	20,43
Rangka kursi menggunakan bahan kayu	3	9	3	3	9	9	99	21,29
Sandaran kursi menggunakan bahan kain	3	3	3	3	3	3	45	9,68
Alas kursi menggunakan bahan kain	4	3	3	3	3	3	60	12,90
Warna rangka kursi adalah coklat	2	0	0	1	1	1	6	1,29
Warna sandaran kursi adalah biru	3	0	0	1	1	1	9	1,94
Warna alas kursi adalah biru	5	0	0	1	1	1	15	3,23
Daya tahan kursi minimal 3 tahun	3	3	3	3	9	9	81	17,42
Fungsi tambahan kursi adalah wadah peletakan produk	5	3	3	3	1	1	55	11,83

Gambar 1. Matriks Variansi Kursi Kerja

Atas dasar variansi di atas maka spesifikasi kursi kemudian diusulkan kepada pihak manajemen di PT. XYZ untuk dirancang suatu fasilitas kursi yang baru.

6. Langkah 6: Menganalisa peran personel
   Pada tahap keenam dalam MEAD bertujuan untuk mengidentifikasi bagaimana variansi yang didapat dari langkah sebelumnya dihubungkan

dengan peran personel yang bertanggung jawab pada unit kerja yang ada. Kendali varians dan analisis peran personel dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kendali Varians dan Analisis Peran Personel

No	Variansi	Modus Kuesioner	Pihak yang Mengawasi	Pendapat Personel
1	Bentuk Kursi	Kursi kaki tetap	Kepala Bidang Produksi	Kursi kaki tetap
2	Bahan Rangka kursi	Kayu	Kepala Bidang Produksi	Aluminium
3	Bahan Sandaran Kursi	Kain	Kepala Bidang Produksi	Kain
4	Bahan Alas Kursi	Kain	Kepala Bidang Produksi	Kain
5	Warna Rangka Kursi	Coklat	Kepala Bidang Produksi	Abu-abu
6	Warna Sandaran Kursi	Biru	Kepala Bidang Produksi	Biru
7	Warna Alas Kursi	Biru	Kepala Bidang Produksi	Biru
8	Daya Tahan Kursi	3 tahun	Kepala Bidang Produksi	5 tahun
9	Fungsi Tambahan	Wadah peletakkan produk	Kepala Bidang Produksi	Wadah peletakkan produk
10	Fasilitas Kerja Lain	Meja kerja	Kepala Bidang Produksi	Meja Kerja

7. Langkah 7: Mengalokasikan fungsi dan penggabungan desain
   Dari hasil diskusi dengan kepala bidang produksi di PT. XYZ maka dapat dibuat 2 alternatif produk yang berdasarkan modus kuesioner dan pendapat kepala bidang produksi. Alternatif ini nantinya akan diberikan kepada *stakeholder* PT. XYZ, yaitu pemilik PT. XYZ untuk ditentukan variansi apa yang menjadi pilihan untuk pendesainan produk kursi kerja.
   Langkah selanjutnya adalah melakukan pemilihan terhadap alternatif yang telah dibuat. Sebelum dilakukan pemilihan alternatif tersebut, terlebih dahulu dilakukan penentuan kriteria dari setiap rancangan alternatif.
8. Langkah 8: Menganalisis Persepsi dan Tanggung Jawab *Stakeholder*
   Dari hasil wawancara terhadap pemilik perusahaan PT. XYZ maka dipilih alternatif 1 menjadi spesifikasi fasilitas kerja untuk operator bagian inspeksi PT. XYZ.Alasan dipilihnya alternatif 1 karena biaya alternatif yang lebih murah daripada alternatif 2 sehingga memberikan dampak pengeluaran yang lebih kecil terhadap perusahaan.
9. Langkah 9: Desain ulang dukungan dan menggabungkan subsistem.
   Setelah diperoleh alternatif yang akan digunakan untuk perancangan produk, maka dapat dirancang fasilitas kerja.

2.2. Pembahasan Perancangan Fasilitas Kerja

Dengan menggabungkan spesifikasi rancangan kursi yang diperoleh dari metode *Macroergonomic Analysis and Design* (MEAD) serta hasil perhitungan dimensi antropometri terhadap operator maka dirancang suatu fasilitas kerja baru yang dapat dilihat pada Gambar 2. dan Gambar 3.

Gambar 2. Usulan Rancangan Fasilitas Mesin Kecil

Gambar 3. Usulan Rancangan Fasilitas Mesin Besar

2.3. Hasil Usulan Metode Kerja

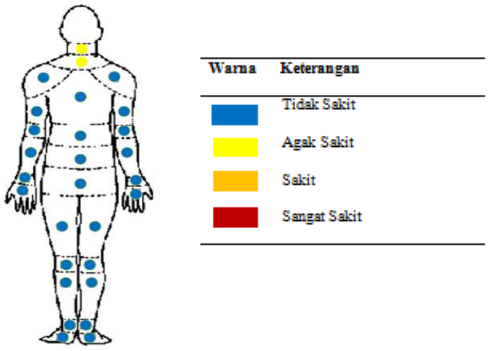
Usulan fasilitas kerja yang ada membuat terjadinya perubahan metode kerja. Perubahan metode kerja diusulkan untuk operator inspeksi mesin kecil dan untuk operator inspeksi mesin besar. Pada perbaikan metode kerja mesin besar operator tetap menggunakan metode yang ada tetapi dengan perbaikan tinggi fasilitas kerja untuk memudahkan pengambilan produk. Pada perbaikan metode kerja mesin kecil, operator sebelumnya langsung mengambil produk dari keranjang yang terletak di lantai dan langsung menginspeksinya dengan posisi kerja membungkuk. Metode kerja usulan mengganti pekerjaan operator yang mengambil langsung produk tersebut dengan mengangkat keranjang yang berisikan produk ke meja kerja yang ada.

2.4. Perbaikan Keluhan Pekerjaan

Perbaikan sudut duduk operator dapat dilihat dari perbedaan fasilitas kerja yang ada. Fasilitas kerja aktual membuat operator harus membungkuk dan sudut antara pinggang dan paha atas operator naik karena meja dan kursi kerja yang rendah. Setelah dilakukan perbaikan fasilitas kerja, maka operator bekerja dengan lebih nyaman dengan meja dan kursi kerja yang sesuai dengan dimensi tubuh operator sehingga operator tidak perlu lagi membungkuk ataupun duduk dengan sudut antara pinggang dan paha atas yang tinggi.

2.5. Perbaikan dari hasil SNQ

Perancangan usulan yang diimplementasikan ke operator PT. XYZ menghasilkan penurunan keluhan terhadap bagian tulang belakang operator. Hal ini dapat dilihat dari hasil identifikasi warna keluhan SNQ usulan. Hasil identifikasi warna keluhan SNQ usulan dapat dilihat pada Gambar 4 Dari hasil gambar keluhan SNQ diperoleh bahwa sudah terjadi perbaikan di bagian tulang belakang. Dari hasil SNQ, terjadi perbaikan keluhan pekerjaan terutama di bagian sakit yaitu pinggang, punggung, dan leher. Hasil rancangan usulan memberikan kenyamanan terhadap operator.



Gambar 4. Hasil Identifikasi Warna Keluhan SNQ Usulan

3. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dari hasil penelitian ini yaitu fasilitas kerja usulan yang berupa kursi kerja dan meja kerja untuk operator inspeksi di PT. XYZ. Kursi kerja usulan memiliki spesifikasi berbentuk kursi kaki tetap, bahan rangka dari kayu, bahan sandaran dari kain, bahan alas dari kain, warna rangka coklat, warna sandaran biru, warna alas biru, daya tahan kursi minimal 3 tahun dan fungsi tambahan sebagai wadah peletakan produk.

Dimensi kursi kerja mesin besar memiliki spesifikasi yang hampir sama dengan kursi mesin kecil dengan perbedaan pada tinggi kaki kursi yaitu 89,5 cm pada kursi mesin besar dan 40,3 cm untuk kursi mesin kecil. Meja kerja mesin besar memiliki spesifikasi yang hampir sama dengan meja kerja mesin kecil dengan perbedaan pada tinggi kaki meja yaitu 117,5 cm pada meja mesin besar dan 62,8 cm pada meja mesin kecil.

Pada metode kerja usulan, operator mengangkat keranjang yang berisikan produk ke meja untuk diinspeksi. Hal tersebut dapat menghilangkan aktivitas membungkuk yang terjadi pada kondisi aktual karena wadah peletakan produk berada di lantai. Keluhan operator yang mengeluh pada bagian punggung, pinggang dan leher juga telah berkurang setelah terjadinya perbaikan fasilitas kerja.

DAFTAR PUSTAKA

Amalia Suzianti, 2013. *Macroergonomic Approach for Improving the Municipal Waste Management System in Jakarta*

Ginting, Rosnani. 2009. *Perancangan Produk*. Edisi Pertama, Yogyakarta: Graha Ilmu.

Grandjean, Etienne. 1988. *Fitting the task to the Man*. Edisi Empat. London: Taylor and Francis

Hendrick, Hal W. 2002. *Macroergonomics Theory, Methods and Applications*. Lawrence Erlbaum Associates, New Jersey.

Kleiner, Brian M. 2005. Macroergonomics: *Analysis and Design of Worksystems*. Department of Industrial and Systems Engineering

Lou Cohen, 1995. *Quality Function Deployment:How to Make QFD Work for You*, Addison-Wesley Publishing Company, USA

Nely,*eprints.undip.ac.id/40974/3/BAB_III.doc*

ANALISA PREFERENSI KONSUMEN TERHADAP KERUPUK AMPLANG PRODUKSI TOKO OBIC DI KABUPATEN KETAPANG

Muh Anhar[1], Adha Panca Wardanu[2]
Perawatan Dan Perbaikan Mesin Politeknik Negeri Ketapang[1]
Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Ketapang[2]
Jl. Rangga sentap Dalong sukaharja Ketapang
Email : anhar_dol@yahoo.com
Email : ap_wardhanu@yahoo.co.id

Abstrak. *Tujuan penelitian ini adalah Menganalisis karakteristik konsumen dan proses keputusan pembelian amplang merek OBIC, Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi keputusan konsumen dalam pembelian amplang merek OBIC dan menganalisis sikap konsumen terhadap amplang merek OBIC. Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Metode pengambilan sampel yang digunakan adalah convenience sampling (pengambilan sampel secara kebetulan) yang termasuk ke dalam teknik pengambilan sampel non peluang. Karakteristik konsumen berdasarkan kelompok usia, jenis kelamin, jenis pekerjaan, pengeluaran per bulan, ketertarikan konsumen mengkonsumsi Amplang, asal informasi mengenai Amplang merek obic dan tempat konsumen biasa membeli Amplang merek obic dianalisis secara diskriptif. Penilaian sikap konsumen dianalisis dengan menggunakan Model Fishbein. Hasil Analisis diketahui bahwa karakteristik responden didominasi oleh perempuan. Usia terbanyak pada usia 21-30 tahun, tingkat pendidikan didomonasi oleh SLTA dan sebagian besar konsumen belum menikah. Pembelian Amplang OBIC oleh responden terjadi di tampat produksi. Setelah melakukan pembelian, konsumen mengevaluasi hasil pembelian dan hasilnya responden menyatakan puas terhadap Amplang OBIC. Reaksi konsumen apabila OBIC tidak tersedia di lokasi pembelian adalah membeli merek lain, dan apabila harga OBIC naik, maka konsumen akan memilih merek lain. Atribut yang dinilai positif adalah atribut higienis, rasa, aroma, harga dan kemasan. Atribut yang dinilai netral adalah atribut volume, warna dan kemudahan dalam memperoleh produk. Atribut produk yang netral, agar dinilai positif maka perlu terus meningkatkan pelaksanaan atau kinerja dari atribut tersebut. Secara keseluruhan atribut produk amplang OBIC dinilai positif oleh konsumen dengan nilai sikap sebesar 157,31. Hal ini menunjukkan bahwa atribut dari amplang OBIC diterima oleh konsumen.*

Keywords: *Amplang, Preferensi Konsumen, Perilaku Konsumen*

Abstract. *This study aimed at analyzing the characteristics of the consumers, what were their decisions and reasons of choosing amplang that was made by Obic store, and how the consumers' responds toward the Obic amplang.This study used primary and secondary data while the sampling method used was convenience sampling (sampling by chance). The characteristics of the consumers was on the basis of age, sex, occupation, education background, their budget per month, their interests in buying amplang, the source of information about Obic amplang they got, and the certain outlets where the consumers usually buys amplang were analyzed descriptively. Also, Fishbein model is used to assess the consumers' respond. The result of the analysis showed that the respondents were dominated by female. They are about 21-30 years old who are mostly the high school students and not married yet. Most of respondents usually bought the amplang in the place where it is produced. Moreover, the consumers were more interested in amplang produced Obic and they felt satisfied of it. However, the shortcoming was found when the Obic amplang was not available or sold, and its prices rised, most of consumers tended to buy the other brands of amplang. On the other hand, Obic amplang still had positive attribute, which are, hygienic, good taste and aroma, friendly price, and interesting packaging. Also, it had neutral attributed such as content, colour, and the availability of the product. It is suggested that the Obic amplang to improve the quality of its neutral attributes. Overall, the amplang from Obic is considered positive by consumers and it obtained 157,31 that is categorized 'acceptable' among the consumers.*

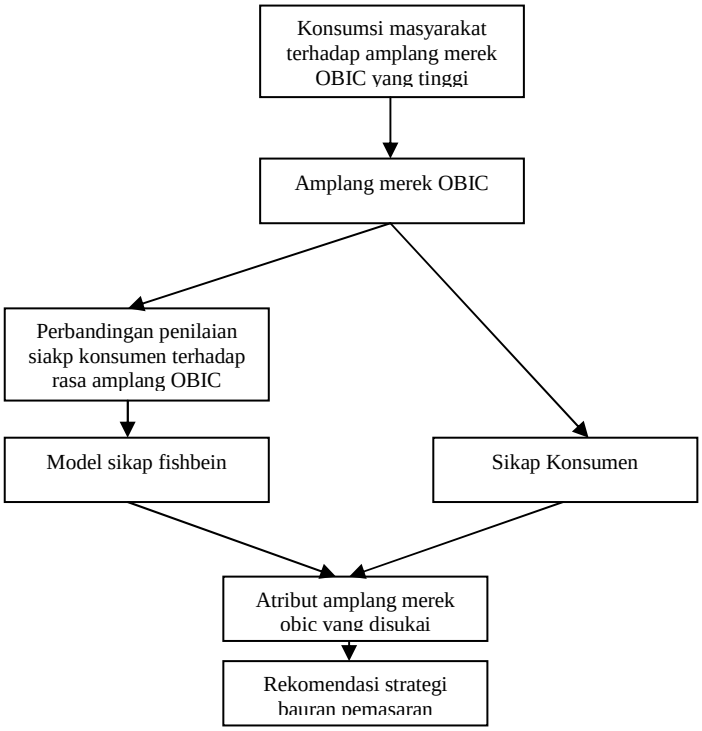
Key Words*: preference, amplang, consumers' responds.*

1. PENDAHULUAN

Kerupuk amplang merupakan jenis kerupuk ikan dengan bahan dasar daging, ikan tengiri, tepung tapioka, dan bahan tambahan seperti telur ayam, garam, gula, penyedap rasa, dan soda. Konsumsi Amplang cukup tinggi di Kota Ketapang, mengingat amplang merupakan makanan khas ketapang dan telah menjadi icon kota Ketapang.Salah satu produsen amplang yang ada di ketapang adalah OBIC, Amplang merek OBIC masih baru dipasaran perusahaan perlu mengetahui bagaimana perilaku konsumen terhadapAmplang untuk dapat menemukan strategi yang tepat untuk menghadapi persaingan. Pemahaman preferensi konsumen dapat dimanfaatkan dalamperumusan strategi pemasaran.Kotler (2000) menyatakan bahwa perusahaan harus membuat keputusan mendasar dalam pengetahuan pemasaran, bauran pemasaran dan alokasi pemasaran mentransformasikan strategi pemasaran menjadi program pemasaran. Persepsi setiap orang terhadap suatu objek akan berbeda-beda, oleh karena itu persepsi mempunyai sifat subjektif (Sutisna, 2001). Persepsi yang dibentuk oleh seseorang dipengaruhi oleh isi memorinya. Dengan demikian proses persepsi seseorang terhadap suatu objek dipengaruhi oleh pengalaman masa lalunya yang tersimpan dalam memori (Sutisna, 2001). Ciri khas atau karakteristik sosial dari objek yang dipersepsikan memegang peranan yang cukup besar (Sadli, 1985 dalam Sumarwan,2002). seseorang dapat muncul dengan persepsi yang berbeda terhadap objek rangsangan yang sama karena tiga proses yang berkenaan dengan persepsi, yaitu penerimaan rangsangan secara selektif, perubahan makna informasi secara selektif dan pengingatan sesuatu secara selektif. Konsumen merupakan fokus utama dari pemasaran. Konsumen sebagai individu atau kelompok yang berusaha untuk memenuhi atau mendapatkan barang atau jasa untuk kehidupan pribadi atau kelompoknya. Konsumen yang dipilih dalam penelitian ini adalah konsumen akhir (*final consumer*), yaitu setiap individu yang tujuan pembeliannya adalah untuk memenuhi kebutuhan sendiri atau untuk dikonsumsi langsung (Tambunan,2001). Sehingga pemahaman tentang konsumen lebih mengarah kepada proses pengambilan keputusan konsumen sendiri untuk memenuhi kebutuhan produk atau jasa.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian preferensi konsumen terhadap Kerupuk Amplang OBIC ini dilakukan di wilayah Kota Ketapang. Pemilihan lokasi dilakukan secara sengaja *(purposive*) dengan pertimbangan Amplang merupakan salah satu makanan khas kota ketapang yang sangat di gemari, selain itu juga pertimbangan lain adalah bahwa daerah tersebut merupakan tempat produksi amplang. Pengambilan responden amplang OBIC difokuskan hanya di kecamatan Benua kayong dan Delta pawan kota Ketapang. Jumlah responden yang digunakan sebesar70responden. Penelitian ini menggunakan metode*Judgement Sampling* dalam pengambilan responden.



Gambar 1. Kerangka Penelitian

Pengambilan responden ini dilakukan dengan merumuskan terlebih dahulu kriteria-kriteria yang akan digunakan sebagai acuan dalam penarikan responden. Kriteria tersebut adalah responden yang pernah mengkonsumsi amplang merek OBIC. Penetapan kriteria tersebutagar responden dapat memberikan pendapat, jawaban serta pernyataan yang bermanfaat bagi penelitian ini.Data yang telah dikumpulkan diolah secara kualitatif dan kuantitatif. Pengolahan data menggunakan Microsoft Excel untuk tabulasi deskriptif yang menjelaskan proses keputusan pembelian secara umum dan SPSS 17 untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi keputusan pembelian Ampang OBIC. Proses analisis data dalam penelitian ini menggunakan analisis deskriptif, dan multiatribut *Fishbein.*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Karakteristik Responden

a. Jenis Kelamin

Jumlah responden amplang OBIC lebih banyak dikonsumsi oleh responden yang berjenis kelamin perempuan. Jumlah responden perempuan sebanyak 40 orang atau 57 persen, sedangkan jumlah

responden laki-laki sebanyak 30 orang atau 43 persen. Responden yang mengkonsumsi amplang OBIC sebagian besar adalah perempuan, hal ini dikarenakan pihak perempuan merupakan pengambil keputusan utama dalam suatu keluarga.

b. Usia Responden

Responden yang banyak mengkonsumsi amplang OBIC adalah responden yang berada pada selang usia antara 21-30 tahun atau sebanyak 41 persen. Jumlah responden pada usia ≤20 tahun sebanyak 11 orang, kisaran usia 31-40 sebanyak 23 orang dan usia >40 sebanyak 7 orang. Dari data tersebut menunjukkan bahwa pada semua selang usia memiliki nilai persentase yang tidak jauh berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa amplang OBIC bisa dikonsumsi oleh semua jenis usia mulai dari remaja, dewasa hingga orang tua karena amplang tersebut merupakan makanan ringan yang umumunya dikonsumsi sebagai cemilan.

c. Pendidikan

Responden amplang OBIC didominasi oleh SLTA dan Diploma III masing-masing sebanyak 29 dan 30 persen. Pendidikan terakhir konsumen yang mengkonsumsi amplang OBIC terbanyak adalah Diploma dan SLTA, dimana kebanyakan responden tersebut sedang melanjutkan pendidikan kejenjang universitas yaitu sebagai mahasiswa. Kasali (2001) menjelaskan bahwa pendidikan yang berhasil diselesaikan konsumen bisa menentukan pendapatan dan kelas sosial seseorang. Selain itu, pendidikan juga menentukan tingkat intelektualitas seseorang. Pada gilirannya, tingkat pendidikan akan mempengaruhi pengambilan keputusan seseorang dalam pemilihan barang yang dikonsumsinya.

d. Pekerjaan

Jumlah responden dalam penelitian ini lebih banyak ditemukan pada mahasiswa yaitu sebanyak 36 persen. Persentase terkecil ditempati oleh wiraswasta yaitu sebesar 10 persen.

e. Status Pernikahan

Responden menurut status pernikahan adalah responden yang belum menikah sebesar 51 persen. Sedangkan jumlah responden yang sudah menikah adalah sebesar 49 persen. Berdasarkan wawancara kepada responden yang belum menikah, keputusan pembelian amplang OBIC umumnya dipengaruhi oleh diri sendiri. Sedangkan konsumen yang telah menikah keputusan pembelian dipengaruhi oleh anggota keluarga yang lain.

f. Tujuan Pembelian

Sebanyak 60 persen responden membeli amplang OBIC dengan tujuan untuk dijadikan oleh-oleh. Sebagian responden menyatakan bahwa amplang OBIC dapat dijadikan oleh-oleh khas kota Ketapang. Sebanyak 21 persen responden mengkonsumsi amplang OBIC sebagai makanan cemilan. Menurut responden amplang OBIC cocok sebagai cemilan setelah maupun bersamaan mengkonsumsi makanan. Sebanyak 6 persen responden membeli amplang OBIC untuk mendapatkan dijual kembali

g. Motivasi dan Penghalang Pembelian

Motivasi terbanyak responden dalam mengkonsumsi amplang OBIC adalah melihat orang lain membeli sebesar 74 persen. Responden memiliki motivasi tertentu dalam mengkonsumsi amplang OBIC, namun terdapat kendala yang menghalangi responden untuk memperoleh produk tersebut. Kendala utama yang dihadapi oleh responden adalah harga yang mahal (96%) karena amplang OBIC diproduksi dengan menggunakan bahan baku ikan yang ketersediaannya tidak banyak dan harganya mahal. Kendala yang lain dalam memperoleh produk amplang OBIC adalah produk sulit diperleh (4 %).

h. Sumber Informasi Responden

Responden yang telah mengenali kebutuhannya dalam mengkonsumsi amplang OBIC, maka tahap selanjutnya adalah pencarian informasi untuk memberikan informasi yang lengkap mengenai produk tersebut. sumber informasi responden terbanyak berasal dari keluarga atau teman sebesar 62 persen. Sumber informasi yang berasal dari keluarga atau teman nilainya cukup tinggi karena biasanya informasi yang diperoleh melalui mulut ke mulut (*word of mouth*). Promosi produk amplang OBIC yang dilakukan oleh pihak produsen belum intensif. Hal tersebut dikarenakan selama ini promosi yang dilakukan melalui brosur yang disebar hanya pada acara-acara tertentu seperti pameran. Promosi melalui surat kabar tidak pernah dilakukan, oleh karena itu informasi yang berasal dari koran tidak ada.

Berdasarkan sumber informasi yang diperoleh, fokus perhatian responden terhadap amplang OBIC adalah rasa sebesar 47,14 persen. Atribut berikutnya yang menjadi fokus responden adalah harga amplang OBIC sebesar 29 persen. Atribut merek menjadi fokus perhatian yang terendah yaitu 3 persen hal ini dikarenakan produk amplang masih jarang ditemukan sehingga belum banyak merek yang dikenal oleh masyarakat.

i. Pertimbangan Responden Dalam Membeli Amplang OBIC

Faktor-faktor yang menjadi pertimbangan bagi responden untuk melakukan pembelian amplang OBIC adalah rasa, aroma, isi/volume, harga, merek dan kemasan. 11 responden lebih mempertimbangkan atribut rasa yang dimiliki oleh produk. Prioritas selanjutnya diikuti oleh atribut harga, kemasan dan merek serta isi. Jika harga yang dimiliki produk

sesuai dengan yang diharapkan maka pertimbangan selanjutnya adalah isi/ volume, kemasan dan merek yang dimiliki produk. Bentuk kemasan amplang OBIC terdiri dari plastik dan aluminium foil. Responden lebih mempertimbangkan bentuk kemasan plastik sebesar 76 persen dan aluminium foil sebesar 24 persen. Pemilihan plastik yang dilakukan oleh responden dikarenakan harganya lebih murah dibandingkan dengan almunium foil. Responden yang memilih bentuk plastik karena warna dan bentuk amplang dapat dilihat langsung sehingga memudahkan pembeli untuk memilih.

j. Lokasi Pembelian

Hasil penelitian menunjukkan bahwa responden lebih banyak membeli di tempat produksi amplang OBIC sebesar 91 persen karena penjualan terbesar dilakukan ditempat produksinya, sedangkan di minimarket maupun toko yaitu 9 persen.

3.2. Tingkat Kepentingan

Tingkat kepentingan menunjukkan sejauh mana tingkat kepentingan suatu atribut menurut konsumen. Berdasarkan hasil penelitian memperlihatkan bahwa atribut higienis, rasa dan aroma merupakan atribut produk yang paling diperhitungkan oleh konsumen. Atribut higienis memiliki nilai 4,38, rasa memiliki nilai 4,25 dan atribut aroma memiliki nilai 4,06. Atribut higienis dinilai oleh responden sangat penting karena amplang Obic merupakan produk pangan yang dapat menjadi sumber penyakit apabila terkontaminasi oleh mikroorganisme patogen dan berakibat pada timbulnya masalah kesehatan. Untuk itu kebersihan produk (higienis) perlu diperhatikan sehingga memberikan rasa aman bagi konsumen yang mengkonsumsi amplang Obic. Atribut rasa dinilai sangat penting karena responden menginginkan rasa yang enak dan terasa khas ikan. Tingkat kepentingan atribut yang paling rendah adalah atribut kemudahan dalam memperoleh produk. Urutan tingkat kepentingan atribut dari skor tertinggi hingga terendah dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Kepentingan Responden Terhadap Atribut Amplang OBIC

Atribut	bi	Kategori tingkat Kepentingan	Urutan bi
Higienis	4,38	Sangat Penting	I
Rasa	4,25	Sanagt Penting	II
Aroma	4,06	Penting	III
Warna	4,00	Penting	IV
Kemasan	3,81	Penting	V
Harga	3,72	Penting	VI
Volume	3,68	Penting	VII
Mudah diperoleh	3,56	Penting	VIII

3.3. Tingkat Kepercayaan

Tingkat kepercayaan menunjukkan penilaian konsumen terhadap pelaksanaan atribut produk. Penilaian responden terhadap produk amplang Obic cukup baik karena tidak ada satu pun atribut produk Obic yang dinilai tidak baik. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 2 bahwa nilai kepercayaan (bi) terhadap produk Obic bernilai positif.

Tabel 2. Nilai Kepercayaan Responden Terhadap Atribut Amplang OBIC

Atribut	bi	Kategori tingkat Kepercayaan	Urutan bi
Higienis	4,60	Sangat Baik	I
Rasa	4,44	Sanagt Baik	II
Aroma	4,25	Sangat Baik	III
Harga	4,13	Baik	IV
Kemasan	4,13	Baik	V
Volume	4,03	Baik	VI
Warna	3,88	Baik	VII
Mudah diperoleh	3,88	Baik	VIII

Tingkat kepercayaan tertinggi diperoleh oleh atribut higienis dengan nilai kepercayaan sebesar 4,60. Hal ini menunjukkan bahwa Obic memberikan rasa aman bagi konsumen yang mengkonsumsinya. Kepercayaan responden terhadap atribut rasa juga dinilai sangat baik dengan nilai kepercayaan sebesar 4,44.

Tingkat kepercayaan terhadap atribut aroma dinilai sangat baik dengan nilai sebesar 4,25. Menurut responden amplang Obic dapat menimbulkan aroma ikan yang khas apabila mengkonsumsinya. Atribut kemasan memiliki tingkat kepercayaan yang sedang dengan nilai 4,13. Menurut responden bentuk kemasan dinilai layak karena kemasannya rapih sehingga tidak akan terjadi kebocoran isi produk. Namun ada juga responden yang mengatakan bahwa kemasan Obic kurang menarik. Tingkat kepercayaan atribut volume memiliki nilai sebesar 4,03 yang menunjukkan bahwa amplang Obic cukup konsisten dalam hal isi atau volume produk. Atribut dari peringkat terendah berturut-berturut adalah Kemudahan dalam memperolehnya, warna, dan volume memiliki tingkat kepercayaan yang sedang. Peningkatan atribut-atribut ini dapat dilakukan oleh pihak produsen agar tingkat kepercayaannya semakin baik.

3.4. Sikap Konsumen Terhadap Amplang OBIC

Penilaian responden secara keseluruhan terhadap Obic menyatakan sikap positif terhadap amplang Obic. Atribut amplang Obic yang dinilai positif, berturut-turut adalah higienis, rasa, aroma,

harga dan kemasan. Sedangkan atribut yang dinilai netral oleh konsumen, berturut-turut adalah volume, warna, mudah diperoleh. Nilai sikap konsumen terhadap atribut amplang Obic dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Sikap Responden Terhadap Atribut Amplang OBIC

Atribut	Ao	Kategori Sikap	Urutan Ao
Higienis	20,13	Positif	I
Rasa	18,87	Positif	II
Aroma	17,27	Positif	III
Harga	15,52	Positif	IV
Kemasan	15,75	Positif	V
Volume	15,36	Netral	VI
Warna	14,83	Netral	VII
Mudah diperoleh	13,82	Netral	VIII
TOTAL			

Higienis dinilai sangat positif oleh konsumen, karena higienis dapat memberikan rasa aman ketika mengkonsumsinya. Atribut rasa dinilai positif oleh konsumen, karena menurut konsumen Obic memiliki rasa yang enak, dan rasa daging ikanya terasa. Meskipun rasa bersifat relatif, hal ini tergantung dari selera konsumen itu sendiri yang menyukai rasa ikan atau tidak. Terdapat lima atribut yang dinilai positif dan tiga atribut yang dinilai netral oleh konsumen. Untuk itu amplang Obic harus terus meningkatkan pelaksanaan atau kinerja dari atribut tersebut agar sikap konsumen terhadap amplang Obic semakin positif.Untuk menentukan skala penilaian tertinggi sikap dicari dengan skor sikap maksimum (ei bi max). Skor sikap maksimum adalah nilai maksimum yang didapat oleh masing-masing atribut yang ditawarkan jika responden memberikan penilaian tertinggi. Nilai tersebut diperoleh dengan cara mengalikan skor evaluasi (ei) dengan skor kepercayaan (bi) yang ideal yaitu 5. Skor sikap maksimum terhadap amplang Obic adalah sebesar 157,31. Nilai total sikap yang dicapai oleh atribut-atribut amplang Obic jika dibandingkan dengan skor sikap maksimum, maka nilai sikap responden tersebut pada kenyataannya masih jauh dengan penilaian skor sikap maksimum (155,19 < 202). Hal tersebut dapat dikatakan bahwa kinerja atribut-atribut dari amplang Obic perlu lebih ditingkatkan lagi oleh pihak produsen. Skor Sikap maksimal responden terhadap amplang Obic dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Skor Sikap Maksimal Responden Terhadap Atribut Amplang OBIC

Atribut	ei	bi ideal	Urutan Ao
Higienis	4,38	5	21,88
Rasa	4,25	5	21,25
Aroma	4,06	5	20,31
Harga	4,00	5	20,00
Kemasan	3,81	5	19,06
Volume	3,72	5	18,60
Warna	3,68	5	18,40
Mudah diperoleh	3,56	5	17,81
TOTAL			157,31

4. KESIMPULAN

1. Konsumen secara keseluruhan didominasi oleh perempuan. Usia Responden terbanyak pada usia 21-30 tahun, tingkat pendidikan konsumen didomonasi oleh SLTA karena sebagian responden berstatus mahasiswa (40%). Karena banyak responden yang berstatus mahasiswa maka sebagian besar konsumen belum menikah. Amplang OBIC diperoleh dari keluarga atau teman. Pembelian Amplang OBIC oleh responden terjadi di tampat produksi. Setelah melakukan pembelian, konsumen mengevaluasi hasil pembelian dan hasilnya responden menyatakan puas terhadap Amplang OBIC. Reaksi konsumen apabila OBIC tidak tersedia di lokasi pembelian adalah membeli merek lain, dan apabila harga OBIC naik, maka konsumen akan memilih merek lain.
2. Atribut yang dinilai positif adalah atribut higienis, rasa, aroma, harga dan kemasan. Atribut yang dinilai netral adalah atribut volume, warna dan kemudahan dalam memperoleh produk. Atribut produk yang netral, agar dinilai positif maka perlu terus meningkatkan pelaksanaan atau kinerja dari atribut tersebut. Secara keseluruhan atribut produk amplang OBIC dinilai positif oleh konsumen dengan nilai sikap sebesar 157,31. Hal ini menunjukkan bahwa atribut dari amplang OBIC diterima oleh konsumen.

5. REFERENSI

Lestari, Eka Juwita. 2003. Analisis Preferensi Konsumen terhadap Produk Teh Celup Merek Gunung Mas : Studi Kasus di Kecamatan Makassar dan Pancoran DKI Jakarta. Skripsi. Jurusan Ilmu-ilmu Sosial Ekonomi Pertanian. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.

Manuhutu, D. Andre. 2003. Analisis Ekuitas Merek Atas Merek-Merek Teh dalam Botol. Skripsi. Jurusan Ilmu-ilmu Sosial Ekonomi Pertanian. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.

Sihite, Y. 2000. Analisis Persepsi dan Preferensi Konsumen Teh Botol : Studi Kasus di PT Sinar Surya. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.

Silalahi, Anggiat A. G. 2001. Analisis Perilaku Konsumen Teh Celup dan Implikasinya pada Strategi Bauran Pemasaran di daerah Kotamadya Bogor. Skripsi. Jurusan Ilmu-ilmu Sosial Ekonomi Pertanian. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.

Sumarwan, Ujang. 2002. Analisis Hubungan antara Persepsi Popularitas, Persepsi Kualitas, Persepsi Harga dengan Merek Teh Celup yang Dikonsumsi. Staff Pengajar Jurusan Gizi Masyarakat dan Sumberdaya Keluarga dan Magister Management Agribusiness. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.

Supranto, J. 2001. Pengukuran Tingkat Kepuasan Pelanggan. Edisi Kedua. PT Rineka Cipta. Jakarta.

Supriyasih. 2000. Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Teh Botol : Studi Kasus pada PT Sinar Sosro Jakarta. Skripsi. Jurusan Ilmu-ilmu Sosial Ekonomi Pertanian. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.

Susilowati, Uki. 2001. Analisis Perilaku Konsumen di Kota Bogor terhadap Teh Botol Sosro. Skripsi. Jurusan Ilmu-ilmu Sosial Ekonomi Pertanian. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.

Sutisna. 2001. Perilaku Konsumen dan Komunikasi Pemasaran PT Remaja ROSDA Karya. Bandung. Tambunan, Herlina. 2001. Analisis Perilaku Konsumen Produk Teh Siap Saji dan Implikasinya terhadap Strategi Bauran Pemasaran : Studi Kasus di PT Coca- Cola Amatil Indonesia. Program Pasca Sarjana. Jurusan Ilmu-ilmu Sosial Ekonomi Pertanian. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.

Yusastra, Riafitri. 1999. Analisis Sikap, Harapan, dan Evaluasi Konsumen terhadap Kerupuk Teh dalam Kemasan. Skripsi. Jurusan Gizi Masyarakat dan Sumberdaya Keluarga. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.

Jurnal Sistem Teknik Industri, Vol 18. No. 1, Januari 2016
ISSN 1411 – 5247

ANALISIS KELUHAN RASA SAKIT YANG DIALAMI PEKERJA PADA UKM SEPATU KULIT DI KOTA DENGAN MENGGUNAKAN KUESIONER SNQ

Rosnani Ginting[1], Alfin Fauzi Malik[2]
Departemen Teknik Industri[1], Alumni Departemen Teknik Industri[2]
Universitas Sumatera Utara (USU)
Jl. Almamater, Kampus USU Medan 20155 Indonesia
email: rosnani_usu@yahoo.co.id

Abstrak. Usaha Kecil Menengah (UKM) merupakan sumber ekonomi potensial di masyarakat yang mampu menggerakkan roda ekonomi sampai pada tataran masyarakat bawah. Berbagai keunggulan yang ada di UKM terdapat juga hal-hal yang perlu ditingkatkan salah satunya adalah metode kerja operator. UKM Bersaudara Jaya dan UKM Pak Sepatu Pak Alex yang memproduksi sepatu kulit juga merupakan UKM yang perlu mendapatkan perbaikan pada sistem kerjanya. *Standard Nordic Questionnaire* (SNQ) merupakan alat yang dapat mengetahui bagian-bagian otot yang mengalami keluhan dengan tingkat keluhan mulai dari Tidak Sakit (TS), agak sakit (AS), Sakit (S) dan Sangat Sakit. Perbaikan diawali dengan mengidentifikasi keluhan operator melalui penyebaran kuisioner *Standard Nordic Questionnaire* (SNQ). Hasil dari identifikasi ini diketahui para operator mengalami keluhan Musculoskeletal Disorders (MSDs). Kondisi ini terjadi dikarenakan seringnya operator bekerja dengan postur kerja yang janggal, yaitu postur membungkuk, duduk dan jongkok. Postur kerja ini memicu timbulnya gangguan pada otot, kesemutan, pegal, dan sakit pada sendi sehingga meninbulkan keluhan-keluhan operator. Keadaan ini mengindikasikan bahwa aktivitas tersebut tergolong kedalam kategori berbahaya dan dapat menyebabkan risiko MSDs. Pembuatan sepatu kulit dilakukan secara manual mulai dari proses penggambaran pola, pemotongan kulit dan penyesepan, pengeleman dan penjahitan potongan kulit, pemasangan busa dan lapisan kain dalam, pemotongan bagian karet alas/texon, pemasangan kulit dengan karet alas, penggerindaan sol, pengeleman sol hingga menjadi sepatu. Melihat kondisi di UKM ini dilakukanlah penelitian untuk mengetahui keluhan yang dirasakan pekerja dan selanjutnya dilakukan analisis dan perbaikan aktivitas serta postur kerja. Hal ini sebagai upaya untuk mengurangi MSDs dan keluhan-keluhan yang dirasakan oleh operator selama bekerja.
Kata Kunci : UKM, Pembuatan Sepatu Kulit, Kuisioner *Standard Nordic Questionnaire* (SNQ)

1. Pendahuluan

Pekerjaan yang dilakukan secara manual dengan postur kerja yang tidak alamiah dapat menimbulkan keluhan seperti pegal, kesemutan, dan nyeri pada tulang. Kondisi seperti ini akan berakibat pada timbulnya penyakit akibat kerja yaitu penyakit otot rangka atau Musculoskeletal Disorders (MSDs). MSDs berpengaruh signifikan pada pekerja yang menyebabkan sakit, nyri, mati rasa, kesemutan, bengkak, kekakuan, gemetar, gangguan tidur dan rasa terbakar. Menurut OSHA, MSDs adalah cidera atau gangguan pada jaringan lunak (seperti otot, tendon, ligament, sendi, dan tulang rawan) dan sistem saraf dimana cidera atau gangguan ini dapat mempengaruhi hampir semua jaringan termasuk saraf dan sarung tendon (Laraswati, 2009). Selanjutnya Peter Vi (2002) dalam Pratiwi (2010) menjelaskan bahwa, terdapat beberapa faktor yang dapat menyebabkan terjadinya keluhan otot skeletal, yaitu: 1) Peregangan otot yang berlebihan, 2) Aktivitas berulang, 3) Postur kerja tidak alamiah, 4) Faktor penyebab skunder, diantaranya: tekanan, getaran, mikrolimat, dan 5) Penyebab kombinasi, diantaranya: umur, jenis kelamin, kebiasaan merokok, kesegaran jasmani, kekuatan fisik, ukuran tubuh (antropometri).

UKM Bersaudara Jaya dan UKM Pak Sepatu Pak Alex memiliki masalah pada pekerja sehingga menggunkan Body Map Kuisioner pada pekerja untuk melihat keluhan kelelahan pekerja pada fasilitas kerja pada proses produksi. Melihat kondisi di UKM ini dilakukanlah penelitian untuk mengetahui keluhan yang dirasakan pekerja dan selanjutnya dilakukan analisis dan perbaikan aktivitas serta postur kerja. Hal ini sebagai upaya untuk mengurangi MSDs dan keluhan-keluhan yang dirasakan oleh operator selama bekerja.

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah proses penggambaran pola, pemotongan kulit dan penyesepan, pengeleman dan penjahitan potongan kulit, pemasangan busa dan lapisan kain dalam, pemotongan bagian karet alas/texon, pemasangan kulit dengan karet alas, penggerindaan sol,

pengeleman sol hingga menjadi sepatu yang dilakukan secara manual (tanpa alat bantu) dengan posisi kerja berdiri atau pun duduk yang membungkuk dan menjongkok serta dilakukan secara repetitif selama 8 jam kerja dapat mengakibatkan terjadinya risiko keluhan Musculosceletal Disorders (MSDs).

2. Landasan Teori

2.1. Keluhan Musculoskeletal

Keluhan musculoskeletal adalah keluhan pada bagian–bagian otot skeletal yang dirasakan oleh seseorang mulai dari keluhan sangat ringan sampai sangat sakit. Apabila otot menerima beban statis secara berulang dalam waktu yang lama, akan dapat menyebabkan keluhan berupa kerusakan pada sendi, ligamen dan tendon. Keluhan hingga kerusakan inilah yang biasanya diistilakan dengan Musculoskeletal disorsders (MSDs) atau cedera pada sistem muskuloskeletal. Apabila pekerjaan berulang tersebut dilakukan dengan cara yang nyaman, sehat dan sesuai dengan standar yang ergonomis, maka tidak akan menyebabkan gangguan muskuloskeletal dan semua pekerjaan akan berlangsung dengan efektif dan efisien. Secara garis besar keluhan otot yang terjadi dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu:

1. Keluhan sementara (*reversible*), yaitu keluhan otot yang terjadi pada saat menerima beban statis, namun demikian keluhan tersebut akan hilang apabila pembebanan dihentikan.
2. Keluhan menetap (persistent), yaitu keluhan otot yang bersifat menetap. Walaupun pembebanan kerja telah dihentikan, namun rasa sakit pada otot masih terus berlanjut

Peter vi (2000) menjelaskan bahwa, terdapat banyak faktor yang dapat menyebabkan terjadi keluhan musculoskeletal sebagai berikut

1. Peregangan otot yang berlebihan
   Peregangan otot yang berlebihan pada umumnya sering dikeluhakan oleh para pekerja dimana aktivitas kerjanya menuntut pengerahan tenaga yang besar seperti aktivitas mengangkat, menarik, mendorong dan menahan beban yang berat
2. Aktivitas berulang
   Aktivitas berulang merupakan pekerjaan yang dilakukan secara terus menerus seperti pekerjaan mencangkul, membelah kayu besar, angkut dan sebagainya. Keluhan otot terjadi karena otot menerima tekanan akibat beban kerja secara terus menerus tanpa memperoleh kesempatan untuk relaksasi.
3. Sikap kerja tidak alamiah
   Sikap kerja tidak alamiah adalah sikap kerja yang menyebabkan posisi bagian bagian tubuh bergerak menjauhi posisi alamiah, misalnya pergerakan tangan terangkat, punggung terlalu membungkuk, kepala terangkat dan sebagainya
4. Faktor penyebab sekunder
   Faktor penyebab sekunder ini adalah berupa tekanan langsung dari jaringan otot yang lunak atau getaran dengan frekwensi tinggi yang menyebabkan kontraksi otot bertambah.

Pengukuran terhadap tekanan fisik ini cukup sulit karena melibatkan berbagai faktor subjektif seperti kinerja, motivasi, harapan dan toleransi kelelahan. Alat ukur yang digunakan dpat dilakukan dengan berbagai cara mulai metoda yang sederhana sampai menggunakan sistem komputer. Salah satu dari metode tersebut adalah melalui *Standard Nordic Questionnaire*

2.2. *Standard Nordic Questionnaire*

Standard Nordic Questionnaire (SNQ) merupakan alat yang dapat mengetahui bagian-bagian otot yang mengalami keluhan dengan tingkat keluhan mualai dari Tidak Sakit (TS), agak sakit (AS), Sakit (S) dan Sangat Sakit (SS). Dengan melihat dan menganalisis peta tubuh maka dapat diestimasi jenis dan tingkat keluhan otot skeletal yang dirasakan oleh pekerja. SNQ merupakan suatu instrumen untuk menilai segmen-segmen tubuh yang dirasakan operator (menurut persepsi operator), apakah sangat sakit, sakit, agak sakit, dan tidak sakit. Pekerjaan ini dilakukan secara manual dengan sikap kerja yang tidak alamiah serta dilakukan dalam waktu yang lama, yaitu selama 8 jam kerja.

3. Proses Produksi Pembuatan Sepatu Kulit

Produksi dilakukan dengan 2 jenis yaitu *Make to Order* dan *Make to Stock*. MTO dilakukan karena penerimaan pesanan dari beberapa langganan. MTS dilakukan jika ingin menjual ke konsumen secara langsung.

Beroperasi setiap hari Senin sampai Sabtu, pekerja mulai beraktivitas pada pukul 9 pagi hingga pukul 6 sore. Sistem kerja yang diterapkan ialah sistem borongan dimana gaji pegawai dibayarkan setiap minggu sesuai dengan pekerjaan yang telah diselesaikannya. Jenis aliran bahan yang ada ialah jenis garis lurus. Pekerja juga sudah memiliki pembagian tugas masing-masing. Pada dasarnya pekerja dibagi dalam 2 kelompok, yakni bagian

atasan dan bagian bawahan. Bagian Atasan memiliki tugas untuk membuat bagian atas sepatu. Aktivitas yang dilakukan diantaranya ialah pengguntingan pola, pengeleman, penyesepan, dan penjahitan. Sedangkan bagian bawahan ialah pekerja yang bertugas menyatukan bagian atasan dengan tapak hingga menjadi sepatu kulit yang utuh. Selain itu ada juga bagian finishing bertugas memberikan warna pada sepatu.

Tahapan proses produksi sepatu kulit ini dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Penggambaran Pola
   Pekerja menggambar pola di atas kulit dengan didasarkan pada model sepatu yang akan dbuat. Penggambaran dilakukan secara manual dengan pensil.

Gambar 1. Kegiatan Penggambaran Pola

2. Pemotongan Kulit dan Penyesepan
   Setelah pola digambar, maka pekerja akan menggunting kulit berdasarkan pola-pola tersebut. Akan dilakukan penyesepan dengan mesin sesep pada hasil potongan agar mudah dalam pengeleman antar bagian.

Gambar 2. Kegiatan Penyesepan

3. Pengeleman dan Penjahitan Potongan Kulit
   Potongan-potongan kulit dilem dan dijahit dengan mesin jahit sehingga membentuk bagian atasan dari sepatu.
4. Pemasangan Busa dan Lapisan Kain Dalam
   Busa dan lapisan kain dijahitkan ke bagian atasan sepatu sebelum dipindahkan dipindahkan kebagian pembuatan bagian bawahan

Gambar 3. Kegiatan Pengeleman

5. Pemotongan Bagian Karet Alas/Texon
   Pekerja memotong karet sebagai alas sepatu dan menempelkannya pada mal.

Gambar 4. Kegiatan Pemasangan Sol

6. Pemasangan Kulit dengan Karet Alas
   Bagian Atasan dipasangkan pada mal dan disatukan dengan karet alas.

Gambar 5. Pemasangan Kulit dengan Karet Alas

7. Penggerindaan Sol
   Sol digerinda agar halus setelah itu diberi cairan pembersih agar permukaannya lunak dan mampu menyerap lem
8. Pengeleman Sol hingga menjadi Sepatu
   Sol kemudian dilem dengan bagian atasan sepatu. Setelah lem menempel dan mengeras, maka mal kaki dilepaskan dari sepatu.
9. Pengepresan Sepatu
   Sepatu kemudian dipress untuk menghilangkan udara-udara yangmungkin ada didalam sepatu.
10. Finishing
    Sepatu disemprotkan dengan bahan khusus untuk membuat permukaannya menjadi mengilat.
11. Pembuatan Merek
    Tahap terakhir ialah pemasangan bagian merk pada permukaan atas dari alas dengan mesin stempel merek.
12. Pengepakan
    Sepatu dikemas di dalam kotak

4. METODE PELAKSANAAN

Penelitian dilakukan dengan observasi di tempat kerja dengan sasaran yang meliputi pekerja dan fasilitas kerjanya. Tahap pertama pengambilan data adalah dengan menyebar kuesioner *Standard Nordic Questionnaire* (SNQ) untuk mengetahui pada bagian tubuh mana operator merasakan keluhan. Pada tahap ini akan dihitung tingkat resiko tertinggi pada operator.

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1.1. Body Map Kuisioner

Data ini didapatkan melalui penyebaran kuesioner SNQ. Data ini ditujukan untuk mengetahui bagian tubuh operator yang mengalami keluhan sewaktu melakukan aktivitasnya. Data hasil penyebaran Standard Nordic Questionnaire diberi penilaian atau pembobotan untuk masing-masing kategori sebagai berikut:

Tidak sakit : bobot 0
Agak sakit : bobot 1
Sakit : bobot 2
Sangat sakit : bobot 3

Kuisioner SNQ diberikan kepada 6 orang operator dan terdiri dari pertanyaan ke-0 hingga ke- 27

0 : Leher Bag. Atas
1 : Leher Bag. Bawah
2 : Bahu Kiri
3 : Bahu Kanan
4 : Lengan Atas Kiri
5 : Punggung
6 : Lengan Atas Kanan
7 : Pinggang
8 : Punggung
9 : Pantat
10 : Siku Kiri
11 : Siku Kanan
12 : Lengan Bawah Kiri
13 : Lengan Bawah Kanan
14 : Pergelangan Tangan Kiri
15 : Pergelangan Tangan Kanan
16 : Telapak Tangan Kiri
17 : Telapak Tangan Kanan
18 : Paha Kiri
19 : Paha Kanan
20 : Lutut Kiri
21 : Lutut Kanan
22 : Betis Kiri
23 : Betis Kanan
24 : Pergelangan Kaki Kiri
25 : Pergelangan Kaki Kanan
26 : Telapak Kaki Kiri
27 : Telapak Kaki Kanan

5.1.2. Perhitungan Persentase Keluhan Bagian Tubuh

Setelah dilakukan rekapitulasi skor bobot SNQ pada pengumpulan data dimana diperoleh total skor bobot SNQ sebesar 114. Kemudian data skor rekapitulasi tersebut dirubah kedalam persentase. Untuk mendapatkan persentase tersebut dapat dicari dengan rumus :

$$\%\,Keluhan = \frac{Skor\ risiko\ bagian\ tubuh\ operator}{Jumlah\ skor\ risiko\ bagian\ tubuh\ operator} \times 100\%$$

Contoh: % Skor Sakit di Leher Bagian Bawah = $\frac{11}{114}$ = 7,92%

Tabel 1. Rekapitulasi Kuesioner SNQ

Pertanyaan	Persentase
0	7,92%
1	3,96%
2	3,96%
3	4,95%
4	3,96%
5	4,95%
6	4,95%
7	8,91%
8	5,94%
9	2,97%
10	1,98%
11	1,98%
12	2,97%
13	2,97%
14	3,96%
15	3,96%
16	3,96%
17	3,96%
18	5,94%
19	5,94%
20	0,00%
21	0,00%
22	0,99%
23	0,99%
24	1,98%
25	1,98%
26	2%
27	2%

6. Kesimpulan

Setelah dilakukan perhitungan persentase keluhan secara keseluruhan, maka diperoleh bahwa rata-rata operator mengalami keluhan terbesar pada bagian tubuh antara lain :

1. Bagian pinggang (8,91 %)
2. Bagian leher bagian atas (7,92 %)
3. Bagian punggung (5,94 %)
4. Bagian betis kiri (5,94 %)
5. Bagian betis kanan (5,94 %)
5. Bagian bahu kanan (4,95 %)
6. Bagian punggung (4,95 %)
7. Bagian lengan kanan atas (4,95 %)

Dengan mengetahui presentasi keluhan yang sering dialami oleh pekerja pada UKM sepatu kulit Pak Alex dan Bersaudara Jaya, maka dapat diberikan sosialisasi kepada para pekerja untuk memperbaiki postur kerja bila perlu dilakukan pengadaan alat untuk membantu operator dalam bekerja.

DAFTAR PUSTAKA

Ginting, Rosnani. 2007. *Sistem Produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu

Sinulingga Sukaria, 2008. *Pengantar Teknik Industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu

Sutalaksana, dkk. 1979. Teknik Tata Cara Kerja. Bandung: Penerbit Laboratorium Tata Cara Kerja dan Ergonomi Departemen Teknik Industri ITB.

Wignjosoebroto, Sritomo. 2005. Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu. Surabaya: Guna Widya.

REKAYASA PRODUKTIVITAS DENGAN PENDEKATAN *GREEN ENGINEERING* PADA PT. ABC

Sukaria Sinulingga[1], A. Rahim Matondang[1], Yusnia Sinambela[2]
Program Magister Teknik Industri[1], Alumni Program Magister Teknik Industri[2]
Jl. Prof.T.Maas Kampus USU, Medan 20155
Email: yusnia_snbl@yahoo.co.id
Email: sukaria_sinulingga@yahoo.com
Email: rahim@usu.ac.id

***Abstrak*.** PT.ABC merupakan perusahaan yang bergerak di bidang produksi pembuatan pintu. Dalam melakukan proses produksi perusahaan ini memiliki potensi untuk menghasilkan limbah. Permasalahan yang dialami perusahaan adalah banyaknya limbah padat berupa scrap kayu yaitu sebanyak 23% dari bahan baku setiap bulannya dan nilai produktivitasnya cendrung tidak stabil. Melalui pendekatan Green Engineering yang digunakan dalam penelitian ini diharapkan usaha reduksi limbah yang dilakukan dapat berpengaruh terhadap perbaikan kondisi lingkungan sekaligus meningkatkan produktivitas perusahaan. Penelitian diawali dengan mengidentifikasi sumber penyebab masalah, menentukan tujuan dan target, menyusun alternatif serta mengestimasi kontribusi alternatif terpilih terhadap produktivitas dan kinerja lingkungan. Alternatif perbaikan dirumuskan dan dipilih berdasarkan kelayakan dari segi ekonomi, segi lingkungan, dan segi social, kemudian dilakukan usulan perencanaan implementasi alternatif di dalam lokasi. Hasil penelitian, didapatkan alternatif solusi untuk mengatasi permasalahan perusahaan dengan melakukan rekayasa berbasis teknologi dan pemanfaatan kembali scrap kayu menjadi briket arang kayu. Alternatif ini memberikan kontribusi terhadap peningkatan produktivitas penggunaan material sebesar 17%, manusia 24%, modal 7%, energi 25%, pajak karbon menurun sebesar 53,29% dan waste menurun sebesar 87,44%. Penerapan Green Engineering dan pemantauan rona lingkungan secara keseluruhan dapat membantu perusahaan memenuhi salah satu persyaratan ISO 14001.
Kata Kunci: Green Productivity Index, Enviromental Performance, Limbah Padat, ISO 14001.

Abstract. *PT.ABC is a company engaged in the production of the manufacture of doors. In the production process of this company has the potential to produce waste. The problems experienced by the company is the number of solid waste such as scrap wood as many as 23% of raw materials every month and the value of productivity tends to be unstable.Through the Green Engineering approaches used in this study are expected waste reduction efforts made can affect the improvement of environmental conditions and increase productivity begins. By identifying the source of the cause of the problem, setting objectives and targets, prepare alternatives and alternative contribution elected productivity and environmental performance. Alternative repair formulated and selected based on feasibility in terms of economy, in terms of the environment, and socially, then do the planning proposals alternative implementations within the premises. The results of the research, found an alternative solution to overcome problems with the company's engineering and technology-based reuse of scrap wood into charcoal briquettes. This alternative contributes to the increased productivity of material usage by 17%, men 24%, capital 7%, energy 25%, carbon tax decreased by 53.29% and waste decreased by 87.44%. Green Engineering and environmental monitoring a whole can help companies meet one of the requirements of ISO 14001.*
Keywords: *Green Productivity Index, Environmental Performance, Solid Waste, ISO 14001.*

1. PENDAHULUAN

Produktivitas merupakan satu hal yang sangat penting bagi perusahaan sebagai salah satu cara untuk memantau kinerja produksinya. Pengukuran produktivitas dilakukan untuk mengetahui kinerja perusahaan secara keseluruhan serta dapat dijadikan sebagai pedoman untuk melakukan perbaikan yang terus-menerus (continual improvement). PT. ABC adalah suatu perusahaan manufaktur yang bergerak dalam bidang pembuatan pintu. Dalam melaksanakan produksinya, PT. ABC menggunakan kayu sebagai material utama. Seiring dengan peningkatan produksi, ternyata timbul permasalahan lingkungan di sekitarnya. Permasalahan tersebut disebabkan karena proses. Selama proses produksi, PT.ABC menghasilkan limbah cemaran di berbagai stasiun kerja terdiri atas limbah padat, limbah cair dan limbah udara. Limbah cair berasal dari pencucian mesin, dan pengeleman bahan dengan *mal glue*, untuk limbah gas berasal dari aktivitas motor hidrolik dan dapur boiler.

Hasil analisa dengan standar PerMenkertrans No.13/MEN/X/2011 dan Kep.MENLH/51/10/1996 bahwa kandungan zat-zat kimia dalam limbah cair dan limbah udara telah memenuhi baku mutu limbah yang telah ditetapkan dan aman bagi lingkungan. Dari pengamatan di lapangan, untuk limbah padat terdapat adanya *scrap* kayu di berbagai stasiun kerja. Rendemen pemanfaatan bahan baku selama proses produksi sampai dengan bahan jadi dan gambaran jumlah *scrap*/m^3 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rendemen Kayu Olahan Tahun 2014

Bulan	Rendemen (%)	*Scrap* (%)	*Scrap* (m^3)
Januari	72	28	153,9145
Februari	73	27	107,541
Maret	74,6	25,4	97,4665
April	75,07	24,95	98,8971
Mei	74,6	25,4	111,4284
Juni	75,48	24,52	42,7666
Juli	75,33	24,67	139,3016
Agustus	68	32	159,5201
September	73	27	180,4582
Oktober	70	30	149,3660
November	70	30	180,6278
Desember	68,22	31,78	122,3166

Upaya yang dilakukan perusahaan dalam menangani Limbah padat tersebut dengan memanfaatkan 45% untuk pemanasan di dapur boiler, sebagian diberikan kepada yang membutuhkan, ditumpuk di sekitar pabrik, dan jika darurat di buang ke TPA (Tempat Pembuangan Akhir).

Dampak dari limbah padat tersebut jika ditimbun dan membusuk dapat menimbulkan penurunan kualitas udara dan kerusakan permukaan tanah dan jika limbah padat tersebut keberadaannya dalam jumlah yang besar tanpa dikelola, maka akan sulit bagi mikroba perombak untuk mengurainya di alam menjadi bahan-bahan anorganik,dan mengakibatkan pencemaran lingkungan di sekitar lokasi penumpukan. Selain menjadi sarang hewan-hewan yang kemungkinan bisa menjadi sumber penyakit, tumpukan sampah padat kayu tersebut akan menurunkan nilai estetika di lokasi sekitar. Jika limbah padat dibakar maka akan menimbulkan peningkatan emisi CO_2 (Anonim,2000).

Pada saat ini kayu adalah bahan yang cukup sulit diperoleh maka diperlukan efisiensi penggunaan bahan kayu. Jika dilakukan pemanfaatan *scrap* dari terhadap estimasi produk diatas, maka estimasi jumlah pintu yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Estimasi Jumlah Produk dari *Scrap*

Bulan	*Scrap* (m^3)	Estimasi Jumlah Produk dari *Scrap* (Pintu)
Januari	153,9145	3078
Februari	107,541	2151
Maret	97,4665	1949
April	98,8971	1978
Mei	111,4284	2229
Juni	42,7666	855
Juli	139,3016	2786
Agustus	159,5201	3190
September	180,4582	3609
Oktober	149,3660	2987
November	180,6278	3613
Desember	122,3166	2446

Pemanfaatan jumlah *scrap* tersebut akan membantu perusahaan dalam meningkatkan produktivitas perusahaan. Permasalahan perusahaan tersebut memerlukan solusi dan alternatif usulan perbaikan. Suatu pendekatan yang tepat untuk membantu perusahaan agar mampu meningkatkan produktivitas sekaligus menurunkan dampak lingkungan adalah dengan menggunakan metode *Green Engineering.*

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. ABC yang bergerak dalam bidang produksi pembuatan pintu.

Perusahaan berlokasi Penelitian beralamat di Jl. Batang Kuis, Km 2 Desa Buntu Bedimbar Tanjung Morawa Sumatera Utara. Waktu penelitian dilakukan pada bulan April 2015.

2.2. Jenis dan Objek Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian tindakan (*action research*) yaitu suatu penelitian yang dilakukan untuk mendapatkan temuan praktis untuk keperluan operasional (Sinulingga, 2013). Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan suatu solusi yang akan digunakan pada perusahaan sebagai bentuk perbaikan dari sistem semula. Objek penelitian yang diamati adalah proses produksi yang terjadi pada bagian produksi PT. ABC.

2.3. Desain Penelitian

Sumber data yang digunakan dalam penelitian adalah data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dengan cara pengamatan atau pengukuran langsung. Data yang termasuk kategori ini adalah:

a. Data *environment weather map*
b. Data daerah penumpukan *waste*
c. Data penilaian skor untuk *waste*

Data sekunder diperoleh berdasarkan data dokumentasi perusahaan. Data yang termasuk kategori ini adalah:

a. Data penggunaan jenis kayu
b. Data jenis pintu
c. Data penggunaan bahan
d. Data biaya dan harga
e. Data kandungan energi

Selain itu, metode pengumpulan data dilakukan dengan melakukan wawancara atau tanya jawab dengan penanggung jawab bagian produksi mengenai hal-hal yang berhubungan dengan penelitian dan mengumpulkan data sekunder yang diambil dari dokumen-dokumen perusahaan yang berhubungan dengan penelitian.

2.4. Tahapan Penelitian.

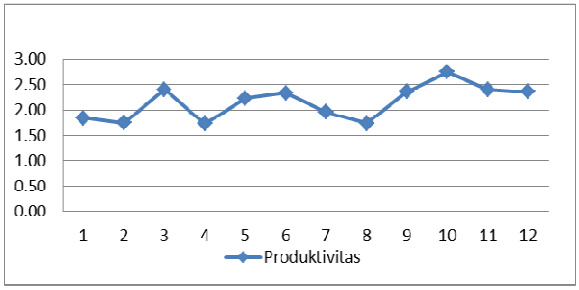
Langkah-langkah metode *Green Engineering* adalah sebagai berikut:

a. Perhitungan Produktivitas.
b. Identifikasi Masalah dan Penyebabnya.
   Identifikasi masalah dilakukan dengan studi lapangan (*walk trough survey*),sedangkan identifikasi penyebabnya menggunakan tool diagram sebab akibat (*cause effect diagram*).
c. Menentukan Tujuan dan Target.
   Identifikasi masalah dan penyebab timbulnya *waste*,selanjutnya dapat ditentukan tujuan dan target penelitian yang ingin dicapai yaitu meminimalisir *waste* dan meningkatkan produktivitas perusahaan dengan metode *Green Engineering.*
d. Menyusun Alternatif Solusi.
   Pada tahap ini dikembangkan beberapa alternatif solusi untuk menyelesaikan permasalahan yang ada, tujuannya untuk mengoptimalkan penggunaan input (material, tenaga kerja, energi). Pada tahap ini alternatif yang dibuat harus memiliki aspek ramah lingkungan, meminimalisir timbulnya *waste* selama produksi serta dapat meningkatkan produktivitas perusahaan.
e. Memilih Alternatif Solusi.
   Terdapat hal yang menjadi dasar pertimbangan pemilihan alternatif solusi yaitu:
   1. Analisis finansial dari tiap alternatif solusi yang telah dibuat dengan metode Deret Seragam (*Annual Worth).*
   2. Estimasi kontribusi tiap alternatif terhadap tingkat produktivitas.
   3. Estimasi kontribusi tiap alternatif terhadap *waste.*
   4. Estimasi Kontribusi Tiap Alternatif Terhadap Pendapatan Masyarakat
   5. Estimasi Kontribusi Tiap Alternatif Terhadap Pertimbangan Emisi Karbon.
f. Menyusun Rencana Implementasi.
   Setelah didapatkan alternatif solusi perbaikan yang memiliki kontribusi terbesar terhadap peningkatan produktivitas dan pengurangan *waste* selanjutnya dilakukan penyusunan rencana implementasi dari alternatif solusi yang terpilih. Pada tahap ini dilakukan perencanaan tindakan-tindakan yang akan dilakukan pihak pelaksana solusi yang terpilih serta sumber daya yang akan digunakan.
g. Melakukan Pemantauan dan Evaluasi
   Alternatif Solusi terpilih maka dilakukan pemantauan dan evaluasi dengan analisis IRR (*Internal Rate Return*) selama periode tertentu.
h. Analisis mendapatkan Sertifikasi ISO 14001.
   Pada tahapan ini alternatif solusi diintergrasikan menjadi bagian dalam manajemen harian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Perhitungan Produktivitas

Produktivitas diperoleh dengan membandingkan antara output dan input. Nilai input didapatkan dari penjumlahan biaya bahan baku, biaya tenaga kerja, biaya energi, biaya modal yang dikeluarkan selama proses produksi dalam satu tahun. Gambaran Nilai Produktivitas Perusahaan tahun 2014 dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Produktivitas Bulan Januari – Desember 2014

Berdasarkan Gambar 1 di atas dapat dilihat bahwa nilai produktivitas menunjukkan ketidakstabilan. Pada bulan Februari dan April mengalami penurunan dan mulai mengalami peningkatan di bulan mei, bulan Agustus sampai bulan Oktober dan bulan November sampai Desember kembali mengalami penurunan.

3.2. Identifikasi Masalah

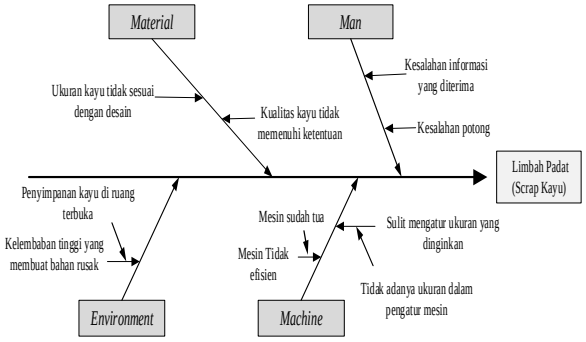
Identifikasi masalah dilakukan dengan analisa 5W+1H, untuk mengetahui permasalahan limbah yang paling dominan. Permasalahan yang terjadi diidentifikasi penyebabnya menggunakan *cause effect diagram* dapat dilihat pada Gambar 2 dapat dijelaskan faktor-faktor penyebab terjadinya limbah padat selama proses produksi karena beberapa faktor berikut:

a. Material
Material yang digunakan pada saat proses pembelian bahan baku dari *supplier* tidak ada ketentuan ukuran dan proses pemeriksaan adanya bahan yang tidak sesuai kualitas seperti kayu basah. retak dan berjamur. Hal ini menjadi penyebab timbulnya *waste*.

b. Mesin
Proses pembuatan pintu dari awal pembuatan hingga akhir membutuhkan pengukuran dan mengikuti ukuran yang sudah ditetapkan. Mesin yang digunakan PT.ABC 80% mesin semiotomatis. mesin-mesin tersebut tidak memiliki ukuran sehingga pada saat pengukuran bahan baku dilakukan secara manual dengan alat ukur seperti meteran. Mesin yang digunakan juga performanya menurun disebabkan karena mesin sudah lama. sehingga efisiensi proses tidak optimal.

c. Man
Dalam pembuatan pintu ada batas toleransi yang harus di ikuti oleh operator. Misalnya pada proses pemilihan bahan. toleransi yang diterima panjang ± 2 mm. Lebar ± 2 mm. Tebal ± 0.01 mm. Diluar batas toleransi tersebut tidak dapat dipergunakan (*reject*) maka menghasilkan *scrap*. Karyawan harus dengan teliti dalam mengukur dan bagian *Quality Control* juga harus memberikan informasi dengan jelas kepada Operator.

d. *Environment*
Bahan baku disimpan di ruang yang luas dan tidak adanya kontrol ventilasi dan aliran udara. Jika bahan baku kelembabannya tinggi akan merusak kayu tersebut. Hal tersebut mengakibatkan limbah kayu.



Gambar 2. C*ause Effect Diagram*

3.3. Menentukan Tujuan dan Target

Berdasarkan identifikasi masalah, maka masalah target yang ingin dicapai yaitu mereduksi *scrap* kayu pada bagian produksi dengan melakukan reduksi tersebut akan meningkatkan produktivitas perusahaan dan menurunkan dampak negatif *scrap* terhadap lingkungan.

3.4. Menyusun Alternatif Solusi

Dari permasalahan yang timbul akibat volume limbah padat, maka disusun alternatif solusi yang dapat memperbaiki hal tersebut. Tiga alternatif perbaikan yang telah disusun, akan dipilih satu alternatif solusi nantinya akan digunakan sebagai rencana implementasi. Adapun alternatif tersebut adalah:

1. Sebagai pembanding maka kondisi sekarang diusulkan sebagai alternatif.
2. Dilakukan pembelian mesin CNC untuk mengurangi *scrap* kayu di bagian pemotongan. Berdasarkan hierarki pencegahan polusi dengan *reuse* (material digunakan kembali dalam proses produksi). Scrap kayu berupa sisa potongan. sisa gergajian dapat di proses menjadi serbuk kayu. Serbuk kayu tersebut dipress dan dapat dimanfaatkan sebagai *partical board* yang merupakan bahan tambahan pembuatan pintu. Perusahaan dalam memenuhi bahan tambahan tersebut membeli dari perusahaan produksi *Partical Board*. Untuk dapat memenuhi alternatif ini.

diperlukan:Mesin *wood crusher* sebagai alat penghancur dan mesin *press* untuk membentuk hasil olahan serbuk. Pengganti bahan bakar pada proses pemanasan yaitu menggantikan energi pemanasan di boiler yang cukup ekonomis dengan cangkang kelapa sawit. Emisi CO_2 cangkang sawit lebih kecil dibandingkan *Scrap* kayu.

3. Alternatif dengan *recycle* memungkinkan untuk dilakukan dengan memanfaatkan limbah serbuk kayu untuk dijadikan bahan baku briket arang. *Scrap* kayu berupa sisa potongan. sisa gergajian dapat di proses menjadi serbuk kayu dan diperlukan mesin *wood crusher* sebagai alat penghancur. Untuk dapat memenuhi alternatif ini. diperlukan mesin *wood crusher* dan mesin yang mendukung pembuatan briket. Briket arang akan dimanfaatkan untuk pemanasan di dapur boiler. Briket kayu memiliki nilai kalor yang lebih besar dari *scrap* kayu (79%) dan Emisi CO_2 lebih rendah dari pemanfaatan *scrap* kayu. Menggunakan Rekayasa berbasis Teknologi dengan *Maintenance Management.* Mesin yang efisien mengurangi timbulnya *scrap* kayu misalnya ketika campuran bahan jadi dimasukkan ke dalam mesin. terdapat campuran bahan jadi yang tidak mengalami proses pengangkatan dan dihisap oleh pipa penghisap untuk di bawa ke proses selanjutnya.

3.5. Memilih Alternatif Solusi

Pemilihan Alternatif solusi pada penelitian ini berdasarkan beberapa hal yang menjadi bahan pertimbangan yaitu estimasi alternatif terhadap produktivitas, estimasi *waste*, Pertimbangan Emisi Karbon, Pendapatan Masyarakat dan Aspek Finansial dengan metode deret seragam. Kontribusi setiap Alternatif dapat dilihat pada Tabel 3. Berdasarkan Tabel 3 di bawah ini, maka akan membantu peneliti dalam memilih alternatif solusi perbaikan yang memperhatikan aspek lingkungan, aspek sosial dan aspek ekonomi.

Dari bahan pertimbangan tersebut maka dipilih Alternatif 3 adalah alternatif yang dipilih untuk diimplementasikan sebagai solusi perbaikan karena memiliki kontribusi yang besar terhadap kinerja produktivitas perusahaan dan kinerja lingkungan.

3.6. Menyusun Rencana Implementasi

Setelah didapatkan alternatif solusi perbaikan yang memiliki kontribusi terbesar terhadap peningkatan produktivitas dan kinerja lingkungan, maka berikutnya dilakukan penyusunan rancangan implementasi dari alternatif yang telah terpilih tersebut yaitu alternatif 3.

Tabel 3. Kontribusi Alternatif

Pertimbangan	Kontribusi Alternatif 2	Kontribusi Alternatif 3
Produktivitas		
Human	9%	24%
Material	25%	7%
Modal	10%	7%
Energy	24%	25%
Waste	-85.71%	-87.44%
Emisi Karbon	-27.68%	-53.33%
Biaya Kerusakan Lingkungan	-27.92%	-53.29%
Aspek Pendapatan masyarakat	1.66 %	2%
Indeks BCR	2.85	4.51

Dalam menerapkan alternatif/usulan dilantai pabrik produksi diperlukan beberapa urutan pekerjaan yaitu *Trial and small scale implementation, Regular meetings and trouble shooting session, Follow-up and accountability, Allocate resources, Management support needed, Review and refinement of option,* dan *Capture information "before" and "after" implemented option.*

3.7. Melakukan Pemantauan dan Evaluasi

Setelah dilakukan usulan implementasi alternatif 3, maka dilakukan *monitoring and review* dengan melakukan analisi IRR selama periode 5 tahun kedepan. Untuk perhitungan *basic data* maka asumsi yang diperlukan yaitu Pajak 20%, *Commision Fee* 5%, biaya tenaga kerja diperkirakan meningkat 15%, biaya energi 10%. Hasil perhitungan NPV pada tingkat suku bunga 26% menunjukkan nilai negatif, sedangkan pada tingkat suku bunga 25% menunjukkan nilai positif sehingga IRR berada antara 25% dan 26%. Besarnya nilai IRR yaitu 25,31%. Hasil perhitungan IRR menunjukkan bahwa tingkat pengembalian dari perusahaRekayasa Produktivitas dengan Pendekatan *Green Engineering* pada PT.Sumatera Timberindo Industry.an ini lebih tinggi dibanding tingkat suku bunga bank yaitu 18% sehingga dapat dikatakan usaha ini layak. Nilai IRR jauh lebih tinggi menunjukkan bahwa pengembalian perusahaan ini masih jauh lebih baik.

3.8. Analisis mendapatkan Sertifikasi ISO 14001.

Penerapan Green Engineering pada Perusahaan dapat memenuhi salah satu syarat Sertifikasi ISO 14001 yaitu memperhatikan kinerja lingkungan.

4. KESIMPULAN

1. Persentase penurunan jumlah *scrap* dengan efektif adalah dengan mengimplementasikan alternatif ketiga, dimana diusulkan adanya tambahan mesin *wood crusher* dan mesin lainnya untuk mengolah *scrap* yang ada di pabrik menjadi briket arang kayu dan melakukan *maintenance management*. Dengan demikian, penggunaan kayu menjadi lebih efektif. Pengadaan mesin-mesin pendukung pembuatan briket tidak memerlukan tambahan luas lahan karena dapat ditempatkan di ruangan yang ada.
2. Penerapan atau implementasi dari alternatif perbaikan yang dipilih dengan melakukan urutan pengerjaan dan sosialisasi maka diestimasikan mampu memberikan kontribusi peningkatan produktivitas serta mampu memberikan kontribusi terhadap perbaikan kualitas atau kinerja lingkungan.
3. Perusahaan sudah memenuhi salah satu syarat Sertifikasi ISO 14001 karena sudah memperhatikan kinerja lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

Asian Productivity Organization. 2006. *Handbook on Green Productivity*. Canada.

David T.Allen.2012. *Green Engineering: Environmantaly Conscius,Design Of Chemical Process and Products.* AICHE Journal.

Dian Anggraini. 2011. *Upaya Pengelolaan Limbah Industri PT TEL Pulp and Paper*. Jurnal Internet.

Ginting, Rosnani. 2007. *Sistem Produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Graedel, Thomas E. dan Jennifer A. Howard-Grenville. 2004. *Greening the Industrial Facility*. USA: Springer.

Heinz Werner Engel. 2002. *Ecomapping*. *International Network for Environmental Management* (INEM).

Indri, Cyrilla.2015. *Evaluasi Produktivitas dan Kinerja Lingkungan Industri Tahu melalui Pengukuran EPI.* Jurnal Nasional IENACO.2015.issn 2337-4349.

Jilla Decena. 2009. *Green Productivity Initiatives: Intel Malaysia's Experience and Perspectives*. Corporate Social Responsibility in Asia.

K.D.Bhardwaj. *Green Productivitty and Sustainable Wate Management in the Asia-Pasific Region to Promote Eco Town Model.* Industry Department:APO

Kementerian Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia. 2009. *Emisi Gas Rumah Kaca dalam Angka*.

Khane, Abd-El Rahman. TT. M*anual for the Preparation of Industrial Feasibility Studies*. UNIDO.

Ridiawan, Hari dan I Made Purna. 1991. *Dampak Pariwisata Terhadap Masyarakat Sekitarnya*. Direktorat Jenderal Kebudayaan. Jurnal Internet.

Singgih, Moses L, Mokh Suef, dan Chandra Adi Putra. 2010. *Waste Reduction with Green Productivity Approach for Increasing Productivity*. Jurnal Internet.

Singgih, Moses L. 2011. *Penerapan Green Productivity pada Pabrik Pengolahan dan Pendinginan Ikan*. Jurnal Internet.

Sutalaksana, Iftikar Z, Ruhana Anggawisastra, dan Jann H. Tjakraatmadja. 1979. *Teknik Tata Cara Kerja*. Bandung: ITB.

Santono, Haryi dan Puji Nugroho. 2015. *Penerapan Green Productivity untuk Meningkatkan Productivitas dan kinerja Lingkungan di Pabrik gula Sragi. Jurnal Nasional IENACO 2015. Issn:2337-4349.*

Widuri, Endang.2015. Analisis Produktivitas Proses Penyepuhan dengan Menggunakan Metode *Green Productivity. Jurnal Nasional IENACO 2015. Issn : 2337-4349.*

PERENCANAAN DAN PENJADWALAN PRODUKSI *GREEN TEA* DENGAN PENDEKATAN *THEORY OF CONSTRAINT* PADA PT. XYZ

Humala Napitupulu[1], Meilita T. Sembiring[1], Nurul Asmah Hidayah[2]
Departemen Teknik Industri[1], Alumni Departemen Teknik Industri[2]
Universitas Sumatera Utara
Jl. Almamater Kampus USU, Medan 20155
Email : Humala_N@yahoo.co.id
Email : Meilita_tryana@yahoo.co.id
Email : Nurulasmah92@gmail.com

Abstrak. Perencanaan produksi dalam proses produksi manufaktur merupakan salah satu bagian dari sistem produksi. Perencanaan produksi menentukan pengukuran kemampuan perusahaan dalam penyediaan produk. Pengaturan perencanaan produksi yang tidak baik akan menyebabkan terjadinya penumpukan (*bottleneck*). *Bottleneck* stasiun kerja mengakibatkan perusahaan tidak mampu memenuhi permintaan. PT. XYZ adalah sebuah perusahaan manufaktur dalam bidang produksi *green tea* yang mengalami masalah tidak mampu memenuhi permintaan akibat adanya *bottleneck* pada salah satu stasiun. Hal ini dapat dilihat dari jumlah produksi *green tea* lebih kecil dari jumlah permintaan produk *green tea.* Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan penjadwalan produksi *green tea* dengan menggunakan pendekatan *theory of constraint* (TOC) untuk menghilangkan kendala (*constraint*) yang menghambat aliran produksi. Metode penjadwalan dengan prinsip-prinsip dasar *theory of constraint* (TOC) adalah sistem penjadwalan *drum buffer rope* (DBR) dengan menggunkan *time buffer*, dimana stasiun kerja yang mengalami *bottleneck* diperbaiki sehingga menjadi stasiun kerja *non bottleneck*. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa stasiun kerja IV merupakan stasiun kerja *bottleneck.* Penyebab *bottleneck* pada stasiun kerja IV adalah kurangnya kapasitas tersedia (CA).
Kata kunci: *bottleneck, theory of constraint, drum buffer rope,* penjadwalan produksi

1. Pendahuluan

PT. XYZ adalah perusahaan manufaktur yang bergerak dalam bidang produksi *green tea*. Proses produksi dapat berjalan dengan melakukan perencanaan produksi. Perencanaan produksi merupakan kegiatan penyusunan jadwal produksi sebelum kegiatan produksi dilakukan. Pengaturan rencana produksi yang tidak baik akan menyebabkan terjadinya penumpukan (*bottleneck*) pada stasiun kerja. *Bottleneck* adalah stasiun kerja yang memiliki kapasitas lebih kecil dari kapasitas yang dibutuhkan (Sonia nur, 2014). Dalam jangka panjang *bottleneck* stasiun kerja akan mengakibatkan perusahaan mengalami keterlambatan produksi sehingga permintaan tidak dapat terpenuhi.

Perusahaan saat ini mengalami masalah pada bagian produksi dikarenakan ketidakmampuan dalam memenuhi permintaan yang diakibatkan oleh penumpukan (*bottleneck*). Berdasarkan pengamatan dapat dilihat bahwa tidak semua aliran produksi berjalan lancar sehingga menyebabkan terjadinya *bottleneck* terutama pada stasiun pengeringan I (SK III) dan pengeringan II (SK IV). Penyebab penumpukan (*bottleneck*) stasiun kerja adalah adanya perbedaan kapasitas antar stasiun kerja.

Tabel 1. Daftar Penumpukan (*Bottleneck*)

Tanggal Pengamatan	Rencana Produksi (Kg)	Jumlah Produksi (Kg)	Penumpukan (Kg)
10 November	10580	7180	3400
11 November	10200	6940	3260
12 November	10340	7034	3306

Sumber : PT. XYZ

Tabel 1 menunjukkan daftar penumpukan (*bottleneck*) pada stasiun kerja IV periode kerja 10 November – 12 November.

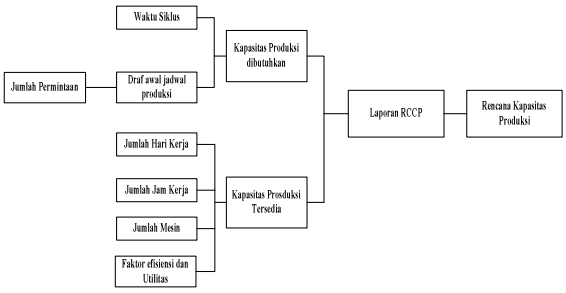
Penelitian akan dilakukan perhitungan perencanaan kapasitas secara kasar dan membandingkannya dengan kapasitas tersedia dengan menggunakan analisis RCCP (*rought cut capacity planning*). Pemecahan masalah akan diselesaikan dengan melakukan penjadwalan produksi menggunakan pendekatan *theory of constraint* dengan menerapkan 5 langkah-langkah *theory of constraint.* Metode penjadwalan yang digunakan dengan prinsip-prinsip dasar *theory of constraint* (TOC) adalah sistem penjadwalan *drum*

buffer rope (DBR) dengan menggunkan *time buffer*, dimana stasiun kerja yang mengalami *bottleneck* diperbaiki sehingga menjadi stasiun kerja *non bottleneck.*

2. METODE PENELITIAN

Tempat penelitian pada pabrik pengolahan *green tea* di Sumatera Barat. Waktu penelitian dilakukan pada bulan Agustus 2015 sampai Januari 2016. Objek penelitian yang diamati adalah bagian produksi *green tea*. Jenis rancangan penelitian yang dipakai dalam penelitian adalah penelitian terapan, karena penelitian ini mencari permasalahan yang ada untuk mengambil tindakan perbaikan (Sekaran, U. 2003). Tujuan dari penelitian adalah untuk menyusun rencana kapasitas produksi. Perencanaan kapasitas dilakukan untuk menyeimbangkan kapasitas tersedia (CA) dan kapasitas yang dibutuhkan (CR).

Dalam penelitian ini dibutuhkan kerangka teoritis untuk menunjukkan hubungan logis antara faktor/variabel yang diidentifikasi untuk menganalisis masalah penelitian (Sukaria, 2013). Kerangka teoritis penelitian dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1. Kerangka Teoritis

Gambar 1 menunjukkan rangkaian hubungan antar variabel yang digunakan dalam penelitian. Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Jumlah permintaan
2. Waktu siklus
3. Jumlah hari kerja dan jam kerja
4. Jumlah mesin produksi
5. Faktor efisiensi dan utilitas
6. Draf awal jadwal induk produksi
7. Kapasitas produksi yang dibutuhkan
8. Kapasitas produksi yang tersedia
9. RCCP
10. Jadwal induk produksi

Langkah awal dari penelitian ini adalah menghitung waktu baku dari setiap stasiun kerja. Selanjutnya meramalakan jumlah permintaan *green tea* untuk 12 bulan kedepan yang merupakan *input* awal untuk menghitung kebutuhan kapasitas dari stasiun kerja sehingga dapat teridentifikasi stasiun kerja *bottleneck* dan *non bottleneck.* Selanjutnya dilakukan penyusunan jadwal produksi *green tea* dengan pendekatan *theory of constraint*. Langkah-langkah dari *theory of constraint* adalah:

1. Identifikasi Kendala
2. Ekploitasi Kendala
3. Subordinasi
4. Elevasi Kendala
5. Mengurangi Proses

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perhitungan Waktu Baku

Waktu baku adalah waktu yang diperlukan pekerja untuk menyelesaikan suatu aktivitas (Sritomo, 1995). Waktu baku dari setiap stasiun kerja dapat dilihat pada Tabel 2.

Tanel 2. Waktu Baku Stasiun Kerja

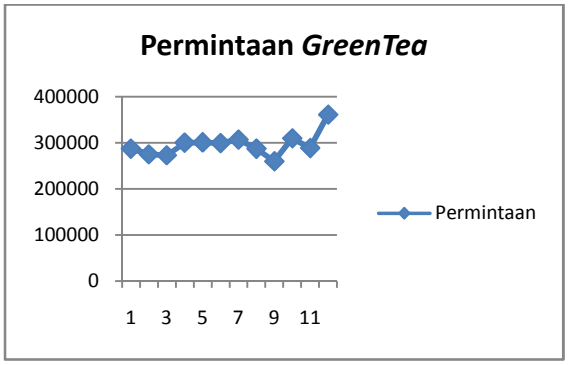
Stasiun Kerja	Waktu Siklus	All	Rf	Waktu Baku (Detik)
I	1860	11,2	1,02	2137,15
II	1813	12,5	1,04	2155,13
III	3533	11,5	1,02	4071,99
IV	50400	11,5	1,02	58088,14
V	607	11,5	1,02	700,12

Sumber : Pengolahan Data

Tabel 2 menunjukkan waktu baku pada setiap stasiun kerja yang diperoleh dari hasil waktu siklus dengan pertimbangan *allowance* dan *rating factor*.

3.2 Peramalan Permintaan

Peramalan permintaan dilakukan untuk 12 bulan kedepan. Penentuan metode peramalan dilakuakn dengan melihat pola data dari diagram pencar (*scatter* diagram) dari data permintaan *green tea*.



Gambar 2. Diagram Pencar

Gambar 2 menunjukkan pola data permintaan *green tea.* Berdasarkan pola data permintaan *green tea* metode peramalan yang digunakann adalah linear dan siklis. Hasil perhitungan tingkat *error* SEE diperoleh

metode peramalan siklis lebih baik dari metode peramalan linear. Hasil peramalan metode siklis dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Permalan Metode Siklis

Bulan	Jumlah Produksi
Agustus (2015)	311818
September (2015)	301430
Oktober (2015)	289517
November (2015)	279272
Desember (2015)	273439
Januari (2016)	273582
Februari (2016)	279662
Maret (2016)	290051
April (2016)	301963
Mei (2016)	312209
Juni (2016)	318041
Juli (2016)	317898

Sumber : Pengolahan Data

Tabel 3 menunjukkan hasil peramalan untuk 12 bulan kedepan. Hasil peramalan akan digunakan sebagai *input* untuk menghitung kapasitas yang dibutuhkan (CR).

3.3 Menyusun Rencana Produksi

3.3.1 Perhitungan Kapasitas yang dibutuhkan (CR)

Perhitungan kapasitas yang dibutuhkan (*Capacity requirement*/CR). dilakukan untuk mengetahui kapasitas yang dibutuhkan pada setiap stasiun untuk dapat memproduksi produk sesuai dengan hasil peramalan. Berdasarkan informasi dari perusahaan bahwa jumlah *output* produksi yang diperoleh adalah sekitar 65 % dari bahan baku yang diolah perusahaan. Jumlah bahan baku untuk produksi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Jumlah Bahan Baku

Bulan	Jumlah Bahan Baku
Agustus (2015)	476732
September (2015)	460849
Oktober (2015)	442636
November (2015)	426972
Desember (2015)	418055
Januari (2016)	418274
Februari (2016)	427569
Maret (2016)	443452
April (2016)	461665
Mei (2016)	477329
Juni (2016)	486246
Juli (2016)	486027

Sumber : Pengolahan Data

Tabel 4 menunjukkan jumlah bahan baku yang menjadi *input* awal stasiun kerja, dimana *Input* dari stasiun kerja ini digunakan untuk menghitung kapasitas yang dibutuhkan. Perhitungan untuk kapasitas yang dibutuhkan menggunakan rumus :

$CR = \sum_{k=1}^{n} a_k b_k$ untuk semua i, k.

a_{ik} = waktu standard pengerjaan elemen k pada stasiun kerja i

b_{ik} = Jumlah produk k yang akan dijadwalkan

Data kapasitas yang dibutuhkan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kapasitas yang Dibutuhkan

SK I	SK II	SK III	SK IV	SK V
7954617	1811656	2134192	21285640	546589
8038580	1830779	2156719	21510316	552359
8123430	1850104	2179484	21737365	558189
8209175	1869632	2202489	21966810	564081
8295826	1889366	2225737	22198676	570035
8383391	1909309	2249231	22432990	576052
8471880	1929463	2272972	22669778	582132
8561304	1949829	2296964	22909064	588277
8651671	1970410	2321209	23150877	594486
8742992	1991208	2345710	23395242	600761
8835277	2012226	2370470	23642186	607103
6939658	1580501	1861883	18569727	476848

Sumber : Pengolahan Data

Tabel 5 menunjukkan hasil perhitungan kapasitas yang dibutuhkan untuk dapat memenuhi hasil peramalan pada 12 bulan kedepan.

3.3.2. Perhitungan Kapasitas Tersedia

Perhitungan kapasitas tersedia (*Capacity Available*/CA) dilakukan untuk mengetahui kapasitas yang tersedia di pabrik untuk setiap stasiun kerja. Perhitungan CA dilakukan dengan rumus:

CA= (Total Jam Kerja x Jumlah Mesin) x utilitas x efisiensi

Hasil perhitungan kapasitas Tersedia dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6.Kapasitas Tersedia

SK I	SK II	SK III	SK IV	SK V
11425536	4379789	4194374	19363277	8759578
11031552	4228762	4049741	18695578	8457523
11819520	4530816	4339008	20030976	9061632
11425536	4379789	4194374	19363277	8759578
9455616	3624653	3471206	16024781	7249306
11425536	4379789	4194374	19363277	8759578
10637568	4077734	3905107	18027878	8155469
11819520	4530816	4339008	20030976	9061632
11425536	4379789	4194374	19363277	8759578
11819520	4530816	4339008	20030976	9061632
11819520	4530816	4339008	20030976	9061632
9455616	3624653	3471206	16024781	7249306

Sumber : Pengolahan Data

Tabel 6 menunjukkan hasil perhitungan kapasitas tersedia, dimana kapasitas tersedia merupakan kemampuan pabrik dalam melakukan produksi.

3.3.3. Identifikasi Stasiun kerja *Bottleneck*

Perhitungan varians antara kapasitas yang dibutuhkan (CR) dan kapasitas yang tersedia (CA) serta perhitungan persentase beban dilakukan untuk mengetahui stasiun kerja mana yang mengalami *bottleneck* dan *non-bottleneck*. Kriteria stasiun kerja *bottleneck* adalah nilai varians positif dan persentase beban stasiun kerja di atas 100 %. Hasil perhitungan nilai varians dan persentase beban menunjukkan bahwa stasiun kerja I, II, III, V merupakan stasiun kerja *non-bottleneck* dan stasiun kerja IV adalah stasiun kerja *bottleneck.*

3.3.4. Pengaturan Kembali Jadwal Induk Produksi dengan Pendekatan *Theory of constraint*

Pengaturan kembali jadwal induk produki *green tea* dengan pendekatan *theory of constraint* akan dilakukan untuk menghilangkan kendala sistem yaitu *capacity constraint* pada stasiun kerja sehingga dapat memenuhi permintaan konsumen. Dalam konsep penyelesaian dengan pendekatan *theory of constraint* digunakan penyangga waktu pada stasiun kerja *bottleneck* untuk menyeimbangkan aliran produksi. Langkah-langkah penyelesaian dengan pendekatan *theory of constraint* adalah:

1. Identifikasi Kendala

   Identifikasi kendala dilakukan pada *capacity constraint* untuk mendapatkan rencana kapasitas yang dapat memenuhi kapasitas stasiun kerja bottleneck. *Capacity constraint* pada sistem adalah stasiun kerja IV.

2. Eksploitasi Kendala

   Tahap ini merupakan inti dari langkah *theory of constraint* karena pada tahap ini akan ditentukan pemecahan masalah. Kendala pada kapasitas akan di selesaikan dengan sistem penambahan *time buffer* (penyangga waktu) pada stasiun kerja IV.

3. Subordinasi

   Pada langkah ini *bottleneck* pada stasiun kerja dihiilangkan dengan cara pengurangan antar kapasitas yang dibutuhkan dengan kapasitas tersedia. Perhitungan *time buffer* dilakukan dengan rumus:

   $$K = CR - CA$$

   K = *Time buffer*

   CR = Kapasitas yang dibutuhkan

   CA = Kapasitas Tersedia

4. Elevasi Kendala

   Pada langkah 3 semua *capacity constraint* sudah dapat teratasi. Hal ini menunjukkan bahwa stasiun kerja IV sudah terpenuhi kapasitasnya dan menjadi stasiun kerja *non bottleneck.*

5. Mengurangi Proses

   Seluruh stasiun sudah terpenuhi kapasitas yang dibutuhkan sehingga tidak perlu melakukan pengurangan proses. Maka langkah perbaikan selesai.

Time buffer yang ditambahkan pada stasiun kerja IV dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. *Time Buffer* Stasiun Kerja IV

Bulan	***Time Buffer* (Detik)**	***Time Buffer* (Jam)**
Agustus	10619929	164
September	10295196	159
Oktober	7221409	111
November	6912957	107
Desember	10540986	163
Januari	6264915	97
Februari	8674379	134
Maret	7282172	112
April	9497488	147
Mei	9805940	151
Juni	10470263	162
Juli	15604804	241
Rata-rata	9432536	146

Tabel 7 menunjukkan *time buffer* yang dibutuhkan agar dapat memenuhi stasiun kerja IV dan untuk menghilangkan *bottleneck* pada stasiun kerja IV.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian yaitu:

1. Hasil laporan RCCP diperoleh bahwa stasiun kerja IV adalah stasiun kerja *bottleneck* dan stasiun kerja I, II, III, dan V adalah stasiun kerja *non bottleneck.*
2. Perencanaan produksi yang merupakan draft awal jadwal induk produksi diperoleh dari hasil peramalan 12 bulan kedepan yaitu bulan Agustus 2015 – Juli 2016.
3. Setelah dilakukan pengaturan jadwal induk produksi yang optimal dengan penerapan *theory of constraint* dengan menggunakan sistem penjadwalan *drum buffer rope* dengan penambahan *time buffer* diperoleh bahwa stasiun kerja IV sudah menjadi stasiun kerja *non bottleneck.*
4. Hasil revisi jadwal induk produksi dapat digunakan sebagai jadwal induk produksi *green tea* dengan penambahan rata-rata *time buffer* 146 jam setiap bulannyastasiun kerja I, II, III, dan V adalah stasiun kerja *non bottleneck.*

DAFTAR PUSTAKA

Elwood S, Buffa. 1983. *Manajemen produksi/Operasi Modern.*Jakarta: Erlangga.

Ginting, Rosnani.2007. *Sistem Produksi*, Edisi Pertama. Yogyakarta:Graha Ilmu.

Rimawan, Erry. 2007. *Usulan Penjadwalan Produksi dengan Menggunakan Teknik Theory of Constraint di PT.XXX*. Universitas Mercu Buana: Departemen Teknik Industri.

Shabrina, Dina nur, *dkk.* 2012. *Rancangan Sistem Penjadwalan Buku Fiksi dengan Pendekatan Theory of Constraints di PT. Mizan Grafika Sarjana*. Bandung: Teknik Industri Institut Teknologi Nasional (Itenas).

Sinulingga, Sukaria.2009. *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Cetakan I. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Sinulingga, Sukaria.2013. *Metode Penelitian*. Edisi III. Medan: USU Press.

Sodikin, Imam, *dkk.* 2013. *Analisis capacity constrained Resources Guna Mengoptimalkan Aliran Produksi dengan Pendekatan Theory of Constraints.* Yogyakarta: Teknik Industri FTI.

Suci, Sonia Nur Indah, dkk, 2009. *Peningkatan Kapasitas Produksi Melalui Penerapan Theory Of Constraint, Penjadwalan Mesin Paralel, dan Bottleneck Schedulling pada Perusahaan Sheet Metal Work.* Jakarta: Universitas Trisakti.

Sutalaksana, Iftikar Z. 1979. *Teknik Tata Cara Kerja.* Bandung: Institut Teknologi Bandung

PERANCANGAN KONSEP *DISTRIBUTION RESOURCE PLANNING* (DRP) DALAM MENDUKUNG SISTEM *SUPPLY CHAIN MANAGEMENT* (SCM) PADA PT. XYZ

Sukaria Sinulingga[1], Nazaruddin Matondang[1], Donni Syahrial Hanafi Daulay[2]
Dosen Magister Teknik Industri[1], Alumni Magister Teknik Industri[2]
Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara
Jl. Almamater Kampus USU, Medan 20155
Email : drial46@ymail.com

Abstrak. PT. Gold Coin Indonesia-Medan merupakan perusahaan yang bergerak dalam industri pakan ternak memiliki rantai distribusi dari *Central Supply Facilities* (CSF) di Medan ke *Distribution Center* (DC) yang berada di Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat dan Riau serta Kepulauan Riau. Proses pendistribusian mengalami kendala dalam proyeksi permintaan pada masing-masing DC pada masa yang akan datang sebab masih cenderung menggunakan metode estimasi dan *trial and error*. Hal ini menyebabkan terjadinya keterlambatan pengiriman dan kekurangan jumlah produk pada DC sehingga tidak terpenuhinya permintaan pelanggan. Manajemen rantai pasok (*Supply Chain Management*) yang ada tidak berjalan lancar karena mengalami kendala pada rantai pasok manufaktur dan distribusi tersebut. Oleh karena itu, penulis mengambil judul penelitian "*Perancangan Konsep Distribution Resource Planning (DRP) Dalam Mendukung Sistem Supply Chain Management (SCM) Pada PT. Gold Coin Indonesia – Medan*."Penyelesaian permasalahan pendistribusian dilakukan dengan melakukan peramalan (*forecasting*) data permintaan pada setiap DC, melakukan perhitungan *order quantity*, perhitungan frekuensi pemesanan, perhitungan *safety stock*, dan penyusunan DRP *worksheet*. Konsep DRP memberikan aliran produk dari CSF ke setiap DC pada waktu dan jumlah yang sudah terintegrasi, sehingga dapat menjaga kelancaran pengiriman produk dalam memenuhi kebutuhan atau permintaan serta meningkatkan pelayanan terhadap pelanggan melalui perencanaan pendistribusian yang memproyeksikan kebutuhan yang akan datang sehingga dapat mengurangi *stock out*. Penggunaan *Distribution Resource Planning* (DRP) menyebakan penurunan biaya distribusi sebesar Rp. 58,443,442;- atau 10 % dari kondisi aktual perusahaan selama ini. Perhitungan *safety stock* dilakukan sebagai acuan pemesanan kembali pada masing-masing DC. Hasil perhitungan *safety stock* untuk masing-masing DC adalah DC 1 sebanyak 46 ton, DC 2 sebanyak 58 ton, DC 3 sebanyak 58 ton, dan DC 4 sebanyak 120 ton. Sedangkan untuk *order quantity* yang diperoleh untuk masing-masing DC adalah DC 1 sebanyak 852 ton, DC 2 sebanyak 504 ton, DC 3 sebanyak 470 ton, dan DC 4 sebanyak 360 ton. Dengan jumlah pemesanan sebagai berikut Jumlah pemesanan untuk masing-masing DC selama 13 periode yaitu DC 1 sebanyak 4 kali, DC 2 sebanyak 4 kali, DC 3 sebanyak 4 kali, dan DC 4 sebanyak 8 kali. Hal ini dapat meminimalkan biaya distribusi.
Kata Kunci: Forecasting, Order Quantity, Safety Stock, DRP dan SCM

Abstract. *PT. Gold Coin Indonesia-Medan is the company that moves in feeed mill industry which have the chain of distribution from Central Supply Facilities (CSF) in Medan to Distribution Center (DC) Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Riau, and Kepulauan Riau. The process of distribution have constraint in projected demand at each DC in future because of using estimate and trial and error.This situation resulted delivery delays and shortage of product in the DC so that the customer demand was unfulfilled. Supply Chain Management which not good flow because have problem at the manufacture and distribution. Problem solving of distribution is done with doing the forecasting of demand for data on each DC, make calculation order quantity, frequency of reservations, safety stock, and the preparation of DRP worksheet. DRP concept provides a steady stream of product from CSF to any DC at the time and the amount already integrated to maintain the smooth delivery of goods to meet the needs and to improve the service to customers through the distribution planning that project the future needs so the stock out can be reduced. The use of Distribution Resource Planning (DRP) cause the number of distribution cost decreased among Rp. 58,443,442;-;- or 10 % from company actual condition. Calculation of safety stock carried as a reference in reordering at each DC. The result calculation of safety stock for each DC are DC 1 is 46 tons, DC 2 is 58 tons, DC 3 is 58 tons, dan DC 4 is 120 tons. For order quantity each DC are DC 1 is 852 tons, DC 2 is 504 tons, DC 3 is 470 tons, dan DC 4 is 360 tons. The number of order each DC for 13 periods are DC 1 is 4 times, DC 2 is 4 times, DC 3 is 4 times, and DC 4 is 8 times. That's can reduce the distribution cost.*
Keywords: Forecasting, Order Quantity, Safety Stock, DRP and SCM

1. PENDAHULUAN

Perkembangan industri pakan ternak dewasa ini semakin maju di Indonesia khususnya di wilayah Sumatera Utara. Para investor semakin tertarik untuk menanamkan sahamnya untuk mendirikan pabrik-pabrik pakan ternak. Hal ini ditandai dengan semakin banyaknya pabrik-pabrik pakan ternak baru maupun pabrik yang berekspansi untuk meraih pangsa pasar yang semakin luas.

PT. XYZ memiliki jaringan distribusi yang cukup luas. Perusahaan ini memiliki beberapa *Distribution Center* (DC) yang berada di Padang, Payakumbuh, Pekan Baru, Batam serta wilayah Sumatera Utara dan sekitarnya. Kemudian dari masing-masing DC produk akan didistribusikan kepada pelanggan. Perusahaan ini dituntut untuk memiliki kemampuan dalam mengelola sistem distribusi dengan baik oleh manajemen dan pelanggan.

Pemenuhan permintaan yang tidak terpenuhi dengan tepat waktu dapat mengakibatkan pengangkutan (*truck*) menunggu cukup lama (berjam-jam sampai berhari) di stasiun muat produk jadi (*loading bay*) karena produk jadi yang diinginkan tidak tersedia di lantai produksi. Produk yang tidak tersedia di gudang diakibatkan oleh penjadwalan produksi yang kurang baik yang tidak memiliki dasar peramalan yang baik serta adanya variasi dalam pengiriman produk sehingga mengakibatkan pendistribusian produk tidak lancar.

Untuk dapat meminimumkan kendala-kendala tersebut maka perlu dilakukan perbaikan pada sistem yang ada pada perusahaan. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk memperbaikinya adalah dengan menganalisis sistem produksi yang ada terutama dalam dasar peramalan, penentuan persediaan dan penjadwalan pendistribusian yang diharapkan dapat mendukung sistem *Supply Chain Management* (SCM) dapat berjalan dan berintegrasi dengan baik pada setiap sub komponen yang ada pada perusahaan.

Dengan merancang konsep *Distribution Resource Planning* (DRP) yang terarah, diharapkan dapat mendukung sistem SCM pada perusahaan dalam menyelesaikan permasalahan permintaan yang tidak terpenuhi yang berdampak pada pendistribusian yang tidak lancar.

Dengan DRP perusahaan dapat memulai penjadwalan distribusi dengan lebih akurat dan pada saat yang sama dapat mencapai stabilitas produksi. DRP dapat mengolah informasi untuk memperlancar dan mengatur pemasaran, sehingga dapat menyeimbangkan antara permintaan dan pendistribusian.

Sistem SCM dengan karakteristiknya memberikan kemudahan dalam hal interaksi antar *stakeholder* dinilai mampu menjawab permasalahan yang ada. SCM dapat meminimalkan permasalahan berkaitan penyediaan dan pendistribusian dengan sistem SCM tersebut.

2. METODE PENELITIAN

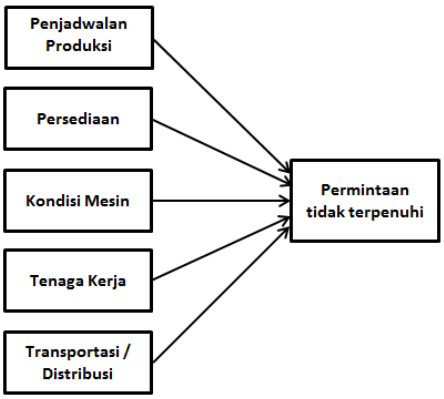
Metode penelitian merupakan tahapan-tahapan, petunjuk pelaksanaan, atau petunjuk teknis dalam melakukan pencarian masalah, penentuan solusi, dan mencari solusi dari masalah penelitian. Kerangka pikir merupakan gambaran proses berpikir dalam memecahkan permasalahan penelitian

2.1. Variabel Penelitian

Variabel yang mempengaruhi dalam penelitian ini antara lain:

1. Permintaan dan Pendistribusian
   Yang termasuk sub kriteria pada kriteria ini adalah:
   a. Waktu produksi dan perjalanan dalam pendistribusian produk
   b. Kapasitas waktu produksi suatu produk dan waktu kendaraan
   c. Penjadwalan produksi yang baik
   d. Kemampuan mengatasi kerusakan mesin saat beroperasi serta pada saat melayani kebutuhan pelanggan
   e. Pengelolaan persediaan untuk memenuhi permintaan.
2. *Distribution Requirement Planning* (DRP)
   Yang termasuk sub kriteria pada kriteria ini adalah:
   a. Peramalan permintaan
   b. Penentuan *Safety Stock*
   c. *Order Quantity*
   d. *Lead Time* pemesanan
   e. Wilayah tujuan konsumen
3. *Supply Chain Management* (SCM)
   Yang termasuk sub kriteria pada kriteria ini adalah:
   a. Inventarisasi kebutuhan *stakeholder*
   b. Identifikasi *supply chain*
   c. Jalur *supply chain*
   d. Perencanaan dan eksekusi *supply chain management*

Penelitian dapat terlaksana secara terstruktur dan menjadi lebih mudah apabila tersedia kerangka konseptual penelitian yang akan dilakukan. Kerangka konseptual dalam penelitian ini dapat dilihat seperti pada Gambar 1 di bawah ini :



Gambar 1. Kerangka Konseptual Penelitian

2.2. Metode Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan ada dua jenis yaitu:

1. Data primer berupa mekanisme dan aktivitas *supply chain* khususnya pada aspek distribusi perusahaan
2. Data sekunder berupa data yang diperoleh melalui pihak perusahaan dan karyawan PT. XYZ yaitu:

a. Data permintaan masing-masing DC selama 26 minggu periode bulan Juli 2015 sampai dengan Desember 2015
b. Persediaan periode sebelumnya dan *Lead time*
c. Informasi biaya yang digunakan seperti biaya pemesanan, biaya pengiriman, dan ongkos simpan.

2.3. Metode Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan metode *Distribution Resources Planning*:

1. Tahapan pertama yang dilakukan adalah melakukan peramalan terhadap jumlah permintaan untuk periode berikutnya. Peramalan dilakukan untuk mengetahui perkiraan permintaan untuk 13 minggu periode bulan dari Januari 2016 sampai dengan Maret 2016, dimana data yang digunakan sebagai dasar dalam melakukan peramalan adalah data permintaan 26 minggu sebelumnya. Metode peramalan yang digunakan adalah *double exponential smoothing* dengan satu parameter Brown dan *double exponential smoothing* dengan dua parameter Holt dan pemilihan peramalan terbaik dilakukan dengan membandingkan kesalahan peramalan. Peramalan terbaik adalah peramalan yang memiliki kesalahan terkecil.
2. Selanjutnya dilakukan penentukan Q optimum, *reorder point*, *safety stock* dengan menggunakan model Q dengan sistem *back order*.
3. Penentuan aplikasi perencanaan produksi dan distribusi dengan menggunakan metode *Distribution Resources Planning* yang ditampilkan pada *Distribution Resources Planning Worksheet*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Perancangan Konsep

Dari hasil perhitungan *order quantity* yang dilakukan untuk mengetahui jumlah optimum yang akan dikirimkan untuk setiap kali pemesanan. Perhitungan jumlah optimum dilakukan agar dapat memenuhi permintaan *Distribution Center* (DC) dan meminimalkan biaya distribusi. Jumlah optimum yang diperoleh setelah dilakukan perhitungan menggunakan model Q probabilistik dengan *back order* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. *Order Quantity* Setiap DC Menggunakan Model Q Probabilistik *Back Order*

Order Quantity (ton)	DC			
	1	2	3	4
	852	504	470	360

Berdasarkan tabel 1 di atas dapat dilihat dengan mendapatkan *order quantity* dari masing-masing DC maka akan dapat meminimalisir terjadinya variasi pengiriman produk.

Berdasarkan hasil perhitungan *reorder point* yang dilakukan untuk mengetahui titik pemesanan kembali yang dilakukan oleh DC, maka rekapitulasi perhitungan *reorder point* sebagai berikut:

Tabel 2. Rekapitulasi Perhitungan *Reorder Point* Masing-masing DC

Reorder Point (ton)	DC			
	1	2	3	4
	274	153	133	226

Reorder point hasil perhitungan DRP memberikan dampak pada proses pengiriman yang dilakukan setiap bulannya.

Dari hasil perhitungan *safety stock* yang dilakukan untuk mengetahui persediaan pengaman yang ada di gudang masing-masing DC, maka rekapitulasi perhitungan *safety stock* masing-masing DC dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 3. Rekapitulasi Perhitungan *Safety Stock* Masing-masing DC

Safety Stock (ton)	DC			
	1	2	3	4
	46	58	58	120

3.2. Biaya Distribusi

Perbandingan biaya distribusi yang dilakukan perusahaan dengan distribusi menggunakan DRP ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Biaya Distribusi Aktual Perusahaan dengan Biaya Distribusi Hasil DRP

DC	Biaya Distribusi (Rp)		DC		Biaya Distribusi (Rp)
	Aktual				Metode DRP
1	153,268,059		1		125,958,909
2	133,188,123		2		118,987,347
3	118,507,223		3		104,303,747
4	199,763,375		4		197,033,335
Total	604,726,782		Total		546,283,340

Persentase penurunan biaya distribusi yang diperoleh setelah menggunakan metode DRP dengan penggabungan DC yaitu sebesar :

$$= \frac{(604,726,782 - 546,283,340)}{604,726,782} x100\%$$

= 10 %

Dari Tabel 4 dan perhitungan di atas dapat dilihat bahwa setelah dilakukan perhitungan biaya distribusi dengan metode DRP, perusahaan akan menghemat biaya sebesar Rp 58,443,442 atau 10 % dari biaya yang dikeluarkan perusahaan.

3.3. DRP *Worksheet*

Dari jumlah permintaan selama 13 periode, maka dapat disusun perencanaan DRP untuk setiap DC dalam *time bucket* bulanan sebab *lead time* masing-masing DC satu bulan.

Tabel 5. DRP Worksheet *Distribution Center* 1

On Hand Balance 300 *Lead Time (week)* 0

Safety Stock 46 *Order Quantity* 852

	Past Due	Week												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Demand Forecast		282.90	273.67	264.44	255.22	245.99	236.76	227.53	218.31	209.08	199.85	190.63	181.40	172.17
In Transit														
Projected on Hand	300	869.10	595.43	330.99	75.77	681.78	445.02	217.49	851.18	642.10	442.25	251.62	70.22	750.05
Planned Shipments - Receipt Date		852				852			852					852
Planned Shipments - Ship Date		852				852			852					852

Dari Tabel 5, dapat dilihat DRP *worksheet* pada setiap *distribution centre* dimana memperlihatkan sistem kegiatan perencanaan dan penjadwalan distribusi di *distribution centre* yang didasarkan pada peramalan. DRP *worksheet* dibuat untuk memperlihatkan secara detail dan jelas jumlah permintaan, *safety stock*, *order quantity* dan *lead time*.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa: Faktor-faktor yang menyebabkan distribusi tidak lancar adalah penjadwalan produksi dan pengiriman yang tidak baik, persediaan yang tidak mencukupi, mesin yang rusak, serta tenaga kerja yang kurang kompeten dan disiplin. *Distribution Resource Planning* (DRP) yang dapat mengoptimalkan pendistribusian dengan menyesuaikan jadwal dan jumlah pengiriman sesuai dengan DRP *worksheet* dan *pegging information.* Hal ini dapat menghemat biaya pendistribusian sebesar Rp. 58,443,442;- atau 10 % dari biaya yang dikeluarkan perusahaan. Dengan hasil perhitungan jumlah pengiriman atau *order quantity* masing–masing DC yaitu DC 1 sebanyak 852 ton, DC 2 sebanyak 504 ton, DC 3 sebanyak 470 ton, dan DC 4 sebanyak 360 ton. Jumlah pemesanan untuk masing-masing DC selama 13 periode yaitu DC 1 sebanyak 4 kali, DC 2 sebanyak 4 kali, DC 3 sebanyak 4 kali, dan DC 4 sebanyak 8 kali. Hal ini dapat meminimalkan biaya distribusi. Besar jumlah persediaan pengaman yang harus disediakan perusahaan untuk memenuhi permintaan pelanggan adalah DC 1 sebanyak 46 ton, DC 2 sebanyak 58 ton, DC 3 sebanyak 58 ton, dan DC 4 sebanyak 120 ton.

DAFTAR PUSTAKA

Abdillah, Adib Fahrozi. (2009), *Perencanaan dan Penjadwalan Aktivitas Distribusi Hasil Perikanan Dengan Menggunakan Distribution Requirement Planning (DRP)*, Jurusan Teknik Industri, fakultas Teknologi Industri, Universitas Pembangunan Nasional.

Akbar, Muhammad Fakhri. (2013*). Studi Aplikasi Distribution Resource Planning Dalam Pendistribusian Produk Mi Instan Pada PT. "X" DI Tanjung Morawa*, Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara.

Baroto, Teguh. (2002), *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*, Jakarta, Ghalia Indonesia.

Camito Paz, Juan. (2015), *Redesign of a Supply Network by Considering Stochastic Demand*, Universidad Javeriana Cali, Colombia

Fogarty, Blakstone, Hoffmann. (1991), *Production & Inventory Management Second Edition*, Cincinnati, Ohio, South – Western Publishing Co.

Gaspersz, Vincent. (2009) *Production Planning and Inventory Control : Berdasarkan Pendekatan Sistem Terintegrasi MRP II dan JIT Menuju Manufacturing 21*, Jakarta, PT. Gramedia Pustaka Utama.

Gimenez, Gerusa. (2000), *Implementing a Distribution Requirement Planning System in a Distribution Company*, Universitat de Girona

Ginting, Rosnani. (2007) *Sistem Produksi*, Yogyakarta, Graha Ilmu.

Houshyar, Afsaneh Noori, dkk. (2013), *Simulating Effects of Transportation Disruption on Supply Chain Based on Vendor Managed Invertory Approach*, University Putra Malaysia & University Kebangsaan Malaysia

Kundu, Soumita. Tripti Chakrabarti, (2015), *An Integreted Multi-Stage Supply Chain Inventory Model with Imperfect Production Process*, University of Calculta, India and Growing Science Ltd.

Martin, Andre J. (1995) *DRP : Distribution Resource Planning*, Canada, John Wiley & Sons, Inc.

Miguel, Priscila Lacynski de Souza, Luiz Arthur Ledur Brito. (2011), *Supply Chain Management Measurement and its Indluence on Operational Performance*, JOSCM.

Noeryanti, Ely Oktafiani, Fera Andriyani. (2012), *Aplikasi Pemulusan Eksponensial Dari Brown Dan Dari Holt Untuk Data Yang Memuat Trend*, Jurusan Matematika, Fakultas Sains Terapan, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta.

Pujawan, I Nyoman. (2005), *Supply Chain Management Edisi Pertama*, Surabaya, Guna Widya.

Sekhar JVD, Chandra, Balasubramanian V. (2012), *DRP: A Novel Aprroach for Requirement planning in Supply Chain Mangement*, School of Company Science and Engineering, VIT University, India.

Sinulingga, Sukaria. (2008), *Pengantar Teknik Industri*, Yogyakarta, Graha Ilmu.

Sinulingga, Sukaria. (2009), *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*, Yogyakarta, Graha Ilmu.

Sinulingga, Sukaria. (2014), *Metode Penelitian*, Edisi 3, Medan, USU Press.

Sinulingga, Sukaria. (2014), *Rekayasa Produktivitas*, Medan, USU Press.

Sofyan, Diana Khairani. (2013), *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*, Yogyakarta, Graha Ilmu.

Sri Wiyono, Didiek. Wahyudi Sutopo, (2009), *Perancangan Model Distribusi Komoditas Padi Paska – Panen Berbasis Supply Chain Management (Studi Kasus Sistem SAPA)*, Jurusan Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret, Surakarta

Jurnal Sistem Teknik Industri, Vol 18. No. 1, Januari 2016
ISSN 1411 – 5247

ANALISIS KEUNGGULAN DAN KELEMAHAN MERK FRUIT TEA

Sukaria Sinulingga[1], Humala Napitupulu[1], Ferdyanta Sitepu[2]
Program Magister Teknik Industri[1], Alumni Program Magister Teknik Industri[2]
Fakultas, Universitas Sumatera Utara
Jl. Almamater Kampus USU, Medan 20155
Email: yantaonline@gmail.com
Email: sukaria_sinulingga@yahoo.com
Email : humala_n@yahoo.com

Abstrak: Penelitian Ini bertujuan melakukan mengidentifikasi dan menganalisis faktor–faktor Ekuitas Merek *(Brand Equity)*, yang terdiri dari *Brand Awareness, Brand Association* dan *Perceived Quality – Marketing Mix*, yang mempengaruhi loyalitas konsumen *(Brand Loyalty)* didalam membeli suatu produk minuman teh rasa buah dalam kemasan, sehingga diketahui faktor faktor *Brand Equity* yang paling menentukan keunggulan dan kelemahan produk merek Fruit Tea yang diproduksi oleh PT. Sinar Sosro dibandingkan dengan merek Frestea yang diproduksi oleh PT. Coca-Cola Indonesia, berdasarkan preferensi konsumen di didalam memilih merek minuman teh rasa buah dalam kemasan.Dua ratus Responden Mahasiswa Universitas Sumatera Utara dilibatkan dalam penelitian yang dipilih menggunakan Teknik *Non probability sampling*, dimana pemilihan sampel ditentukan dengan model *Purposive* dan *Judgment sampling* dengan pertimbangan tertentu yaitu pernah mengkonsumsi produk dengan merek Fruit Tea maupun produk merek Fres Tea kemasan apa saja. Pengumpulan data dilakukan dengan menyebar kuesioner, dan metode analisis data dilakukan dengan Analisis Regresi Linier Berganda, Koefisien Determinasi, Signifikansi Simultan *(Uji F)*, Signifikansi Parsial *(Uji T)*, Perbandingan Berpasangan *(Paired – Samples t Test)*, *Customer Satisfaction Index*, Analisis Tingkat Kepentingan dan Kinerja Atribut Dimensi Kualitas Produk, dan Analisis Loyalitas Konsumen.Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara garis besar dari 3 pembentuk variable *Brand Equity*, diketahui merek Fres Tea unggul pada *Brand Awareness* dan *Perceived Quality*, sedangkan merek Fruit Tea unggul pada *Brand Association*. Secara keseluruhan atribut–atribut pembentuk *Brand Equity* produk merek Fres Tea lebih unggul dibanding dengan merek Fruit Tea termasuk tingkat Loyalitas Responden *(Brand Loyalty)* didalam membeli produk merek Frestea.
Kata Kunci : Ekuitas Merek, Bauran Pemasaran, Loyalitas Konsumen, Kepuasan Konsumen.

Abstract: This research is aims to identify the factors of brand equity which consists of Brand Awareness, Brand Association and Perceived Quality - Marketing Mix, which affects consumer loyalty (Brand Loyalty) in the purchase of a fruit-flavored tea drinks in pack. thus the brand Equity factor most decisive advantages and disadvantages fruit-flavored tea drinks in pack. which is produced by PT. Sinar Sosro compared with Frestea brand produced by PT. Coca-Cola Indonesia is known, which is done by identification and analysis of factors of brand equity, based on the preferences of consumers in the area of Medan in choosing fruit-flavored tea drinks in pack. Two hundred respondents of North Sumatra University students included in the study were selected using non-probability sampling technique in which the sample selection is determined by the model of purposive sampling with particular consideration that is person who ever consumed Fruit Tea and FresTea brands. Data collected by spreading questionnaire and method of data analysis was done with Analysis Regression, Coefficient of Determination, Significance Simultaneous (Test F), Significance Partial (Test T), Pairwise Comparison (Paired - Samples t Test), Customer Satisfaction Index, Analysis of Product Performance and Importance and Customer Loyalty Analysis.The results showed that Frestea more superior Brand Awareness and Perceived Quality, while the Fruit Tea superior in Brand Association. Overall, attributes Brand Equity forming Frestea product is superior compared to Fruit Tea including Customer Loyalty in buying product Frestea.
Keywords : *Brand Equity, Customer Loyalty, Marketing Mix, Customer Satisfaction*

1. PENDAHULUAN

Menurut Ismani, 2008 dalam Rizan & Saidani, (2012), melalui penelitiannya mengatakan, bahwasanya munculnya berbagai macam produk dalam satu kategori dengan kualitas produk yang sudah menjadi standar dan dapat dengan mudah ditiru dan dimiliki oleh siapapun mengakibatkan sulitnya suatu perusahaan untuk mempertahankan dirinya sebagai pemimpin pasar. Dewasa ini salah satu jenis industri yang mengalami perkembangan industri yaitu yang menawarkan produk minuman. PT. Sinar Sosro bukan hanya sebagai pabrik

minuman teh siap saji pertama di Indonesia tetapi juga di dunia. Bahkan di bawah kendali Sinar Sosro, merek Fruit Tea tumbuh menjadi pemimpin pasar dan menjadi *Umbrella Brand* (merek penguat) bagi merek-merek lain diluar merek Teh Botol Sosro yang diproduksi oleh PT. Sinar Sosro dan pada tahun 2004 memperoleh *Indonesia Best Brand Award* sebagai *Most Potential Brand In Non-Carbonated Drink Category*. Namun, dominasi PT. Sinar Sosro dimasuki pendatang baru yang mengikuti varian rasa Fruit Tea yaitu merek Frestea yang diproduksi oleh PT. Coca-Cola, yang berusaha mengambil pangsa pasar Fruit Tea. Hal ini terlihat dari Penurunan nilai *Top Brand* merek Furit Tea yang mengindikasikan sebagian konsumen merek Fruit Tea mulai berpindah ke merek yang lain dan hal ini merupakan dampak dari menurunya pemasaran di pangsa pasar minuman teh dalam bentuk kemasan yang terjadi di beberapa cabang yang salah satunya adalah PT. Sinar Sosro cab. Tanjung Morawa. Selain turunnya citra merek, Fruit Tea juga mengalami volume penjualan yang berfluktuasi, dan penuruan volume penjualan produk merek Fruit Tea terjadi secara signifikan dari tahun 2012 s/d 2014. Penurunan persentase market share yang terjadi yang sangat signifikan mengindikasikan adanya permasalahan loyalitas merek dari pelanggan Fruit Tea. Dapat dikatakan juga bahwasanya penurunan pangsa pasar *(Market Share)* yang dialami oleh Fruit Tea diiringi dengan kenaikan persentase pangsa pasar dari beberapa merek pesaingnya. Hal ini mengindikasikan bahwa sebagian konsumen Fruit Tea mulai berpindah ke merek lain.Untuk itu, perlu di lakukan identifikasi dan analisis terhadap faktor-faktor ekuitas merek yang menentukan keunggulan dan kelemahan merek Fruit Tea dibanding merek pesaing berdasarkan preferensi konsumen didalam memilih suatu merek. Untuk itu, perlu di lakukan identifikasi dan analisis terhadap faktor-faktor ekuitas merek yang menentukan keunggulan dan kelemahan merek Fruit Tea dibanding merek pesaing berdasarkan preferensi konsumen. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk Melakukan identifikasi dan analisis faktor-faktor Ekuitas Merek *(Brand Equity)*, yang menjadi keunggulan dan kelemahan merek Fruit Tea dibandingkan dengan merek pesaing berdasarkan preferensi konsumen di wilayah Kota Medan didalam memilih merek minuman teh rasa buah dalam kemasan dan Merekomendasi alternatif strategi peningkatan citra merek Fruit Tea berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Universitas Sumatera Utara selama bulan September 2014 sampai dengan Agustus 2015. Populasi dalam penelitian ini adalah Mahasiswa/i Universitas Sumatea Utara.. Sedangkan Sampel dari penelitian ini adalah sebagian dari Mahasiswa Universitas Sumatera Utara (USU) yang pernah mengkonsumsi minuman teh rasa buah dalam kemasan merek Fruit Tea maupun merek Frestea yaitu sebanyak 200 orang. Jenis penelitian ini dikategorikan merupakan penelitian penelitian gabungan antara penelitian survey dan juga sebab akibat *(causal research)*. Sedangkan pendekatan yang digunakan pada penelitian ini adalah pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Teknik pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Non probability sampling* dan pemilihan sampel ditentukan dengan model *Purposive sampling*, yaitu mahasiswa yang pernah mengkonsumsi minuman teh rasa buah dalam kemasan. Pertimbangan lain yaitu di wilayah Perguruan Tinggi karena lebih mudah untuk mendapatkan produk, tingkat kemungkinan yang besar untuk mendapatkan para responden yang membeli dan/atau sedang minuman teh rasa buah dalam kemasan (merek Fruit Tea maupun Frestea) sehingga mudah dalam mendapatkan responden. Sedangkan tipe pengambilan sampel menggunakan metode *Judgement Sampling*. Sampel diambil berdasarkan kriteria yang telah dirumuskan terlebih dahulu oleh peneliti yaitu mahasiswa yang pernah mengkonsumsi merek Fruit Tea maupun Frestea.

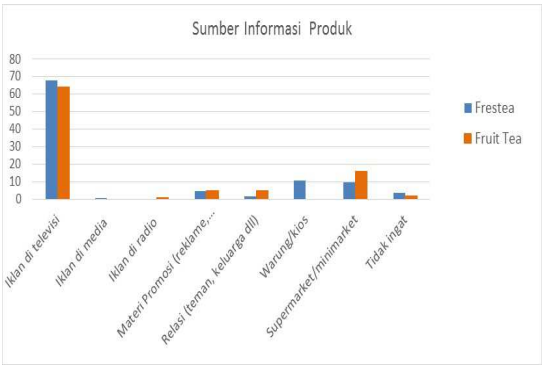
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Analisis Data Kualitatif.

i. Sumber Informasi tentang merek Fruit Tea dan Frestea.

Berdasarkan hasil dari data yang telah diperoleh pada Gambar 1., terlihat bahwa jumlah persentase responden yang mendapat informasi tentang produk merek Frestea dari iklan televisi sebanyak 68%, sedangkan merek Fruit Tea adalah 64%. Selain itu, jumlah responden yang mendapat informasi dari iklan di media cetak maupun di media sosial, berturut – turut hanya 1% dan 4%.

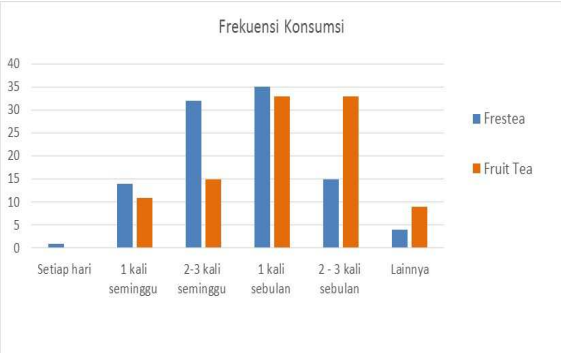
ISSN 1411 – 5247



Gambar 1. Sumber Informasi Produk merek Fruit Tea dan Frestea

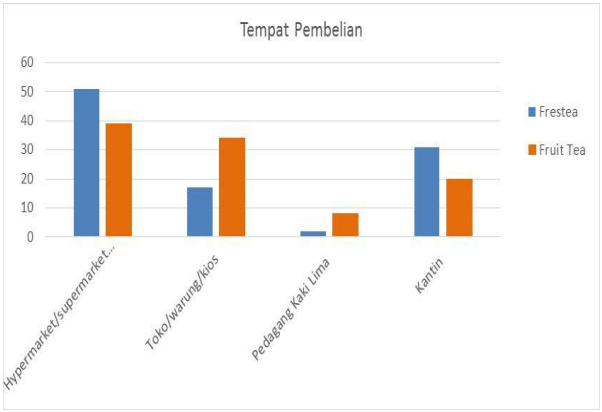
ii. Frekuensi Konsumsi merek Fruit Tea dan Frestea

Pada gambar 2, terlihat bahwa kelompok responden yang rata-rata konsumsi merek Fruit Tea, 1 dan 2–3 bulan sekali memiliki persentase terbesar, yaitu sebasar 33%. Urutan selanjutnya adalah kelompok responden yang mengkonsumsi merek Fruit Tea sebanyak 2–3 kali seminggu, yaitu sebesar 15%. Responden yang mengkonsumsi merek Fruit Tea 1 kali seminggu sebanyak 11%. Sementara itu konsumen yang mengkonsumsi merek Frestea 1 kali seminggu sebesar 14% dan 2 – 3 kali seminggu sebesar 32%.



iii. Distribusi/ Tempat Pembelian.

Berdasarkan data yang telah dikumpulkan, terlihat gambar 3., bahwa kelompok responden paling banyak melakukan pembelian produk merek Frestea di Supermarket yaitu sebanyak 56% sedangkan pembelian produk merek Fruit Tea 42%. Urutan selanjutnya responden melakukan pembelian di warung/kios/toko kelontong yaitu sebanyak 25% untuk pembelian produk merek Frestea. Sedangkan pembelian produk merek Fruit Tea sebesar 40%.



Gambar 3. Tempat Pembelian Produk merek Fruit Tea dan Frestea

iv. Perbandingan Berpasangan *(Paired T test)* merk Fruit Tea vs Fres Tea.

1. *Perceived Quality*

Hasil pengolahan data pengujian berpasangan *Perceived Quality–Marketing Mix* antara merek Frestea dengan merek Fruit Tea dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Perbandingan *Perceived Quality – Marketing Mix* Merek Fruit Tea dan Frestea

No.	Atribut	Fruit Tea		Fres Tea		t value	Sig.	Sig.
		μ	SD	μ	SD		(2 tail)	(1 tail)
1	Banyaknya varians rasa buah	4,02	,745	3,60	1,013	4,240	,000	,000
2	Desain Logo dan kemasan menarik	3,33	,888	3,79	0,967	-4,826	,000	,000
3	Pelepas dahaga/Kesegaran	3,72	,869	3,33	1,002	4.051	,000	,000
4	Rasa buah	3,65	,844	3,75	0,938	-1,069	,286	,143
5	Aroma teh rasa buah	3,60	,930	3,15	0,802	-4,930	,000	,000
6	Harga lebih murah dibanding dengan produk lain yang sejenis	3,06	1,475	3,26	1,005	-1,857	,065	,032
7	Kemasan praktis & mudah dibawa	3,46	,937	3,59	1,129	-1,300	,195	,098
8	Banyaknya iklan di Media	3,27	0,846	3,52	0,917	-2,684	,008	,004
9	Kemudahan mendapatkan produk di pasar.	3,29	0,874	3,43	0,819	-1,612	,109	,054

Dari hasil pengolahan data pada Tabel 5. diatas, melakukan hipotesis satu sisi *(one tailed)*, yaitu = *(Hi:*$\mu_{Frestea} > \mu_{Fruit\ \ Tea}$*)*. Dari Sembilan atribut *Perceived Quality–Marketing Mix* yang dinilai, diketahui bahwa purata *Perceived Quality – Marketing Mix* pada atribut ke 2,4,6,7,8 dan 9 merek Fres Tea lebih besar jika dibandingkan dengan purata produk merek Fruit Tea, namun atribut yang memiliki nilai *p–value* lebih kecil dari α = 0,05 adalah atribut ke 1,2,3,5,6 dan 8. Sedangkan untuk atribut ke 1,3, dan 5, yaitu masing–masing atribut "rasa buah, kemasan praktis dan mudah dibawa, serta Kemudahan mendapatkan produk dipasar", diketahui purata *Perceived Quality–Marketing Mix* produk Fruit Tea lebih besar dibandingkan dengan purata produk merek Fres Tea, namun berdasarkan hasil perhitungan uji berpasangan diketahui bahwa atribut ke 4,7 dan 9 yang memiliki nilai *p – value* masing–masing lebih besar dari α = 0,05. Sehingga secara garis besar terdapat perbedaan antara Kesan Kualitas–Bauran Pemasaran merek Fruit
Tea dengan disbanding merek FresTea. Dimana produk merek FresTea 70% lebih unggul dibandingkan dengan produk merek Fruit Tea, dengan kata lain produk merek Fruit Tea belum memenuhi harapan konsumen dibandingkan dengan merek Frestea.

2. *Brand Awareness*

Dari hasil pengolahan data pada Tabel 2 dibawah, diketahui bahwa purata *Brand Awareness* pada atribut ke 1 dan 2 merek Fres Tea lebih besar jika dibandingkan dengan purata produk merek Fruit Tea, dan juga memiliki nilai *p – value)* lebih kecil dari α = 0,05, sehingga merupakan bukti kuat untuk menolak *(Ho:*$\mu_{Frestea} \leq \mu_{Fruit\ \ Tea}$*)* dan menerima *(Hi:*$\mu_{Frestea} > \mu_{Fruit\ Tea}$*).* Sedangkan pada atribut ke 3, diketahui bahwa purata merek Fruit tea lebih besar dibanding dengan purata merek Fres Tea, dan juga nilai *p – value* lebih besar dari α = 0,05, sehingga merupakan bukti kuat untuk menerima *Ho* dan menolak *Hi.*

Secara garis besar produk merek Fres Tea lebih unggul pada atribut 1 dan 2. Sedangkan pada atribut ke 3, tidak terdapat perbedaan, karena responden sama – sama sadar akan kehadiran produk merek Fruit Tea maupun produk merek Fres Tea yang merupakan produk minuman teh rasa buah dalam kemasan. Namun, secara garis besar, kesadaran responden terhadap produk merek Fres Tea lebih besar dibandingkan dengan produk merek Fruit Tea.

3. *Brand Association.*

Pada Tabel 3, dapat dilihat bahwa dari tiga atribut *Brand Asasociation* yang dinilai, diketahui bahwa purata *Brand Association* pada atribut ke 1 dan 2 merek Fres Tea lebih besar jika dibandingkan dengan purata produk merek Fruit Tea, namun hanya atribut ke 2 yang memiliki nilai *p – value* lebih kecil dari α = 0,05, sehingga merupakan bukti kuat untuk menerima *Hi.* Sedangkan untuk atribut ke 1, memiliki nilai *p – value* lebih besar dari α = 0,05, sehingga bukti kuat untuk menerima *Ho* Sementara itu, pada atribut ke 3, diketahui bahwa purata merek Fruit Tea lebih besar dibanding dengan purata merek Fres Tea, namun nilai *p – value* lebih besar dari α = 0,05, sehingga merupakan bukti kuat untuk menerima *Ho* dan menolak *Hi.*

Tabel 2. Perbandingan Berpasangan *Brand Awareness* Merek Fruit Tea dan Frestea

No.	Atribut	Fruit Tea		Fres Tea		t value	Sig. (2 tailed)	Sig. (1 tailed)
		μ	SD	μ	SD			
1	Saya dapat mengingat cepat Logo Atau Simbol Merek Fruit Tea/ FresTea dengan hanya melihat bentuk botol atau kemasan	3,30	1,50	3,57	0,04	-2,496	0,013	0.007
2	Merek Fruit Tea/ FresTea adalah merek pertama kali muncul dalam benak saya ketika membeli minuman teh rasa buah	3,37	1,49	3,73	1,22	-3,425	0,001	0.000
3	Apabila diminta menyebutkan Nama Merek produk minuman teh rasa buah, maka Fruit Tea/ FresTea adalah merek yang pertama kali muncul dibenak saya	3,61	1,37	3,52	1,30	0,817	0,415	0.208

Tabel 3. Perbandingan Berpasangan *Brand Association* Merek Fruit Tea dan Frestea

No.	Atribut	Fruit Tea		Fres Tea		t value	Sig. (2 tailed)	Sig. (1 tailed)
		μ	SD	μ	SD			
1	Saya bangga mengkonsumsi produk merek Fruit Tea/Fres Tea	3,46	1,26	3,34	1,26	1,011	0,314	0,157
2	Fruit Tea/Fres Tea adalah minuman teh rasa buah dalam kemasan merek dari perusahaan terkenal.	3,59	1,28	3,34	1,26	2,604	0,010	0,005
3	Informasi yang terdapat pada Iklan maupun kemasan produk merek Fruit Tea/Fres Tea tentang isi kandungan, rasa buah dan manfaatnya membuat saya menyukainya.	3,39	1,49	3,52	1,46	1,527	0,128	0,064

Dari tiga atribut *Brand Asasociation* yang dinilai, diketahui bahwa purata *Brand Association* pada atribut ke 1 dan 2 merek Fres Tea lebih besar jika dibandingkan dengan purata produk merek Fruit Tea, namun hanya atribut ke 2 yang memiliki nilai *p–value* lebih kecil dari α = 0,05. Sedangkan untuk atribut ke 1, memiliki nilai *p–value* lebih besar dari α = 0,05, Sementara itu, pada atribut ke 3, diketahui bahwa purata merek Fruit Tea lebih besar dibanding dengan purata merek Fres Tea, namun nilai *p–value* lebih besar dari α = 0,05, sehingga merupakan bukti kuat untuk menerima *Ho* dan menolak *Hi.* Secara garis besar, , diketahui responden lebih mengenal dengan baik produk merek Fres Tea yang dibandingkan dengan produk merek Fruit Tea, sehingga responden merasa yakin akan kualitas produk yang dikeluarkan oleh PT. Coca – cola Company.

v. Indeks *Customer Satisfaction Index*

Atribut kepuasan konsumen dan kepentingan atribut terdiri dari 9 atribut, yaitu dapat dilihat pada table 4 berikut:

Tabel 4. Atribut Kepuasan dan Kepentingan Atribut.

No	Atribut
1	Banyaknya varians pilihan rasa buah
2	Desain Logo dan kemasan yang menarik
3	Pelepas dahaga/Kesegaran
4	Rasa buah
5	Aroma teh rasa buah
6	Harga lebih murah dibanding dengan produk lain yang sejenis
7	Kemasan praktis dan mudah dibawa
8	Banyaknya penayangan iklan di Media
9	Kemudahan untuk mendapatkan produk di pasar.

Berdasarkan tingkat kepuasan konsumen yang terlihat pada tabel 5. terhadap produk merek Fruit Tea, maka dilihat dari nilai *Customer Satisfaction Index (CSI)* menunjukan hasil 80%. Dilihat dari indeks kepuasan konsumen, maka dapat dikatakan seluruh atribut dimensi kualitas yang diuji masuk ke dalam kategori puas (60 % < CSI ≤ 80%).

Tabel 5. *CSI* merek Fruit Tea

Atribut	MIS	MSS	WF	WS
1	3,90	4,02	0,12	0,499
2	4,45	3,33	0,14	0,472
3	4,10	3,72	0,13	0,486
4	3,83	3,65	0,12	0,445
5	3,78	3,60	0,12	0,433
6	4,46	3,06	0,14	0,435
7	4,09	3,46	0,13	0,451
8	4,33	3,27	0,14	0,451
9	3,50	3,29	0,11	0,367
Jumlah	36,44	31,40		4,03
CSI = (4,039 : 5) x 100% = 80%				

Walaupun CSI menunjukkan nilai 80%., setiap waktu kepuasan konsumen dapat berubah, hal ini bisa terjadi tergantung dari tingkat kepentingan yang dibutuhkan oleh konsumen. Untuk itu manajemen PT. Sinar Sosro perlu memprioritaskan perbaikan beberapa atribut merek fruit tea, hal ini dikarenakan sebesar 20% menunjukkan ketidakpuasan para responden.

vi. Tingkat Kepentingan dan Kinerja Dimensi Kualitas Merek Fruit Tea

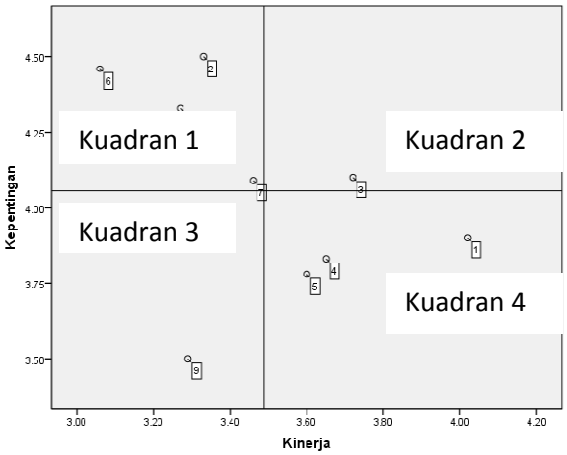
Adapun Penilaiaan konsumen terhadap tingkat kepentingan atribut-atribut dapat dilihat pada Tabel 6 Tabel ini menunjukan seberapa penting suatu atribut merek Fruit Tea yang dikonsumsi oleh responden.

Tabel 6. Tingkat Kepentingan dan Kinerja Pelayanan Atribut Merek Fruit Tea

Atribut	Kepentingan	Kategori Penilaian	Kinerja	Kategori Penilaian
1	3,90	P	4,02	B
2	4,45	SP	3,33	CB
3	4,10	P	3,72	B
4	3,83	P	3,65	B
5	3,78	P	3,60	B
6	4,46	SP	3,06	CB
7	4,09	P	3,46	B
8	4,33	SP	3,27	CB
9	3,50	P	3,29	CB
Rata–rata	4,04		3,48	

Dari 9 atribut merek fruit tea yang dinilai tingkat kepentingannya berdasarkan persepsi 193 responden,

diketahui bahwa 6 (enam) atribut merek Fruit Tea berada pada kriteria Penting, yaitu. Sedangkan 3 (tiga) atribut sisanya berada pada kriteria Sangat Penting untuk diperhatikan oleh PT. Sinar Sosro. Sehingga secara keseluruhan, rata–rata tingkat kepentingan atribut merek fruit tea dinilai penting oleh responden. Sementara itu, analisis kualitas produk merek Fruit Tea berada pada rentang nilai $2{,}6 < X \leq 3{,}4$, dimana rentang skala ini menunjukkan kinerja merek Fruit Tea cukup baik. Untuk mengetahui Posisi penempatan masing-masing atribut menurut persepsi konsumen, terlihat pada diagram kartesius. Tiap kuadran pada diagram kartesius *Importance Performance Analysis* (IPA) tersebut dibagi oleh garis tengah yang diperoleh dari nilai total rata–rata tingkat kepentingan, yaitu 4,04 dan nilai total rata-rata tingkat kinerja, yaitu 3,48.. Diagram kartesius dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Diagram Kartesius Penilaian Responden Terhadap Atribut

Pada gambar 4, menunjukkan bahwa terdapat 3 (tiga) atribut yang perlu mendapat perhatian serius dari pihak PT. Sinar Sosro, karena berada pada kuadaran I (satu) yang memuat atribut yang dinilai penting oleh responden namun pelaksanaan atau kinerja atribut masih rendah. Pada kuadran ini, tingkat kepuasan konsumen masih rendah sehingga perusahaan perlu meningkatkan kinerja merek fruit tea, adapun atribut – atribut tersebut yaitu: (1) Desain logo dan kemasan yang menarik, (2) Harga yang lebih murah dibanding dengan produk lain yang sejenis, (3) Kemasan praktis dan mudah dibawa, dan (4) Banyaknya penayangan iklan di media.

vii. Analisis Loyalitas Konsumen merek Fruit Tea dan merek Fres Tea

1. Analisis *Switcher Buyer*.

Berdasarkan tabel 11 menunjukkan rata-rata responden merek Fruit Tea cukup sering untuk berganti merek, ini ditunjukkan oleh nilai rata-rata sebesar 3,36. Berdasarkan rentang skala, hal ini kurang bagus bagi merek Fruit Tea. Sedangkan Rata-rata responden merek Fres Tea yang membeli dikarenakan kebiasaan ditunjukkan oleh nilai rata-rata sebesar 3,38.

2. Analisis Satisfied *Buyer*.

Berdasarkan tabel 11, Golongan pembeli yang merasa puas terhadap merek Fruit Tea ditunjukkan oleh nilai rata-ratanya sebesar 3,36, yang menyatakan sikap yang “biasa saja” atas produk yang mereka konsumsi. Sedangkan rata-rata responden yang sudah merasa puas atas produk Fres Tea ditunjukkan oleh nilai rata-rata sebesar 3,62

3. Analisis *Liking the brand.*

Rata-rata konsumen merek Fruit Tea yang menyatakan setuju menyukai produk merek Fruit Tea ditunjukkan oleh nilai rata-rata sebesar 3,25. atau dapat dikategorikan biasa saja. Sedangkan untuk responden yang menyukasi produk mer Fres Tea sebesar 54% atau 106 responden. Hal ini menunjukkan bahwasanya responden yang menyukai produk mer Fres Tea lebih banyak dibandingkan yang menyukai produk merek Fruit Tea.

4. Analisis *Committed Buyer*.

Secara umum sikap responden merek Fruit Tea cenderung biasa saja atau agak jarang dalam melakukan kegiatan promosi, ini ditunjukkan oleh nilai rata-rata sebesar 3,03. Hal ini menunjukkan bahwa kemauan responden untuk mempromosikan produk merek Fruit Tea yang dikonsumsinya ke orang lain masih sangat rendah. Sedangkan Rata-rata responden yang ditunjukkan oleh tindakan merekomendasikan dan mempromosikan merek Fres Tea kepada orang lain sebesar 3,13. Hal ini juga menunjukkan kemauan responden untuk mempromosikan produk merek Fres Tea ke orang lain sama rendah dengan produk merek Fruit Tea

Adapun penilaian responden terkait loyalitas dalam membeli produk merek fruit tea maupun merek fres Tea dapat dilihat secara keseluruhan pada tabel 7 berikut:

Tabel 7. Perbandingan Loyalitas merk

Komponen Brand Loyalty	Fruit Tea		Fres Tea	
	μ	BL	μ	BL
Switcher Buyer	3,36	62%	3,51	61%
Habitual Buyer	3,46	57%	3,38	59%
Satisfied Buyer	3,36	56%	3,62	64%
Liking the Brand	3,25	49%	3,37	54%
Committed Buyer	3,03	39%	3,13	44%

viii. Implikasi Terhadap *Marketing Mix* merek Fruit Tea

1. Strategi Harga

Dalam penelitian ini, meskipun asosiasi merek Frestea lebih tinggi dibanding merek frestea, namun harga jual merek fruit tea lebih mahal dari merek Frestea. Agar dapat bersaing, PT. Sinar Sosro perlu mengurangi harga produknya atau meningkatkan ekuitas merekmya. , Perusahaan PT. Sinar Sosro memiliki prinsip *cost profit,* yang dengan beraninya menetapkan harga merek fruit tea yang lebih tinggi dari produk merek frestea yang diproduksi oleh PT. Coca – cola Indonesia. Meskipun begitu, terkait dengan harga premium tersebut, disarankan kepada pihak PT. Sinar Sosro, untuk lebih mengkaji ulang penetapan harga tersebut melalui riset pasar dengan menggunakan pendekatan *"conjoint"*or *"trade-off"* analysis.

2. Strategi Produk

Perusahaan Sinar Sosro harus memperbaiki kinerja atribut pada produk yang mempunyai tingkat kepentingan yang tinggi bagi konsumen karena hal ini mempunyai pengaruh yang besar terhadap kepuasan konsumen. Prioritas utama atribut yang diperbaiki adalah atribut harga serta desain logo dan botol.

3. Strategi Promosi

Keberhasilan iklan Fruit Tea baru pada tahap konsumen hanya mengetahui keberadaan produk. Selain itu, selama ini iklan yang dibuat hanya bertujuan untuk menarik konsumen unuk minum tanpa memberikan nilai pendidikan pada iklannnya, promosi yang dilakukan Fruit Tea hanya untuk memperkuat tujuan Fruit Tea dalam mencapai *market share*. Strategi promosi yang dilakukan hendaknya merupakan strategi untuk meningkatkan jumlah segmentasi konsumen sekaligus meningkatkan konsumsi pelanggan yang telah loyal terhadap merek Fruit Tea dari segi produk maupun dapat merespon pembelian ulang produk.

4. Strategi Distribusi

Atribut kemudahan memperoleh produk menunjukkan bahwa keadaan saluran distribusi belum terlalu baik. Alternatif strategi yang dapat dilakukan terkait dengan hal ini adalah dengan menjalin hubungan yang baik dengan menyediakan prasarana penjualan seperti mesin pendingin dan menambah dan meningkatkan pelayanan distributor untuk melayani para responden terutama mahasiswa USU, sehingga terjadi hubungan yang saling menguntungkan antara pihak perusahaan dengan para pemilik Warnet maupun pemilik Rental komputer

4. KESIMPULAN.

Hasil perbandingan berpasangan *(Paired–Samplet T test)* masing – masing atribut Ekuitas Merek *(Brand Equity)* menunjukkan bahwasanya para responden lebih sering melihat produk merek Fres Tea ditayangkan melalui iklan diberbagai media, seperti media televisi maupun media elektronik lainnya yang berdampak terhadap lebih sadarnya *(aware)* responden akan kehadiran produk merek Fres Tea dibanding produk merek Fruit Tea, sehingga responden dengan mudah mengingat bahwa produk merek Fres Tea adalah merek yang pertama kali muncul dalam benak mereka ketika hendak membeli minuman teh rasa buah dalam kemasan. Selain itu juga, desain logo dan kemasan yang menarik, membuat nilai tambah bagi merek Fres Tea, karena responden lebih cepat mengingat dan mengenali produk merek Fres Tea hanya dengan melihat bentuk botol ataupun kemasannya. Selain itu juga, Hasil dari analisis tingkat Loyalitas Responden *(Brand Loyalty)* produk merek Fruit Tea menunjukkan masih dibawah produk merek Frestea. Hal ini diketahui dari analisis *Switcher Buyer, Habitual buyer, Satisfied Buyer, Liking The Brand* dan *Committed Buyer,* yang menunjukkan bahwasanya kemauan responden untuk mempromosikan produk merek Fruit Tea yang dikonsumsinya ke orang lain masih sangat rendah, yaitu hanya 77 responden atau 39% yang benar-benar menjadi pembeli merek Fruit Tea yang berkomitmen. Hal ini juga terlihat dari seringnya responden mengalihkan pembeliannya atau berpindah ke merek lain apabila ada merek lain sejenis yang menawarkan harga yang lebih murah atau disebabkan faktor lain. Untuk itu, PT. Sinar Sosro perlu memperbaiki beberapa kinerjanya karena sebesar 20% menunjukkan ketidakpuasan para responden sebagaimana merujuk pada hasil analisis *Importance Performance Analysis.*

5. DAFTAR PUSTAKA

Aaker, D.A. (1996), *Measuring Brand Equity Across Products And Markets*", California Management Review, Vol. 38 No. 3.

Atilgan, E., Aksoy, S. and Akinci, S. (2005), *Determinants of the brand equity. Averification approach in the beverage industry in Turkey*, Marketing Intelligence and Planning,Vol. 23 No. 3.

Behnaz Pouromid., Soleyman Iranzadeh., (2012).*The Evaluation of the Factors Affects on the Brand Equity of Pars Khazar Household Appliances Based on the Vision of Female Consumers*. Middle-East Journal of Scientific Research 12 (8): 1050-1055.

Durianto D, et al, (2001). *Strategi Menaklukkan Pasar Melalui Riset Ekuitasdan Perilaku*

Konsumen. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta

Erfan Severi., Kwek Choon Ling., (2013).*The Mediating Effects of Brand Association, Brand Loyalty, BrandImage and Perceived Quality on Brand Equity*.Asian Social Science; Vol. 9, No. 3.

Kevin Lane Keller (1993), *Conceptualing, Measuring, Managing Customer Based Brand Equity*. Published by: American Marketing Association Journal of Marketing, Vol. 57, No. 1

Michael E. Porter., (2008),*The Five Competitive that Forces Strategy.* Harvard Bussiness Review. Harvard Publishing.

Mishra. Pallabi, Datta. Biplab, (2011), *Perpetual Asset Management of Customer-Based Brand Equity-The PAM Evaluator*, India, Journal of Social Sciences 3 (1).

Srinivasan, V., Chan Su Park and Dae Ryun Chang (2005). *An Approach to the Measurement, Analysis, and Prediction of Brand Equity and Its Sources*. Management Science.

Sinulingga, S., (2015). *Metodologi Penelitian*, Edisi 3. USU Press.

Tjiptono, Fandy (2008). *Strategi Pemasaran.Yogyakarta*: Andi Ofset.

Yoo, B., Donthu, N. and Lee, S. (2000). *An Examination of Selected Marketing Mix Elements and Brand Equity*. Journal of the Academy of Marketing Science. Vol. 28 No. 2.

Jurnal Sistem Teknik Industri, Vol 18. No. 1, Januari 2016
ISSN 1411 – 5247

DESAIN EKSPERIMEN EKSTRAKSI DNA BAWANG PUTIH

Elisabeth Ginting[1], Khalida Syahputri[1]
Departemen Teknik Industri[1]
Universitas Sumatera Utara (USU)
Jl. Almamater, Kampus USU Medan 20155 Indonesia
Email:ir.elisabethginting@gmail.com
Email: syahputrikhalida@gmail.com

Abstrak. Desain eksperimen adalah suatu rancangan percobaan yang dilakukan untuk mendapatkan informasi yang berhubungan dengan atau diperlukan untuk persoalan yang sedang diteliti dapat dikumpulkan. Percobaan yang dibuat adalah percobaan ekstraksi DNA bawang putih. Tujuan dari percobaan ini adalah untuk mengetahui berapa banyak takaran garam, sabun, dan kadar alkohol yang efektif agar menghasilkan volume DNA bawang putih yang sebanyak mungkin untuk keperluan medis lanjutan, seperti klonning, untuk menangani kelainan-kelainan genetik dan penemuan obat-obat baru, pada bidang pertanian, peternakan, kehutanan untuk meningkatkan produk-produk baik tanaman maupun hewan unggul maupun di bidang lingkungan dalam hal mengatasi polutan serta perannya dalam kemajuan produksi pangan. Data diperoleh dari percobaan yang dilakukan dengan melihat berapa banyak volume DNA bawang putih yang keluar. DNA bawang putih yang diamati berupa benang-benang putih dan halus yang mengapung ke permukaan cairan. Volume yang didapat merupakan data primer yang akan digunakan untuk pengolahan data keterkaitan antara taraf faktor jumlah garam, jumlah sabun, dan kadar alkohol terhadap volume DNA bawang putih yang dihasilkan. Hasil pengujian kenormalan data dengan uji *Anderson Darling* maka diperoleh bahwa nilai *p-value*=0,2540 sedangkan α = 0,05 sehingga data yang didapat berdistribusi normal. Dalam pengujian homogenitas varians terhadap jumlah sabun, jumlah garam dan kadar alkohol dapat digunakan uji *Bartlet*. Pengujian homogenitas varians melalui uji *Bartlett*, diperoleh bahwa varians untuk interaksi faktor jumlah sabun, jumlah garam, dan kadar alkohol adalah sama. Hasil perhitungan ANAVA menunjukkan untuk setiap perlakuan didapatkan H_o diterima yang artinya setiap taraf faktor tidak memberikan efek signifikan terhadap perubahan volume DNA bawang putih. Persamaan regresi yang digunakan adalah regresi linear berganda, sehingga diperoleh persamaan regresi $Y = 9{,}367 + (-0{,}079)X_1 + 0{,}975\ X_2 + 0{,}625\ X_3$. Dari perhitungan persamaan regresi didapat untuk hubungan jumlah sabun(X_1), jumlah garam(X_2), dan kadar alkohol (X_3). Koefisien korelasi antara jumlah sabun (X_1) dengan perubahan volume DNA bawang putih (Y) sebesar -0,8679 yang artinya bahwa untuk faktor jumlah sabun memiliki hubungan terbalik terhadap perubahan volume DNA bawang putih. Sebaliknya, koefisien korelasi jumlah garam (X_2) dan kadar alkohol (X_3) dengan perubahan volume DNA bawang putih (Y) didapatkan sebesar 0,411 dan 0,2635 yang artinya bahwa untuk faktor jumlah garam memiliki hubungan searah dengan perubahan volume DNA bawang putih.

Kata Kunci : Desain Eksperimen, Ekstraksi DNA Bawang Putih, Uji Kenormalan Data, Uji Homogenitas Varians, ANAVA, Regresi, Korelasi, Uji Hipotesis

1. Pendahuluan

Desain eksperimen adalah suatu rancangan percobaan (dengan tiap langkah tindakan yang betul-betul terdefinisikan) sedemikian sehingga informasi yang berhubungan dengan atau diperlukan untuk persoalan yang sedang diteliti dapat dikumpulkan. Dengan kata lain, desain sebuah eksperimen merupakan langkah-langkah lengkap yang perlu diambil jauh sebelum eksperimen dilakukan agar supaya data yang semestinya diperlukan dapat diperoleh sehingga akan membawa kepada analisis obyektif dan kesimpulan yang berlaku untuk persoalan yang sedang dibahas.

Percobaan yang dibuat adalah percobaan ekstraksi DNA bawang putih. Tujuan dari percobaan ini adalah untuk mengetahui berapa banyak takaran garam, sabun, dan kadar alkohol yang efektif agar menghasilkan volume DNA bawang putih yang sebanyak mungkin untuk keperluan medis lanjutan, seperti klonning, untuk menangani kelainan-kelainan genetik dan penemuan obat-obat baru, pada bidang pertanian, peternakan, kehutanan untuk meningkatkan produk-produk baik tanaman maupun hewan unggul maupun di bidang lingkungan dalam hal mengatasi polutan serta perannya dalam kemajuan produksi pangan

Biologi Sel dan Molekuler merupakan bidang ilmu yang terus menerus berkembang. Ilmu ini bermanfaat hampir di semua bidang. Baik dalam bidang medis untuk menangani kelainan-kelainan genetik dan penemuan obat-obat baru, pada bidang pertanian, peternakan, kehutanan untuk meningkatkan produk-produk baik tanaman maupun hewan unggul maupun di bidang lingkungan dalam hal mengatasi

polutan serta perannya dalam kemajuan produksi pangan.

Isolasi DNA merupakan teknik yang penting dalam pengembangan ilmu ini. Derajat kemurnian dan kualitas dalam isolasi DNA sangat mempengaruhi hasil yang akan diperoleh. Secara umum, prosedur ekstraksi yang baik untuk isolasi DNA mencakup tiga hal penting, yaitu harus bisa dihasilkan DNA dengan kemurnian yang tinggi, DNAnya harus utuh, dan jumlahnya mencukupi (konsentrasi tinggi).

Isolasi DNA juga merupakan langkah pertama dalam studi sekuen DNA dari populasi DNA kompleks dan dalam analisis struktur genom dan ekspresi gen. Kuantitas, kualitas dan integritas DNA akan mempengaruhi hasil yang diperoleh secara langsung.

Dengan meningkatnya kebutuhan teknik DNA rekombinan dalam penelitian tumbuhan, metode yang digunakan dalam isolasi DNA menjadi perhatian utama. Metode yang biasa digunakan saat ini merupakan metode yang membutuhkan biaya dan peralatan yang sangat mahal, sehingga di tingkat perguruan tinggi lebih banyak diberikan sebatas teori saja, mahasiswa tidak diberikan pengalaman secara langsung melalui praktikum, hal ini menyebabkan penelitian di bidang ini belum banyak berkembang.

Dengan adanya teknik isolasi DNA yang lebih murah, mudah dan cepat, seorang dosen diharapkan dapat memberikan bekal ketrampilan kepada mahasiswa mengenai suatu teknik dasar yang dapat digunakan untuk mengembangkan sumber daya hayati negara kita yang sangat kaya, agar mahasiswa tersebut dapat mulai berpikir obyektif dan benar dalam mengembangkan teknologi, sehingga penelitian di bidang ini dapat berkembang.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah faktor kadar alkohol, jumlah detergen, dan jumlah garam berpengaruh terhadap volume DNA bawang putih yang keluar. Dengan melakukan desain eksperimen faktorial, dapat dianalisa efek dari taraf setiap faktor dan efek interaksi dari taraf faktor yang satu dengan yang lainnya.

Data yang diperoleh adalah hasil pengukuran yang didapat dari percobaan tentang perbedaan volume DNA bawang putih yang keluar setelah bawang dicampur dengan alkohol, garam, dan sabun. Selanjutnya diolah dengan uji kenormalan data yaitu uji kenormalan secara manual dan uji kenormalan dengan Minitab, lalu uji homogenitas varians yaitu uji homogenitas varians untuk setiap faktor dan untuk interaksi faktor, perhitungan ANAVA secara manual dengan metode Yates (2^3) dan dengan menggunakan *software* SPSS, uji rata-rata sesudah ANAVA yaitu uji sesudah ANAVA untuk interaksi semua faktor dengan menggunakan uji Tukey HSD, dilakukan juga perhitungan persamaan & kelinearan regresi secara manual ataupun dengan *software* SPSS, selain itu juga dilakukan penghitungan koefisien korelasi baik dengan cara manual maupun dengan menggunakan *software* SPSS dan koefiensi determinansinya. Terakhir dilakukan pengujian hipotesis korelasi.

2.1. Metode Percobaan

Rancangan faktorial yang digunakan adalah rancangan faktorial 2x2x2 atau rancangan faktorial 2^3. Adapun faktor-faktor yang digunakan dalam menentukan volume DNA bawang putih adalah faktor-faktor yang dianggap berpengaruh terhadap proses ekstraksi DNA bawang putih. Faktor-faktornya adalah alcohol (70% dan 96%), garam (1 sdm dan 2 sdm) dan sabun (1 sdm dan 2 sdm).

Langkah kerja pada percobaan ini, yaitu:

1. Disiapkan semua alat dan bahan.
2. Ditimbang bawang putih sebanyak 25 gram dan dicincang halus
3. Dicampur bawang putih dengan air, garam, dan sabun kedalam gelas kemudian aduk hingga rata.
4. Dipanaskan gelas yang berisi campuran bawang putih ke dalam panci berisi air sesuai waktu yang ditetapkan.
5. Diletakkan gelas ke dalam air es sesuai waktu yang ditetapkan.
6. Disaring air campuran bawang putih ke dalam gelas ukur.
7. Dituangkan alkohol dingin sebanyak 60 ml
8. Dihitung volume DNA bawang putih yang tampak.

3. Hasil dan Pembahasan

Berikut ini tampilan dari hasil pengukuran volume DNA bawang putih.

Tabel 3.1. Hasil Pengukuran Volume DNA Bawang Putih(ml)

Faktor		Jumlah Sabun			
		1 sdm		2 sdm	
		Jumlah Garam			
		1 sdm	2 sdm	1 sdm	2 sdm
Kadar Alkohol	70%	5,5	6	6,5	7,0
		5,3	5,9	6,4	7,1
		5,6	6	6,4	7,0
	96%	3,5	4,1	4,3	5,0
		3,4	3,9	4,0	5,0
		3,3	4,0	4,4	5,1

3.1. Uji Kenormalan Data

Uji kenormalan data yang diperoleh dilakukan dengan menggunakan *Anderson Darling Test.* Tahapan pengujian kenormalan data menggunakan *Anderson Darling Test* adalah sebagai berikut:

1. Data pengamatan diurutkan mulai dari pengamatan dengan nilai terkecil sampai nilai terbesar.

2. Dihitung nilai Z dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$(Z) = \frac{X - \bar{X}}{\sigma} = \frac{3{,}3 - 5{,}1958}{1{,}2114} = -1{,}5651$$

3. Tentukan nilai dari AD:

$$AD = -N - \frac{2i-1}{N}\left(\ln\left(F\left(Z_i\right)\right) + \ln\left(1 - F\left(Z_{N+1-i}\right)\right)\right)$$

4. Hitung nilai AD*:

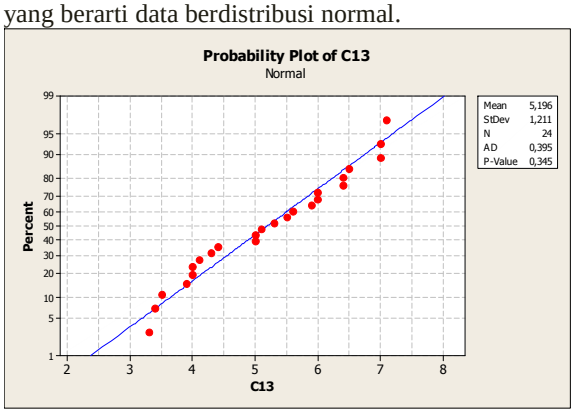
$$AD^* = 0{,}3952\left(1 + \frac{0{,}75}{24} + \frac{2{,}25}{24^2}\right) = 0{,}4091$$

5. Hitung nilai dari *p-value*

$$p\text{-value} = \exp(0{,}9177 - 4{,}279(AD^*) - 1{,}38(AD^*)^2 = 0{,}3540$$

6. Kriteria pengambilan keputusannya adalah:
   Ho : Data tersebut tidak berdistribusi Normal
   H1 : Data tersebut berdistribusi Normal
   Jika *p-value*> α, maka Ho ditolak
   Jika *p-value* ≤ α, maka Ho diterima

Bandingkan antara nilai *p-value* dengan α,*p-value* > α (0,3540> 0,05). Kesimpulannya, Ho ditolak yang berarti data berdistribusi normal.



Gambar 3.1. Grafik Kenormalan dengan *Minitab*

3.2. Uji Homogenitas Varians

Uji homogenitas ini dilakukan dengan menggunakan uji *Bartlett*. Uji ini digunakan untuk membuktikan kesamaan variansi untuk beberapa taraf faktor untuk suatu faktor.

Uji *Bartlett* dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menentukan hipotesis.
   Ho : $S_1^2 = S_2^2 = S_3^2 = S_n^2$
   Hi : Tidak semua variansi sama
2. Menentukan nilai α
3. Menentukan Daerah Kritis
   Daerah Kritis : $b_{hitung} > b_k\,(0{,}05 ; n)$
4. Perhitungan :

$$S_p^2 = \frac{\sum_{i=1}^{i}\left(n_i - 1\right)S_i^2}{N - k}$$

$$b = \frac{\left[\left(S_1^2\right)^{n_1-1}\left(S_2\right)^{n_2-1}\ldots\left(S_i^2\right)^{n_i-1}\right]^{\frac{1}{N-k}}}{S_p^2}$$

5. Kesimpulan: Ho diterima jika $b_{hitung} > b_k\,(0.05 ; n)$

Hasil uji *Bartlett*, yaitu;

1. Uji *Bartlett* untuk Faktor Alkohol
   $b_{hitung} > b_2\,(0.05 ; 12)$. 0,9998>0,8332
   maka Ho diterima. Variansi kedua taraf faktor alkohol sama
2. Uji *Bartlett* untuk Faktor Jumlah Sabun
   $b_{hitung} > b_2\,(0,05 ; 12)$(0,9883>0,8332)
   maka Ho diterima. Variansi kedua taraf faktor jumlah sabun sama
3. Uji *Bartlett* untuk Faktor Jumlah Garam
   $b_{hitung} > b_2\,(0,05 ; 12)$ (0,9994>0,8332)
   maka Ho diterima. Semua variansi kedua taraf faktor jumlah garam sama
4. Uji *Bartlett* untuk Interaksi Faktor
   $b_{hitung} > b_3\,(0,05 ; 3)$, (3,1966>0.520)
   maka Ho diterima. Semua variansi untuk interaksi ketiga taraf faktor adalah sama.

3.3. Perhitungan ANAVA

Jenis eksperimen pada percobaan mengukur volume DNA bawang putih yaitu faktor jumlah sabun, jumlah garam dan alkohol yang masing-masing terdiri dari 2 taraf. Eksperimen dilakukan dengan menggunakan model acak axbxc.

Perhitungan ANAVA dengan model acak dilakukan untuk melihat apakah perlakuan-perlakuan yang diberikan pada perbandingan yang berpengaruh secara signifikan terhadap hasil yang didapat.

Syarat:

H_o :Faktor yang diberikan tidak mempengaruhi volume DNA bawang putih secara signifikan.

H_1 : Faktor yang diberikan mempengaruhi volume DNA bawang putih secara signifikan.

Jika F hitung <F tabel, maka $H_o$diterima.

Jika F hitung> F tabel, maka $H_o$ditolak.

Tabel 3.2. Tabel ANAVA untuk Eksperimen Faktorial 2^3 Model Acak

Sumber Variasi		Dk	JK	KT	F hitung	F tabel	Keterangan
Rata-rata		1	647,9204	647,9204	-	-	-
PERLAKUAN	**A**	1	5,7037	5,7037	-	-	Tidak ada uji eksak yang dapat digunakan
	B	1	2,3437	2,3437	-	-	
	C	1	25,4204	25,4204	-	-	
	AB	1	0,0338	0,0338	9,0000	161	H0 diterima
	AC	1	0,0104	0,0104	2,7778	161	H0 diterima
	BC	1	0,0338	0,0338	9,0000	161	H0 diterima
	ABC	1	0,0037	0,0037	0,3000	161	H0 diterima
Kekeliruan		16	0,2000	0,0125		-	-
Jumlah		24	681,6700	681,6700	-	-	-

Keterangan:
A = faktor jumlah sabun
B = faktor jumlah garam
C = faktor alkohol
AB = interaksi faktor jumlah sabun dan jumlah garam
AC = interaksi faktor jumlah sabun dan alkohol
BC = interaksi faktor jumlah garam dan alkohol
ABC = interaksi faktor jumlah sabun, jumlah garam dan alkohol

3.4. Uji Persamaan Regresi

Dari data yang diperoleh dapat dibuat suatu persamaan regresi. Adapun persamaan yang akan digunakan dalam perhitungan persamaan regresi adalah sebagai berikut.

1. $\Sigma Y = an + b\Sigma x_1 + c\Sigma x_2 + d\Sigma x_3$
   124,7 = 24a + 1992b + 36c + 36d
2. $\Sigma Yx_1 = a\Sigma x_1 + b\Sigma x_1^2 + c\Sigma x_1x_2 + d\Sigma x_1x_3$
   10029 = 1992a + 169392b + 2988c + 2988d
3. $\Sigma Yx_2 = a\Sigma x_2 + b\Sigma x_2x_1 + c\Sigma x_2^2 + d\Sigma x_2x_3$
   192,9 = 36a + 2988b + 60c + 54d
4. $\Sigma Yx_3 = a\Sigma x_3 + b\Sigma x_3x_1 + c\Sigma x_3x_2 + d\Sigma x_3^2$
   190,8 = 36a + 2988b + 54c + 60d

Dari persamaan regresi di atas maka dapat dinyatakan dalam bentuk matriks sebagai berikut.

$$\left(\begin{array}{cccc|c} 24 & 1992 & 36 & 36 & 124{,}7 \\ 1992 & 169392 & 2988 & 2988 & 10029 \\ 36 & 2988 & 60 & 54 & 192{,}9 \\ 36 & 2988 & 54 & 60 & 190{,}8 \end{array}\right)$$

Untuk mendapatkan nilai-nilai a, b, c, dan d, maka dilakukan eliminasi matriks dengan metode *Gauss-Jordan*.

$$\left(\begin{array}{cccc|c} 1{,}0000 & 0{,}0000 & 0{,}0000 & 0{,}0000 & 9{,}367 \\ 0{,}0000 & 1{,}0000 & 0{,}0000 & 0{,}0000 & -0{,}079 \\ 0{,}0000 & 0{,}0000 & 1{,}0000 & 0{,}0000 & 0{,}975 \\ 0{,}0000 & 0{,}0000 & 0{,}0000 & 1{,}0000 & 0{,}625 \end{array}\right)$$

Dari perhitungan di atas akan diperoleh:
a = 9,367
b = -0,079
c = 0,975
d = 0,625

Dari nilai-nilai tersebut, diperoleh hasil perhitungan persamaan regresi untuk pengukuran volume DNA adalah sebagai berikut.

$Y = 9{,}367 + (-0{,}079)X_1 + 0{,}975X_2 + 0{,}625\ X_3$

Dari perhitungan persamaan regresi didapat untuk hubungan jumlah sabun(X_1), jumlah garam (X_2), dan kadar alkohol (X_3)

3.5. Pengujian Kelinearan Regresi

Uji kelinearan regresi dilakukan untuk mengetahui apakah garis regresi yang diperoleh linear atau tidak linear. Adapun langkah-langkah yang dilakukan pada pengujian kelinearan regresi adalah sebagai berikut.

1. Penentuan hipotesis
   H_0 : garis regresi tidak linear
   H_i : garis regresi linear
   Apabila F_{Hitung} berada di dalam wilayah kritik, maka Ho ditolak yang berarti Hi diterima sedangkan apabila F_{Hitung} berada di luar wilayah kritik, maka Ho diterima.
2. Penentuan wilayah kritik
   Dengan taraf nyata sebesar 0,05, diperoleh $F_{0,05(3,23)}$sebesar 3,028 dengan interpolasi yang menyebabkan wilayah kritik F >3,028.
3. Penentuan F_{Hitung}
   Penentuan F_{Hitung} dapat dilakukan dengan menggunakan perhitungan ANAVA.
   a. Jumlah Kuadrat Regresi (JKR)
   $$JKR = \sum\left(\hat{y} - \bar{y}\right)^2 = 33{,}3658$$
   b. Jumlah Kuadrat *Error* (JKE)
   $$JKE = \sum\left(Y - \hat{y}\right)^2 = 0{,}2866$$
   c. Jumlah Kuadrat Total (JKT)
   $$JKT = \sum\left(Y - \bar{y}\right)^2 = 33{,}7496$$

Nilai *Degree of freedom* (Df) regression adalah 3 disebabkan v = n – 1, dimana n adalah 4 koefisien pada persamaan regresi yaitu a, b, c, dan d. sedangkan untuk Df residual bernilai 23 karena selisih antara Df total dengan Df regression, dimana Df total = banyaknya percobaan dikurang satu.

Setelah diperoleh nilai-nilai di atas, selanjutnya ditentukan nilai F_{Hitung} yang dapat dilihat pada Tabel 5.20.

Tabel 5.20. Penentuan F_{Hitung}

Sumber Variasi	JK	Df	KT	F Hitung	F Tabel
Regression	33,3658	3,0000	11,1219	776,1406	3,0280
Residual	0,2866	20,0000	0,0143	-	-
Total	33,7496	23,0000	11,1363	-	-

3.6. Perhitungan Fungsi Koefisien Korelasi

$$r = \frac{n\sum_{i=1}^{n} XiYi - \left(\sum_{i=1}^{n} Xi\right)\left(\sum_{i=1}^{n} Yi\right)}{\sqrt{\left[n\sum_{i=1}^{n} Xi^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} Xi\right)^2\right]\left[n\sum_{i=1}^{n} Yi^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} Yi\right)^2\right]}}$$

Perhitungan korelasi dilakukan dengan menggunakan perhitungan korelasi tunggal untuk melihat hubungan antara faktor Jumlah Sabun,

Jumlah Garam dan Kadar Alkohol dengan perubahan Volume DNA bawang.

1. Perhitungan Koefisien Korelasi Jumlah Sabun Terhadap Perubahan Volume DNA
   r = - 0,8679.
   Hasil perhitungan korelasi ini menyatakan bahwa untuk faktor Jumlah Sabun memiliki hubungan terbalik terhadap perubahan volume DNA. Artinya jika nilai variabel Jumlah Sabun besar maka nilai variabel perubahan volume DNA menjadi rendah.
2. Perhitungan Koefisien Korelasi Jumlah Garam Terhadap Perubahan Volume DNA
   r = 0,411.
   Hasil perhitungan korelasi ini menyatakan bahwa untuk faktor Jumlah Garam memiliki hubungan searah terhadap Volume DNA. Artinya jika nilai variabel Jumlah Garam semakin besar maka nilai variabel perubahan Volume DNA semakin tinggi.
3. Perhitungan Koefisien Korelasi Kadar Alkohol Terhadap Perubahan Volume DNA
   r = 0,2635
   Hasil perhitungan korelasi ini menyatakan bahwa untuk faktor kadar alkohol memiliki hubungan searah. Artinya jika nilai variabel kadar alkoholbesar, maka nilai variabel perubahan Volume DNA semakin tinggi.

3.7. Perhitungan Korelasi Berganda

Korelasi berganda merupakan korelasi dari beberapa variabel bebas (X) secara serentak dengan variabel terikat (Y) dengan menggunakan persamaan berikut :

$$r_{y\,x_1,x_2,x_3}{}^2 = \sqrt{\frac{a_1\sum x_1 y + a_2\sum x_2 y + a_3\sum x_3 y}{\sum y^2}}$$

$$r_{y\,x_1,x_2,x_3} = 0{,}844$$

Pada perhitungan koefisien korelasi berganda diperoleh nilai r =0,844. Hasil perhitungan korelasi berganda ini menyatakan bahwa untuk faktor-faktor memiliki hubungan searah dengan korelasi sangat kuat terhadap perubahan Volume DNA karena nilai r >0.

3.8. Perhitungan Hipotesis Korelasi

Langkah-langkah pengujian hipotesis:

1. Penetapan hipotesis
   H_0 : Koefisien korelasi tidak signifikan
   H_1 : Koefisien korelasi signifikan
2. Penetapan wilayah kritik
   Wilayah kritik $t_{hitung} > t_{\alpha/2.}$ dan $-t_{hitung} < t_{\alpha/2}$
   Wilayah kritik $t_{hitung} > t_{0.025}$ dan $-t_{hitung} < t_{0.025}$
   Wilayah kritik t_{hitung} >2,069 dan $-t_{hitung}$ < -2,069
3. Menghitung nilai t_{hitung}

$$t = \frac{\sqrt{n-3}}{2}\ln\left(\frac{1+r}{1-r}\right)$$

Hasil pengujian hipotesis korelasi pada tiap taraf faktor adalah sebagai berikut:

1. Pengujian Hipotesis Korelasi Faktor Jumlah Sabun

$$t = \frac{\sqrt{24-3}}{2}\ln\left(\frac{1+(-0{,}8679)}{1-(-0{,}8679)}\right) = -6{,}0691$$

Wilayah kritik t_{hitung} <2,069 dan $-t_{hitung}$ > -2,069. H_0 ditolak yang artinya koefisien korelasi signifikan.

2. Pengujian Hipotesis Korelasi Faktor Jumlah Garam

$$t = \frac{\sqrt{24-3}}{2}\ln\left(\frac{1+(0{,}4111)}{1-(0{,}4111)}\right) = 2{,}0022$$

Wilayah kritik t_{hitung} >2,069 dan $-t_{hitung}$ > -2,069. H_0 diterima yang artinya koefisien korelasi tidak signifikan.

3. Pengujian Hipotesis Korelasi Faktor Kadar Alkohol

$$t = \frac{\sqrt{24-3}}{2}\ln\left(\frac{1+(0{,}2635)}{1-(0{,}2635)}\right) = -1{,}2638$$

Wilayah kritik t_{hitung} >2,069 dan $-t_{hitung}$ > -2,069. H_0 diterima yang artinya koefisien korelasi tidak signifikan.

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian pada pengukuran volume DNA bawang putih adalah:

1. Data yang dikumpulkan pada desain eksperimen berdasarkan faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan volume DNA bawang putih berdistribusi normal sesuai dengan hasil pengujian kenormalan data dengan uji *Anderson Darling*.
2. Dari hasil uji keseragaman data yang menggunakan uji *Bartlet* didapatkan bahwa semua data faktor jumlah sabun, jumlah garam, kadar alcohol dan interaksi antara ketiga faktor adalah seragam.
3. Dari data pengukuran volume DNA, diperoleh persamaan regresinya adalah
   $Y = 9{,}367 + (-0{,}079)X_1 + 0{,}975\ X_2 + 0{,}625\ X_3$, sehingga dapat diramalkan volume DNA bawang putih dengan taraf faktor tertentu.
4. Pada perhitungan koefisien korelasi diperoleh bahwa jumlah sabun memiliki hubungan yang terbalik dengan jumlah garam dan kadar alkohol yang memiliki hubungan searah dengan perubahan volume DNA bawang putih.
5. Dari hasil perhitungan ANAVA didapatkan bahwa faktor jumlah sabun, jumlah garam, kadar alcohol dan interaksi antara ketiga faktor tidak

terdapat efek faktor-faktor karena H_o untuk setiap perlakuan diterima.

DAFTAR PUSTAKA

Sudjana. 1994. *Desain dan Analisis Eksperimen*. Surabaya: ITS

Walpole, Ronald E. 1995. *Pengantar Statistik Edisi Ketiga*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama

Montgomery, Doughlas C. 1991. *Design and Analysis of Experiment. Third Edition.* New York:John Wiley & Sons,.

JURNAL SISTEM TEKNIK INDUSTRI

Jurnal Keilmuan dan Penggunaan Terhadap Sistem Teknik Industri
ISSN 1411 – 5247
Jl. Almamater Kampus USU P. bulan Medan 20155
Homepage : www.jurnalstiusu.edu E-mail: jsti.usu@gmail.com

Volume 18, No.1 Januari 2016

Penanggung Jawab	:	Ir. Khawarita Siregar, MT
Pimpinan Umum Redaksi	:	Ir. Rosnani Ginting, MT
Anggota Redaksi	:	Prof. Dr. Ir. Sukaria Sinulingga, M. Eng (USU) Prof. Dr. Ir. A. Rahim Matondang, MSIE (USU) Prof. Dr. Ir. Humala L. Napitupulu, DEA (USU) Prof. Dr. Ir. Harmein Nasution, MSIE (USU) Prof. Dr. Ir. Teuku Yuri Zagloel, M. Eng (UI Jakarta) Prof. Dr. Ir. Moses L. Singgih, M. Reg (ITS Surabaya) Amir Yazid Bin Ali, PhD (USM Malaysia) Dr. Ir. A. Jabbar M. Rambe, M. Eng (USU) Dr. Ir. Nazaruddin, MT (USU)
Sekretariat Redaksi	:	Aulia Ishak, ST, MT Ir. Anizar, MKes Tuti Sarma Sinaga, ST, MT
Pemasaran/Sirkulasi/Promosi	:	Ir. Ukurta Tarigan, MT Buchari, ST, MKes
Editing	:	Ir. Mangara M. Tambunan, M. Sc Ir. Dini Wahyuni, MT Indah Rizkya Tarigan, ST, MT
Alamat Penerbit/Redaksi	:	Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik USU, Gedung Unit II Lantai 2, Jl. Almamater Kampus USU Medan, 20155. Telp. (061) 8213649 Fax. (061) 8213250 Homepage : www.jurnalstiusu.edu e-mail: jsti.usu@gmail.com
Diterbitkan	:	Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik USU Medan
Harga Pelanggan	:	Rp. 300.000 per tahun (termasuk ongkos kirim). Biaya dikirim melalui Pos Wesel ke Departemen Teknik Industri Universitas Sumatera Utara.

Jurnal sistem teknik industri diterbitkan 2 (dua) kali setahun pada bulan Januari dan Juli. Redaksi menerima karangan ilmiah tentang hasil penelitian, survey, dan telaah pustaka yang erat hubungannya dengan bidang teknik industri. Penulis yang naskahnya dimuat akan dihubungi sebelum dicetak dan dikenakan biaya administrasi sebesar Rp. 300.000,- per artikel yang dapat dikirim melalui Pos Wesel ke Departemen Teknik Industri Universitas Sumatera Utara.

JURNAL SISTEM TEKNIK INDUSTRI

Jurnal Keilmuan dan Penggunaan Terhadap Sistem Teknik Industri
ISSN 1411 – 5247
Jl. Almamater Kampus USU P. bulan Medan 20155
Homepage : www.jurnalstiusu.edu E-mail: jsti.usu@gmail.com

Volume 18, No.1 Januari 2016

DAFTAR ISI **HALAMAN**

PERANCANGAN FASILITAS KERJA DI BAGIAN PRODUKSI PT. XYZ DENGAN MENGGUNAKAN *MACROERGONOMIC ANALYSIS AND DESIGN* (MEAD) 1-5
Mangara M. Tambunan, Dini Wahyuni, Joseph Kristanto

ANALISA PREFERENSI KONSUMEN TERHADAP KERUPUK AMPLANG PRODUKSI TOKO OBIC DI KABUPATEN KETAPANG 6-11
Muh Anhar, Adha Panca Wardana

ANALISIS KELUHAN RASA SAKIT YANG DIALAMI PEKERJA PADA UKM SEPATU KULIT DI KOTA DENGAN MENGGUNAKAN KUESIONER SNQ..... 12-16
Rosnani Ginting, Alfin Fauzi Malik

REKAYASA PRODUKTIVITAS DENGAN PENDEKATAN *GREEN ENGINEERING PADA* PT. ABC 17-22
Sukaria Sinulingga, A. Rahim Matondang, Yusnia Sinambela

PERENCANAAN DAN PENJADWALAN PRODUKSI *GREEN TEA* DENGAN PENDEKATAN *THEORY OF CONSTRAINT* PADA PT. XYZ 23-27
Humala Napitupulu, Meilita T. Sembiring, Nurul Asmah Hidayah

PERANCANGAN KONSEP *DISTRIBUTION RESOURCE PLANNING* (DRP) DALAM MENDUKUNG SISTEM *SUPPLY CHAIN MANAGEMENT* (SCM) PADA PT. XYZ 28-32
Sukaria Sinulingga, Nazaruddin Matondang, Donni Syahrial Hanafi Daulay

ANALISIS KEUNGGULAN DAN KELEMAHAN MERK FRUIT TEA..... 33-40
Sukaria Sinulingga, Humala Napitupulu, Ferdyanta Sitepu

DESAIN EKSPERIMEN EKSTRAKSI DNA BAWANG PUTIH..... 41-46
Elisabeth Ginting, Khalida Syahputri

Jurnal Sistem Teknik Industri, Vol 18. No. 1, Januari 2016
ISSN 1411 – 5247

PERANCANGAN FASILITAS KERJA DI BAGIAN PRODUKSI PT. XYZ DENGAN MENGGUNAKAN *MACROERGONOMIC ANALYSIS AND DESIGN* (MEAD)

Mangara M. Tambunan[1], Dini Wahyuni[1], Joseph Kristanto[2]
Dosen Departemen Teknik Industri[1], Alumni Departemen Teknik Industri[2]
Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara
Jl. Almamater Kampus USU, Medan 20155
Email : mangara_tambunan@yahoo.com
Email: diniwahyuni2015@gmail.com
Email : joshkristanto92@yahoo.com

Abstrak. Fasilitas kerja yang baik merupakan salah satu faktor terpenting dalam kemajuan perusahaan dan merupakan kunci utama keberhasilan dalam rangka mengurangi risiko cidera. Perbaikan fasilitas kerja yang bersifat makro meliputi perbaikan lingkungan kerja, organisasi kerja perusahaan, alat kerja dan postur kerja. Pada penelitian yang dilakukan di PT. XYZ yang bergerak dalam bidang produksi barang plastik seperti jeriken plastik dan celengan plastik. Permasalahan terlihat pada posisi duduk operator ketika menginspeksi produk-produk yang dihasilkan mesin *injection moulding*. Operator duduk dengan postur kerja yang dapat melelahkan operator. Menurut Grandjean, posisi duduk rendah dengan tanpa sandaran dapat memberikan pengaruh ke tulang belakang lebih besar daripada posisi berdiri tegak. Hal ini dapat memberikan pengaruh ke tulang lumbran 3 dan lumbran 4 yang dapat mengakibatkan terjadinya *kifosis* ataupun *lordosis* terhadap tulang belakang operator dalam jangka panjang. Hasil wawancara menyatakan 13 dari 15 operator mengeluh sakit punggung yang disebabkan kursi kerja. Dengan menggunakan metode Macroergonomic Analysis and Design (MEAD) terdapat 9 langkah yang akan dihubungkan dengan penelitian ini untuk menilai dan meningkatkan sistem kerja. Sehingga diperoleh usulan perbaikan fasilitas kerja yaitu kursi kerja memiliki spesifikasi berbentuk kursi kaki tetap, bahan rangka dari kayu, bahan sandaran dari kain, bahan alas dari kain, warna rangka coklat, warna sandaran biru, warna alas biru, daya tahan kursi minimal 3 tahun dan fungsi tambahan sebagai wadah peletakan produk. Dimensi kursi kerja mesin besar memiliki spesifikasi yang hampir sama dengan kursi mesin kecil dengan perbedaan pada tinggi kaki kursi yaitu 89,5 cm pada kursi mesin besar dan 40,3 cm untuk kursi mesin kecil. Meja kerja mesin besar memiliki spesifikasi yang hampir sama dengan meja kerja mesin kecil dengan perbedaan pada tinggi kaki meja yaitu 117,5 cm pada meja mesin besar dan 62,8 cm pada meja mesin kecil. Pada metode kerja usulan, operator mengangkat keranjang yang berisikan produk ke meja untuk diinspeksi. Hal tersebut dapat menghilangkan aktivitas membungkuk yang terjadi pada kondisi aktual karena wadah peletakan produk berada di lantai. Keluhan operator yang mengeluh pada bagian punggung, pinggang dan leher juga telah berkurang setelah terjadinya perbaikan fasilitas kerja.

1. Pendahuluan

Sistem kerja yang baik merupakan salah satu faktor terpenting dalam kemajuan perusahaan, dan merupakan kunci utama keberhasilan dalam rangkamengurangi risiko cidera. Pada mulanya rancangan sistem kerja berawal dari sebuah analisis dalam skala mikro. Seiring dengan perkembangan teknologi serta terjadinya persaingan global di segala aspek, penilaian ergonomi yang bersifat mikro sulit dijalankan bahkan banyak terjadi kegagalan dalam penyelesaian masalah pada lingkungan yang kompleks sehingga diperlukan pendekatan holistik (Purnomo, 2012). Perbaikan sistem kerja yang bersifat makro meliputi perbaikan lingkungan kerja, organisasi kerja perusahaan, alat kerja dan postur kerja.

Hendrick dan Kleiner (2001) berpendapat bahwa dalam ergonomi makro kajian yang dibahas meliputi struktur organisasi, interaksi antara orang-orang yang ada dalam organisasi dan aspek motivasi dari pekerja. Menurut Widodo et al. (2012), sebuah sistem kerja harus dapat menjamin keamanan, kesehatan dan keselamatan kerja, serta mampu memenuhi kebutuhan hidup mendasar. Sistem kerja tidak ergonomis akan menyebabkan penurunan produktivitas dan peningkatan kelelahan kerja. Kelelahan kerja dapat terjadi apabila otot menerima beban statis secara berulang dalam waktu yang lama, akan dapat menyebabkan keluhan berupa kerusakan pada sendi, ligamen dan tendon yang dikenal dengan *Musculoskeletal disorsders* (MSDs) atau cedera pada sistem musculoskeletal (Tumanggor, et al., 2013).

Permasalahan terlihat pada posisi duduk operator ketika menginspeksi produk-produk yang dihasilkan mesin *injection moulding*. Operator duduk dengan postur kerja yang dapat melelahkan operator. Menurut Grandjean, posisi duduk rendah dengan tanpa sandaran dapat memberikan pengaruh ke tulang belakang lebih besar daripada posisi berdiri tegak. Hal ini dapat memberikan pengaruh ke tulang lumbran 3 dan lumbran 4 yang dapat mengakibatkan terjadinya *kifosis* ataupun *lordosis* terhadap tulang belakang operator dalam jangka panjang

Dilakukan wawancara tentang fasilitas kursi kerja yang ada pada lantai produksi untuk melihat seberapa besar keluhan operator. Hasil wawancara menyatakan 13 dari 15 operator mengeluh sakit punggung yang disebabkan kursi kerja. Hasil wawancara menunjukkan ada permasalahan dari keluhan operator yaitu fasilitas kerja tidak memadai, pekerjaan statis terlalu lama, dan kedudukan mesin terlalu tinggi/rendah. Untuk menentukan besarnya pengaruh permasalahan terhadap masalah yang ada maka dilakukan wawancara dengan kepala bidang produksi dan 2 supervisor bidang produksi. Hasil penilaian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Penilaian Permasalahan Keluhan Operator

No	Akar Permasalahan	Responden 1	Responden 2	Responden 3	Rata-rata
1	Fasilitas kerja tidak memadai	60%	65%	60%	61,67 %
2	Pekerjaan statis terlalu lama	25%	25%	30%	26,67 %
3	Kedudukan mesin terlalu tinggi/ rendah	15%	10%	10%	11,66 %

Dari hasil penilaian tersebut, yang menjadi akar permasalahan utama dengan nilai lebih dari 50% adalah fasilitas kerja tidak memadai Pekerjaan statis yang terlalu lama juga menyebabkan sakit tulang belakang pada operator. Misi PT.XYZ adalah meningkatkan kesejahteraan dan kenyamanan kerja terhadap semua personel yang ada di PT.XYZ. Dengan menggabungkan misi di PT. XYZ dengan keluhan yang dialami operator maka diusulkan suatu peracangan fasilitas kerja dengan metode *Macroergonomic Analysis and Design* (MEAD) sedangkan untuk memperbaiki pekerjaan statis yang terlalu lama akan diusulkan metode kerja usulan terhadap operator.

2. Pembahasan

Penelitian ini dilakukan di PT. XYZ yang bergerak dalam bidang produksi barang plastik seperti jeriken plastik dan celengan plastik. Penelitian ini adalah suatu penelitian deskriptif analisis kerja dan aktivitas (*job and activity analysis*) yang ditujukan untuk menyelidiki secara terperinci aktivitas dan pekerjaan seseorang atau sekelompok orang agar mendapatkan rekomendasi untuk berbagai keperluan seperti mendapatkan keseimbangan beban kerja antar karyawan, penentuan standar pengupahan, standar prestasi kerja dan lain-lain. Objek penelitian yang diamati adalah operator proses inpeski PT. XYZ

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan instrumen SNQ dan kuisioner SNQ yang disebar untuk melihat keluhan bagian tubuh pada operator yang hasilnya akan mengarah ke perancangan produk kursi kerja dan meja kerja. Kuisioner yang disebarkan meliputi kuisioner semi terbuka dan tertutup untuk mengetahui variabel

perancangan produk terhadap konsumen sebanyak 15 orang.

2.1. Hasil Macroergonomic Analysis and Design

Terdapat 9 langkah metode MEAD yang akan dihubungkan dengan penelitian ini untuk menilai dan meningkatkan sistem kerja yaitu:

1. Langkah 1: Mendefinisikan subsistem organisasi
   Tahap ini bertujuan untuk menentukan uraian proses produksi,struktur organisasi dan visi misi dari PT. XYZ.
2. Langkah 2: Mendefinisikan tipe alat dan menetapkan tingkat kinerja yang diinginkan
   Penentuan fasilitas kerja pada PT. XYZ merujuk pada perancangan fasilitas yang berbasis kebutuhan dan dimensi tubuh penggunanya. Sesuai dengan misi PT. XYZ untuk meningkatkan kesejahteraan dan kenyamanan kerja terhadap operator yang bekerja maka ditentukan pencapaian yang menjadi sasaran. Tingkat Perfomansi yang ingin dicapai adalah:
   a. Menurunkan kelelahan kerja yang dirasakan oleh operator produksi di PT. XYZ.
   b. Meningkatkan kesejahteraan dan kenyamanan kerja operator produksi di PT. XYZ.
3. Langkah 3: Mendefinisikan proses kerja dan analisa kerja.
   Proses pembuatan produk plastik di PT. XYZ tediri dari 8 tahap yaitu pemilahan bahan baku, pencucian dan penyaringan, penjemuran, pencampuran warna, pencetakan, inspeksi, perakitan dan pengemasan. Proses kerja yang dianalisis adalah bagian inspeksi. Operator bekerja pada posisi tubuh membungkuk yang disebabkan oleh kursi kerja yang rendah dan tidak memiliki sandaran. Wadah peletakan produk juga sangat rendah sehingga operator harus membungkuk saat meletakkan produk yang telah diinspeksi. Pekerjaan dilakukan dalam jangka waktu yang lama, yaitu lebih dari 8 jam per hari.
   Berdasarkan identifikasi terhadap proses kerja tersebut, maka dilakukan analisa kerja dengan menggunakan SNQ. Dari hasil identifikasi keluhan *musculoskeletal* SNQmenunjukkan bahwa keluhan yang paling sering dirasakan pekerja terdapat pada anggota tubuh bagian punggung, pinggang dan leher. Posisi tubuh yang tidak alamiah dan cara kerja yang tidak ergonomis dalam waktu lama dan terus-menerus dapat menyebabkan berbagai gangguan kesehatan pada pekerja antara lain:
   a. Menurunnya motivasi dan kenyamanan kerja.
   b. Gangguan gerakan pada bagian tubuh tertentu (kesulitan menggerakan kaki, tangan atau leher/kepala)
   c. Dalam waktu lama bisa terjadi perubahan bentuk tubuh seperti tulang miring dan bengkok.
4. Langkah 4: Mendefinisikan variansi aktual dan harapan
   Berdasarkan informasi yang diperoleh dari manager produksi melalui wawancara dan melakukan penyebaran kuesioner SNQ pada pekerja di lantai produksi PT. XYZ. Didapatkan pekerja mengalami keluhan di bagian punggung, pinggang dan leher. Keluhan rasa sakit tersebut disebabkan karena fasilitas kursi kerja yang tidak ergonomis sehingga menyebabkan resiko kerja terhadap operator. Berdasarkan data tersebut maka perlu dilakukan desain kursi kerja yang ergonomis dengan menggunakan data dimensi tubuh pekerja agar dapat menurunkan keluhan kerja yang dialami oleh pekerja dan memberikan keselamatan dan kesehatan kerja serta dapat menyejahterakan pekerja di PT. XYZ.
5. Langkah 5: Membuat matriks variansi
   Hasil penilaian yang diperoleh dari kuesioner penilaian dihubungkan dengan karakteristik teknik untuk mendapatkan matriks variansi. Matriks variansi dapat dilihat pada Gambar 1.

KARAKTERISTIK TEKNIK	*Customer Importance*	Ketebalan Bahan	Ketepatan Pemotongan	Ketelitian Perakitan	Kualitas Bahan	Ketahanan Bahan	*Importance Weight*	*Relative Weight*
Kursi memiliki bentuk kaki tetap	5	9	3	3	1	3	95	20,43
Rangka kursi menggunakan bahan kayu	3	9	3	3	9	9	99	21,29
Sandaran kursi menggunakan bahan kain	3	3	3	3	3	3	45	9,68
Alas kursi menggunakan bahan kain	4	3	3	3	3	3	60	12,90
Warna rangka kursi adalah coklat	2	0	0	1	1	1	6	1,29
Warna sandaran kursi adalah biru	3	0	0	1	1	1	9	1,94
Warna alas kursi adalah biru	5	0	0	1	1	1	15	3,23
Daya tahan kursi minimal 3 tahun	3	3	3	3	9	9	81	17,42
Fungsi tambahan kursi adalah wadah peletakan produk	5	3	3	3	1	1	55	11,83

Gambar 1. Matriks Variansi Kursi Kerja

Atas dasar variansi di atas maka spesifikasi kursi kemudian diusulkan kepada pihak manajemen di PT. XYZ untuk dirancang suatu fasilitas kursi yang baru.

6. Langkah 6: Menganalisa peran personel
   Pada tahap keenam dalam MEAD bertujuan untuk mengidentifikasi bagaimana variansi yang didapat dari langkah sebelumnya dihubungkan

dengan peran personel yang bertanggung jawab pada unit kerja yang ada. Kendali varians dan analisis peran personel dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kendali Varians dan Analisis Peran Personel

No	Variansi	Modus Kuesioner	Pihak yang Mengawasi	Pendapat Personel
1	Bentuk Kursi	Kursi kaki tetap	Kepala Bidang Produksi	Kursi kaki tetap
2	Bahan Rangka kursi	Kayu	Kepala Bidang Produksi	Aluminium
3	Bahan Sandaran Kursi	Kain	Kepala Bidang Produksi	Kain
4	Bahan Alas Kursi	Kain	Kepala Bidang Produksi	Kain
5	Warna Rangka Kursi	Coklat	Kepala Bidang Produksi	Abu-abu
6	Warna Sandaran Kursi	Biru	Kepala Bidang Produksi	Biru
7	Warna Alas Kursi	Biru	Kepala Bidang Produksi	Biru
8	Daya Tahan Kursi	3 tahun	Kepala Bidang Produksi	5 tahun
9	Fungsi Tambahan	Wadah peletakkan produk	Kepala Bidang Produksi	Wadah peletakkan produk
10	Fasilitas Kerja Lain	Meja kerja	Kepala Bidang Produksi	Meja Kerja

7. Langkah 7: Mengalokasikan fungsi dan penggabungan desain
   Dari hasil diskusi dengan kepala bidang produksi di PT. XYZ maka dapat dibuat 2 alternatif produk yang berdasarkan modus kuesioner dan pendapat kepala bidang produksi. Alternatif ini nantinya akan diberikan kepada *stakeholder* PT. XYZ, yaitu pemilik PT. XYZ untuk ditentukan variansi apa yang menjadi pilihan untuk pendesainan produk kursi kerja.
   Langkah selanjutnya adalah melakukan pemilihan terhadap alternatif yang telah dibuat. Sebelum dilakukan pemilihan alternatif tersebut, terlebih dahulu dilakukan penentuan kriteria dari setiap rancangan alternatif.
8. Langkah 8: Menganalisis Persepsi dan Tanggung Jawab *Stakeholder*
   Dari hasil wawancara terhadap pemilik perusahaan PT. XYZ maka dipilih alternatif 1 menjadi spesifikasi fasilitas kerja untuk operator bagian inspeksi PT. XYZ.Alasan dipilihnya alternatif 1 karena biaya alternatif yang lebih murah daripada alternatif 2 sehingga memberikan dampak pengeluaran yang lebih kecil terhadap perusahaan.
9. Langkah 9: Desain ulang dukungan dan menggabungkan subsistem.
   Setelah diperoleh alternatif yang akan digunakan untuk perancangan produk, maka dapat dirancang fasilitas kerja.

2.2. Pembahasan Perancangan Fasilitas Kerja

Dengan menggabungkan spesifikasi rancangan kursi yang diperoleh dari metode *Macroergonomic Analysis and Design* (MEAD) serta hasil perhitungan dimensi antropometri terhadap operator maka dirancang suatu fasilitas kerja baru yang dapat dilihat pada Gambar 2. dan Gambar 3.

Gambar 2. Usulan Rancangan Fasilitas Mesin Kecil

Gambar 3. Usulan Rancangan Fasilitas Mesin Besar

2.3. Hasil Usulan Metode Kerja

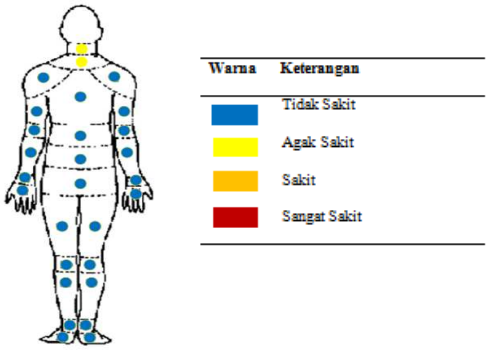
Usulan fasilitas kerja yang ada membuat terjadinya perubahan metode kerja. Perubahan metode kerja diusulkan untuk operator inspeksi mesin kecil dan untuk operator inspeksi mesin besar. Pada perbaikan metode kerja mesin besar operator tetap menggunakan metode yang ada tetapi dengan perbaikan tinggi fasilitas kerja untuk memudahkan pengambilan produk. Pada perbaikan metode kerja mesin kecil, operator sebelumnya langsung mengambil produk dari keranjang yang terletak di lantai dan langsung menginspeksinya dengan posisi kerja membungkuk. Metode kerja usulan mengganti pekerjaan operator yang mengambil langsung produk tersebut dengan mengangkat keranjang yang berisikan produk ke meja kerja yang ada.

2.4. Perbaikan Keluhan Pekerjaan

Perbaikan sudut duduk operator dapat dilihat dari perbedaan fasilitas kerja yang ada. Fasilitas kerja aktual membuat operator harus membungkuk dan sudut antara pinggang dan paha atas operator naik karena meja dan kursi kerja yang rendah. Setelah dilakukan perbaikan fasilitas kerja, maka operator bekerja dengan lebih nyaman dengan meja dan kursi kerja yang sesuai dengan dimensi tubuh operator sehingga operator tidak perlu lagi membungkuk ataupun duduk dengan sudut antara pinggang dan paha atas yang tinggi.

2.5. Perbaikan dari hasil SNQ

Perancangan usulan yang diimplementasikan ke operator PT. XYZ menghasilkan penurunan keluhan terhadap bagian tulang belakang operator. Hal ini dapat dilihat dari hasil identifikasi warna keluhan SNQ usulan. Hasil identifikasi warna keluhan SNQ usulan dapat dilihat pada Gambar 4 Dari hasil gambar keluhan SNQ diperoleh bahwa sudah terjadi perbaikan di bagian tulang belakang. Dari hasil SNQ, terjadi perbaikan keluhan pekerjaan terutama di bagian sakit yaitu pinggang, punggung, dan leher. Hasil rancangan usulan memberikan kenyamanan terhadap operator.



Gambar 4. Hasil Identifikasi Warna Keluhan SNQ Usulan

3. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dari hasil penelitian ini yaitu fasilitas kerja usulan yang berupa kursi kerja dan meja kerja untuk operator inspeksi di PT. XYZ. Kursi kerja usulan memiliki spesifikasi berbentuk kursi kaki tetap, bahan rangka dari kayu, bahan sandaran dari kain, bahan alas dari kain, warna rangka coklat, warna sandaran biru, warna alas biru, daya tahan kursi minimal 3 tahun dan fungsi tambahan sebagai wadah peletakan produk.

Dimensi kursi kerja mesin besar memiliki spesifikasi yang hampir sama dengan kursi mesin kecil dengan perbedaan pada tinggi kaki kursi yaitu 89,5 cm pada kursi mesin besar dan 40,3 cm untuk kursi mesin kecil. Meja kerja mesin besar memiliki spesifikasi yang hampir sama dengan meja kerja mesin kecil dengan perbedaan pada tinggi kaki meja yaitu 117,5 cm pada meja mesin besar dan 62,8 cm pada meja mesin kecil.

Pada metode kerja usulan, operator mengangkat keranjang yang berisikan produk ke meja untuk diinspeksi. Hal tersebut dapat menghilangkan aktivitas membungkuk yang terjadi pada kondisi aktual karena wadah peletakan produk berada di lantai. Keluhan operator yang mengeluh pada bagian punggung, pinggang dan leher juga telah berkurang setelah terjadinya perbaikan fasilitas kerja.

DAFTAR PUSTAKA

Amalia Suzianti, 2013. *Macroergonomic Approach for Improving the Municipal Waste Management System in Jakarta*

Ginting, Rosnani. 2009. *Perancangan Produk*. Edisi Pertama, Yogyakarta: Graha Ilmu.

Grandjean, Etienne. 1988. *Fitting the task to the Man*. Edisi Empat. London: Taylor and Francis

Hendrick, Hal W. 2002. *Macroergonomics Theory, Methods and Applications*. Lawrence Erlbaum Associates, New Jersey.

Kleiner, Brian M. 2005. Macroergonomics: *Analysis and Design of Worksystems*. Department of Industrial and Systems Engineering

Lou Cohen, 1995. *Quality Function Deployment:How to Make QFD Work for You*, Addison-Wesley Publishing Company, USA

Nely,*eprints.undip.ac.id/40974/3/BAB_III.doc*

ANALISA PREFERENSI KONSUMEN TERHADAP KERUPUK AMPLANG PRODUKSI TOKO OBIC DI KABUPATEN KETAPANG

Muh Anhar[1], Adha Panca Wardanu[2]
Perawatan Dan Perbaikan Mesin Politeknik Negeri Ketapang[1]
Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Ketapang[2]
Jl. Rangga sentap Dalong sukaharja Ketapang
Email : anhar_dol@yahoo.com
Email : ap_wardhanu@yahoo.co.id

Abstrak. *Tujuan penelitian ini adalah Menganalisis karakteristik konsumen dan proses keputusan pembelian amplang merek OBIC, Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi keputusan konsumen dalam pembelian amplang merek OBIC dan menganalisis sikap konsumen terhadap amplang merek OBIC. Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Metode pengambilan sampel yang digunakan adalah convenience sampling (pengambilan sampel secara kebetulan) yang termasuk ke dalam teknik pengambilan sampel non peluang. Karakteristik konsumen berdasarkan kelompok usia, jenis kelamin, jenis pekerjaan, pengeluaran per bulan, ketertarikan konsumen mengkonsumsi Amplang, asal informasi mengenai Amplang merek obic dan tempat konsumen biasa membeli Amplang merek obic dianalisis secara diskriptif. Penilaian sikap konsumen dianalisis dengan menggunakan Model Fishbein. Hasil Analisis diketahui bahwa karakteristik responden didominasi oleh perempuan. Usia terbanyak pada usia 21-30 tahun, tingkat pendidikan didomonasi oleh SLTA dan sebagian besar konsumen belum menikah. Pembelian Amplang OBIC oleh responden terjadi di tampat produksi. Setelah melakukan pembelian, konsumen mengevaluasi hasil pembelian dan hasilnya responden menyatakan puas terhadap Amplang OBIC. Reaksi konsumen apabila OBIC tidak tersedia di lokasi pembelian adalah membeli merek lain, dan apabila harga OBIC naik, maka konsumen akan memilih merek lain. Atribut yang dinilai positif adalah atribut higienis, rasa, aroma, harga dan kemasan. Atribut yang dinilai netral adalah atribut volume, warna dan kemudahan dalam memperoleh produk. Atribut produk yang netral, agar dinilai positif maka perlu terus meningkatkan pelaksanaan atau kinerja dari atribut tersebut. Secara keseluruhan atribut produk amplang OBIC dinilai positif oleh konsumen dengan nilai sikap sebesar 157,31. Hal ini menunjukkan bahwa atribut dari amplang OBIC diterima oleh konsumen.*

Keywords: *Amplang, Preferensi Konsumen, Perilaku Konsumen*

Abstract. *This study aimed at analyzing the characteristics of the consumers, what were their decisions and reasons of choosing amplang that was made by Obic store, and how the consumers' responds toward the Obic amplang.This study used primary and secondary data while the sampling method used was convenience sampling (sampling by chance). The characteristics of the consumers was on the basis of age, sex, occupation, education background, their budget per month, their interests in buying amplang, the source of information about Obic amplang they got, and the certain outlets where the consumers usually buys amplang were analyzed descriptively. Also, Fishbein model is used to assess the consumers' respond. The result of the analysis showed that the respondents were dominated by female. They are about 21-30 years old who are mostly the high school students and not married yet. Most of respondents usually bought the amplang in the place where it is produced. Moreover, the consumers were more interested in amplang produced Obic and they felt satisfied of it. However, the shortcoming was found when the Obic amplang was not available or sold, and its prices rised, most of consumers tended to buy the other brands of amplang. On the other hand, Obic amplang still had positive attribute, which are, hygienic, good taste and aroma, friendly price, and interesting packaging. Also, it had neutral attributed such as content, colour, and the availability of the product. It is suggested that the Obic amplang to improve the quality of its neutral attributes. Overall, the amplang from Obic is considered positive by consumers and it obtained 157,31 that is categorized 'acceptable' among the consumers.*

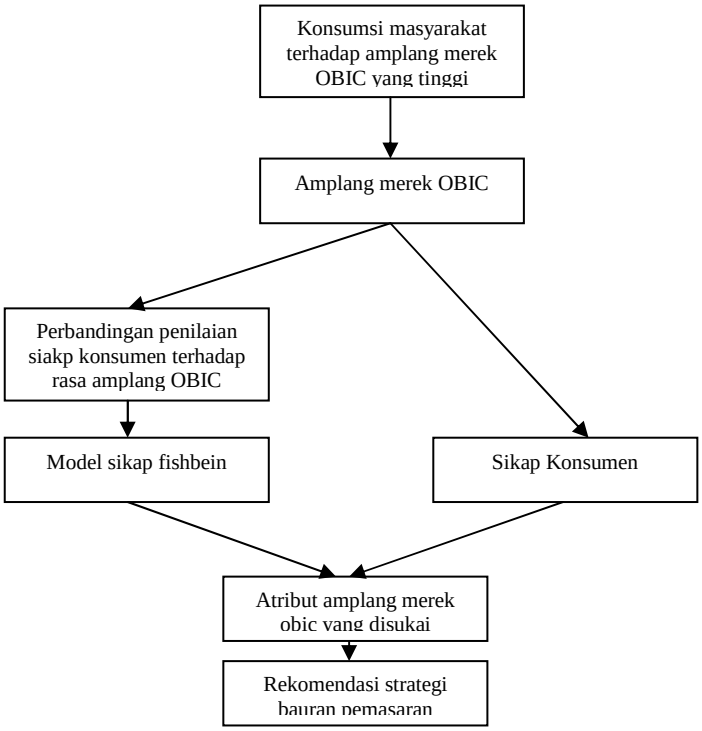
Key Words*: preference, amplang, consumers' responds.*

1. PENDAHULUAN

Kerupuk amplang merupakan jenis kerupuk ikan dengan bahan dasar daging, ikan tengiri, tepung tapioka, dan bahan tambahan seperti telur ayam, garam, gula, penyedap rasa, dan soda. Konsumsi Amplang cukup tinggi di Kota Ketapang, mengingat amplang merupakan makanan khas ketapang dan telah menjadi icon kota Ketapang.Salah satu produsen amplang yang ada di ketapang adalah OBIC, Amplang merek OBIC masih baru dipasaran perusahaan perlu mengetahui bagaimana perilaku konsumen terhadapAmplang untuk dapat menemukan strategi yang tepat untuk menghadapi persaingan. Pemahaman preferensi konsumen dapat dimanfaatkan dalamperumusan strategi pemasaran.Kotler (2000) menyatakan bahwa perusahaan harus membuat keputusan mendasar dalam pengetahuan pemasaran, bauran pemasaran dan alokasi pemasaran mentransformasikan strategi pemasaran menjadi program pemasaran. Persepsi setiap orang terhadap suatu objek akan berbeda-beda, oleh karena itu persepsi mempunyai sifat subjektif (Sutisna, 2001). Persepsi yang dibentuk oleh seseorang dipengaruhi oleh isi memorinya. Dengan demikian proses persepsi seseorang terhadap suatu objek dipengaruhi oleh pengalaman masa lalunya yang tersimpan dalam memori (Sutisna, 2001). Ciri khas atau karakteristik sosial dari objek yang dipersepsikan memegang peranan yang cukup besar (Sadli, 1985 dalam Sumarwan,2002). seseorang dapat muncul dengan persepsi yang berbeda terhadap objek rangsangan yang sama karena tiga proses yang berkenaan dengan persepsi, yaitu penerimaan rangsangan secara selektif, perubahan makna informasi secara selektif dan pengingatan sesuatu secara selektif. Konsumen merupakan fokus utama dari pemasaran. Konsumen sebagai individu atau kelompok yang berusaha untuk memenuhi atau mendapatkan barang atau jasa untuk kehidupan pribadi atau kelompoknya. Konsumen yang dipilih dalam penelitian ini adalah konsumen akhir (*final consumer*), yaitu setiap individu yang tujuan pembeliannya adalah untuk memenuhi kebutuhan sendiri atau untuk dikonsumsi langsung (Tambunan,2001). Sehingga pemahaman tentang konsumen lebih mengarah kepada proses pengambilan keputusan konsumen sendiri untuk memenuhi kebutuhan produk atau jasa.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian preferensi konsumen terhadap Kerupuk Amplang OBIC ini dilakukan di wilayah Kota Ketapang. Pemilihan lokasi dilakukan secara sengaja *(purposive*) dengan pertimbangan Amplang merupakan salah satu makanan khas kota ketapang yang sangat di gemari, selain itu juga pertimbangan lain adalah bahwa daerah tersebut merupakan tempat produksi amplang. Pengambilan responden amplang OBIC difokuskan hanya di kecamatan Benua kayong dan Delta pawan kota Ketapang. Jumlah responden yang digunakan sebesar70responden. Penelitian ini menggunakan metode*Judgement Sampling* dalam pengambilan responden.



Gambar 1. Kerangka Penelitian

Pengambilan responden ini dilakukan dengan merumuskan terlebih dahulu kriteria-kriteria yang akan digunakan sebagai acuan dalam penarikan responden. Kriteria tersebut adalah responden yang pernah mengkonsumsi amplang merek OBIC. Penetapan kriteria tersebutagar responden dapat memberikan pendapat, jawaban serta pernyataan yang bermanfaat bagi penelitian ini.Data yang telah dikumpulkan diolah secara kualitatif dan kuantitatif. Pengolahan data menggunakan Microsoft Excel untuk tabulasi deskriptif yang menjelaskan proses keputusan pembelian secara umum dan SPSS 17 untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi keputusan pembelian Ampang OBIC. Proses analisis data dalam penelitian ini menggunakan analisis deskriptif, dan multiatribut *Fishbein.*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Karakteristik Responden

a. Jenis Kelamin

Jumlah responden amplang OBIC lebih banyak dikonsumsi oleh responden yang berjenis kelamin perempuan. Jumlah responden perempuan sebanyak 40 orang atau 57 persen, sedangkan jumlah

responden laki-laki sebanyak 30 orang atau 43 persen. Responden yang mengkonsumsi amplang OBIC sebagian besar adalah perempuan, hal ini dikarenakan pihak perempuan merupakan pengambil keputusan utama dalam suatu keluarga.

b. Usia Responden

Responden yang banyak mengkonsumsi amplang OBIC adalah responden yang berada pada selang usia antara 21-30 tahun atau sebanyak 41 persen. Jumlah responden pada usia ≤20 tahun sebanyak 11 orang, kisaran usia 31-40 sebanyak 23 orang dan usia >40 sebanyak 7 orang. Dari data tersebut menunjukkan bahwa pada semua selang usia memiliki nilai persentase yang tidak jauh berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa amplang OBIC bisa dikonsumsi oleh semua jenis usia mulai dari remaja, dewasa hingga orang tua karena amplang tersebut merupakan makanan ringan yang umumunya dikonsumsi sebagai cemilan.

c. Pendidikan

Responden amplang OBIC didominasi oleh SLTA dan Diploma III masing-masing sebanyak 29 dan 30 persen. Pendidikan terakhir konsumen yang mengkonsumsi amplang OBIC terbanyak adalah Diploma dan SLTA, dimana kebanyakan responden tersebut sedang melanjutkan pendidikan kejenjang universitas yaitu sebagai mahasiswa. Kasali (2001) menjelaskan bahwa pendidikan yang berhasil diselesaikan konsumen bisa menentukan pendapatan dan kelas sosial seseorang. Selain itu, pendidikan juga menentukan tingkat intelektualitas seseorang. Pada gilirannya, tingkat pendidikan akan mempengaruhi pengambilan keputusan seseorang dalam pemilihan barang yang dikonsumsinya.

d. Pekerjaan

Jumlah responden dalam penelitian ini lebih banyak ditemukan pada mahasiswa yaitu sebanyak 36 persen. Persentase terkecil ditempati oleh wiraswasta yaitu sebesar 10 persen.

e. Status Pernikahan

Responden menurut status pernikahan adalah responden yang belum menikah sebesar 51 persen. Sedangkan jumlah responden yang sudah menikah adalah sebesar 49 persen. Berdasarkan wawancara kepada responden yang belum menikah, keputusan pembelian amplang OBIC umumnya dipengaruhi oleh diri sendiri. Sedangkan konsumen yang telah menikah keputusan pembelian dipengaruhi oleh anggota keluarga yang lain.

f. Tujuan Pembelian

Sebanyak 60 persen responden membeli amplang OBIC dengan tujuan untuk dijadikan oleh-oleh. Sebagian responden menyatakan bahwa amplang OBIC dapat dijadikan oleh-oleh khas kota Ketapang. Sebanyak 21 persen responden mengkonsumsi amplang OBIC sebagai makanan cemilan. Menurut responden amplang OBIC cocok sebagai cemilan setelah maupun bersamaan mengkonsumsi makanan. Sebanyak 6 persen responden membeli amplang OBIC untuk mendapatkan dijual kembali

g. Motivasi dan Penghalang Pembelian

Motivasi terbanyak responden dalam mengkonsumsi amplang OBIC adalah melihat orang lain membeli sebesar 74 persen. Responden memiliki motivasi tertentu dalam mengkonsumsi amplang OBIC, namun terdapat kendala yang menghalangi responden untuk memperoleh produk tersebut. Kendala utama yang dihadapi oleh responden adalah harga yang mahal (96%) karena amplang OBIC diproduksi dengan menggunakan bahan baku ikan yang ketersediaannya tidak banyak dan harganya mahal. Kendala yang lain dalam memperoleh produk amplang OBIC adalah produk sulit diperleh (4 %).

h. Sumber Informasi Responden

Responden yang telah mengenali kebutuhannya dalam mengkonsumsi amplang OBIC, maka tahap selanjutnya adalah pencarian informasi untuk memberikan informasi yang lengkap mengenai produk tersebut. sumber informasi responden terbanyak berasal dari keluarga atau teman sebesar 62 persen. Sumber informasi yang berasal dari keluarga atau teman nilainya cukup tinggi karena biasanya informasi yang diperoleh melalui mulut ke mulut (*word of mouth*). Promosi produk amplang OBIC yang dilakukan oleh pihak produsen belum intensif. Hal tersebut dikarenakan selama ini promosi yang dilakukan melalui brosur yang disebar hanya pada acara-acara tertentu seperti pameran. Promosi melalui surat kabar tidak pernah dilakukan, oleh karena itu informasi yang berasal dari koran tidak ada.

Berdasarkan sumber informasi yang diperoleh, fokus perhatian responden terhadap amplang OBIC adalah rasa sebesar 47,14 persen. Atribut berikutnya yang menjadi fokus responden adalah harga amplang OBIC sebesar 29 persen. Atribut merek menjadi fokus perhatian yang terendah yaitu 3 persen hal ini dikarenakan produk amplang masih jarang ditemukan sehingga belum banyak merek yang dikenal oleh masyarakat.

i. Pertimbangan Responden Dalam Membeli Amplang OBIC

Faktor-faktor yang menjadi pertimbangan bagi responden untuk melakukan pembelian amplang OBIC adalah rasa, aroma, isi/volume, harga, merek dan kemasan. 11 responden lebih mempertimbangkan atribut rasa yang dimiliki oleh produk. Prioritas selanjutnya diikuti oleh atribut harga, kemasan dan merek serta isi. Jika harga yang dimiliki produk

sesuai dengan yang diharapkan maka pertimbangan selanjutnya adalah isi/ volume, kemasan dan merek yang dimiliki produk. Bentuk kemasan amplang OBIC terdiri dari plastik dan aluminium foil. Responden lebih mempertimbangkan bentuk kemasan plastik sebesar 76 persen dan aluminium foil sebesar 24 persen. Pemilihan plastik yang dilakukan oleh responden dikarenakan harganya lebih murah dibandingkan dengan almunium foil. Responden yang memilih bentuk plastik karena warna dan bentuk amplang dapat dilihat langsung sehingga memudahkan pembeli untuk memilih.

j. Lokasi Pembelian

Hasil penelitian menunjukkan bahwa responden lebih banyak membeli di tempat produksi amplang OBIC sebesar 91 persen karena penjualan terbesar dilakukan ditempat produksinya, sedangkan di minimarket maupun toko yaitu 9 persen.

3.2. Tingkat Kepentingan

Tingkat kepentingan menunjukkan sejauh mana tingkat kepentingan suatu atribut menurut konsumen. Berdasarkan hasil penelitian memperlihatkan bahwa atribut higienis, rasa dan aroma merupakan atribut produk yang paling diperhitungkan oleh konsumen. Atribut higienis memiliki nilai 4,38, rasa memiliki nilai 4,25 dan atribut aroma memiliki nilai 4,06. Atribut higienis dinilai oleh responden sangat penting karena amplang Obic merupakan produk pangan yang dapat menjadi sumber penyakit apabila terkontaminasi oleh mikroorganisme patogen dan berakibat pada timbulnya masalah kesehatan. Untuk itu kebersihan produk (higienis) perlu diperhatikan sehingga memberikan rasa aman bagi konsumen yang mengkonsumsi amplang Obic. Atribut rasa dinilai sangat penting karena responden menginginkan rasa yang enak dan terasa khas ikan. Tingkat kepentingan atribut yang paling rendah adalah atribut kemudahan dalam memperoleh produk. Urutan tingkat kepentingan atribut dari skor tertinggi hingga terendah dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Kepentingan Responden Terhadap Atribut Amplang OBIC

Atribut	bi	Kategori tingkat Kepentingan	Urutan bi
Higienis	4,38	Sangat Penting	I
Rasa	4,25	Sanagt Penting	II
Aroma	4,06	Penting	III
Warna	4,00	Penting	IV
Kemasan	3,81	Penting	V
Harga	3,72	Penting	VI
Volume	3,68	Penting	VII
Mudah diperoleh	3,56	Penting	VIII

3.3. Tingkat Kepercayaan

Tingkat kepercayaan menunjukkan penilaian konsumen terhadap pelaksanaan atribut produk. Penilaian responden terhadap produk amplang Obic cukup baik karena tidak ada satu pun atribut produk Obic yang dinilai tidak baik. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 2 bahwa nilai kepercayaan (bi) terhadap produk Obic bernilai positif.

Tabel 2. Nilai Kepercayaan Responden Terhadap Atribut Amplang OBIC

Atribut	bi	Kategori tingkat Kepercayaan	Urutan bi
Higienis	4,60	Sangat Baik	I
Rasa	4,44	Sanagt Baik	II
Aroma	4,25	Sangat Baik	III
Harga	4,13	Baik	IV
Kemasan	4,13	Baik	V
Volume	4,03	Baik	VI
Warna	3,88	Baik	VII
Mudah diperoleh	3,88	Baik	VIII

Tingkat kepercayaan tertinggi diperoleh oleh atribut higienis dengan nilai kepercayaan sebesar 4,60. Hal ini menunjukkan bahwa Obic memberikan rasa aman bagi konsumen yang mengkonsumsinya. Kepercayaan responden terhadap atribut rasa juga dinilai sangat baik dengan nilai kepercayaan sebesar 4,44.

Tingkat kepercayaan terhadap atribut aroma dinilai sangat baik dengan nilai sebesar 4,25. Menurut responden amplang Obic dapat menimbulkan aroma ikan yang khas apabila mengkonsumsinya. Atribut kemasan memiliki tingkat kepercayaan yang sedang dengan nilai 4,13. Menurut responden bentuk kemasan dinilai layak karena kemasannya rapih sehingga tidak akan terjadi kebocoran isi produk. Namun ada juga responden yang mengatakan bahwa kemasan Obic kurang menarik. Tingkat kepercayaan atribut volume memiliki nilai sebesar 4,03 yang menunjukkan bahwa amplang Obic cukup konsisten dalam hal isi atau volume produk. Atribut dari peringkat terendah berturut-berturut adalah Kemudahan dalam memperolehnya, warna, dan volume memiliki tingkat kepercayaan yang sedang. Peningkatan atribut-atribut ini dapat dilakukan oleh pihak produsen agar tingkat kepercayaannya semakin baik.

3.4. Sikap Konsumen Terhadap Amplang OBIC

Penilaian responden secara keseluruhan terhadap Obic menyatakan sikap positif terhadap amplang Obic. Atribut amplang Obic yang dinilai positif, berturut-turut adalah higienis, rasa, aroma,

harga dan kemasan. Sedangkan atribut yang dinilai netral oleh konsumen, berturut-turut adalah volume, warna, mudah diperoleh. Nilai sikap konsumen terhadap atribut amplang Obic dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Sikap Responden Terhadap Atribut Amplang OBIC

Atribut	Ao	Kategori Sikap	Urutan Ao
Higienis	20,13	Positif	I
Rasa	18,87	Positif	II
Aroma	17,27	Positif	III
Harga	15,52	Positif	IV
Kemasan	15,75	Positif	V
Volume	15,36	Netral	VI
Warna	14,83	Netral	VII
Mudah diperoleh	13,82	Netral	VIII
TOTAL			

Higienis dinilai sangat positif oleh konsumen, karena higienis dapat memberikan rasa aman ketika mengkonsumsinya. Atribut rasa dinilai positif oleh konsumen, karena menurut konsumen Obic memiliki rasa yang enak, dan rasa daging ikanya terasa. Meskipun rasa bersifat relatif, hal ini tergantung dari selera konsumen itu sendiri yang menyukai rasa ikan atau tidak. Terdapat lima atribut yang dinilai positif dan tiga atribut yang dinilai netral oleh konsumen. Untuk itu amplang Obic harus terus meningkatkan pelaksanaan atau kinerja dari atribut tersebut agar sikap konsumen terhadap amplang Obic semakin positif.Untuk menentukan skala penilaian tertinggi sikap dicari dengan skor sikap maksimum (ei bi max). Skor sikap maksimum adalah nilai maksimum yang didapat oleh masing-masing atribut yang ditawarkan jika responden memberikan penilaian tertinggi. Nilai tersebut diperoleh dengan cara mengalikan skor evaluasi (ei) dengan skor kepercayaan (bi) yang ideal yaitu 5. Skor sikap maksimum terhadap amplang Obic adalah sebesar 157,31. Nilai total sikap yang dicapai oleh atribut-atribut amplang Obic jika dibandingkan dengan skor sikap maksimum, maka nilai sikap responden tersebut pada kenyataannya masih jauh dengan penilaian skor sikap maksimum (155,19 < 202). Hal tersebut dapat dikatakan bahwa kinerja atribut-atribut dari amplang Obic perlu lebih ditingkatkan lagi oleh pihak produsen. Skor Sikap maksimal responden terhadap amplang Obic dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Skor Sikap Maksimal Responden Terhadap Atribut Amplang OBIC

Atribut	ei	bi ideal	Urutan Ao
Higienis	4,38	5	21,88
Rasa	4,25	5	21,25
Aroma	4,06	5	20,31
Harga	4,00	5	20,00
Kemasan	3,81	5	19,06
Volume	3,72	5	18,60
Warna	3,68	5	18,40
Mudah diperoleh	3,56	5	17,81
TOTAL			157,31

4. KESIMPULAN

1. Konsumen secara keseluruhan didominasi oleh perempuan. Usia Responden terbanyak pada usia 21-30 tahun, tingkat pendidikan konsumen didomonasi oleh SLTA karena sebagian responden berstatus mahasiswa (40%). Karena banyak responden yang berstatus mahasiswa maka sebagian besar konsumen belum menikah. Amplang OBIC diperoleh dari keluarga atau teman. Pembelian Amplang OBIC oleh responden terjadi di tampat produksi. Setelah melakukan pembelian, konsumen mengevaluasi hasil pembelian dan hasilnya responden menyatakan puas terhadap Amplang OBIC. Reaksi konsumen apabila OBIC tidak tersedia di lokasi pembelian adalah membeli merek lain, dan apabila harga OBIC naik, maka konsumen akan memilih merek lain.
2. Atribut yang dinilai positif adalah atribut higienis, rasa, aroma, harga dan kemasan. Atribut yang dinilai netral adalah atribut volume, warna dan kemudahan dalam memperoleh produk. Atribut produk yang netral, agar dinilai positif maka perlu terus meningkatkan pelaksanaan atau kinerja dari atribut tersebut. Secara keseluruhan atribut produk amplang OBIC dinilai positif oleh konsumen dengan nilai sikap sebesar 157,31. Hal ini menunjukkan bahwa atribut dari amplang OBIC diterima oleh konsumen.

5. REFERENSI

Lestari, Eka Juwita. 2003. Analisis Preferensi Konsumen terhadap Produk Teh Celup Merek Gunung Mas : Studi Kasus di Kecamatan Makassar dan Pancoran DKI Jakarta. Skripsi. Jurusan Ilmu-ilmu Sosial Ekonomi Pertanian. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.

Manuhutu, D. Andre. 2003. Analisis Ekuitas Merek Atas Merek-Merek Teh dalam Botol. Skripsi. Jurusan Ilmu-ilmu Sosial Ekonomi Pertanian. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.

Sihite, Y. 2000. Analisis Persepsi dan Preferensi Konsumen Teh Botol : Studi Kasus di PT Sinar Surya. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.

Silalahi, Anggiat A. G. 2001. Analisis Perilaku Konsumen Teh Celup dan Implikasinya pada Strategi Bauran Pemasaran di daerah Kotamadya Bogor. Skripsi. Jurusan Ilmu-ilmu Sosial Ekonomi Pertanian. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.

Sumarwan, Ujang. 2002. Analisis Hubungan antara Persepsi Popularitas, Persepsi Kualitas, Persepsi Harga dengan Merek Teh Celup yang Dikonsumsi. Staff Pengajar Jurusan Gizi Masyarakat dan Sumberdaya Keluarga dan Magister Management Agribusiness. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.

Supranto, J. 2001. Pengukuran Tingkat Kepuasan Pelanggan. Edisi Kedua. PT Rineka Cipta. Jakarta.

Supriyasih. 2000. Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Teh Botol : Studi Kasus pada PT Sinar Sosro Jakarta. Skripsi. Jurusan Ilmu-ilmu Sosial Ekonomi Pertanian. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.

Susilowati, Uki. 2001. Analisis Perilaku Konsumen di Kota Bogor terhadap Teh Botol Sosro. Skripsi. Jurusan Ilmu-ilmu Sosial Ekonomi Pertanian. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.

Sutisna. 2001. Perilaku Konsumen dan Komunikasi Pemasaran PT Remaja ROSDA Karya. Bandung. Tambunan, Herlina. 2001. Analisis Perilaku Konsumen Produk Teh Siap Saji dan Implikasinya terhadap Strategi Bauran Pemasaran : Studi Kasus di PT Coca- Cola Amatil Indonesia. Program Pasca Sarjana. Jurusan Ilmu-ilmu Sosial Ekonomi Pertanian. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.

Yusastra, Riafitri. 1999. Analisis Sikap, Harapan, dan Evaluasi Konsumen terhadap Kerupuk Teh dalam Kemasan. Skripsi. Jurusan Gizi Masyarakat dan Sumberdaya Keluarga. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.

Jurnal Sistem Teknik Industri, Vol 18. No. 1, Januari 2016
ISSN 1411 – 5247

ANALISIS KELUHAN RASA SAKIT YANG DIALAMI PEKERJA PADA UKM SEPATU KULIT DI KOTA DENGAN MENGGUNAKAN KUESIONER SNQ

Rosnani Ginting[1], Alfin Fauzi Malik[2]
Departemen Teknik Industri[1], Alumni Departemen Teknik Industri[2]
Universitas Sumatera Utara (USU)
Jl. Almamater, Kampus USU Medan 20155 Indonesia
email: rosnani_usu@yahoo.co.id

Abstrak. Usaha Kecil Menengah (UKM) merupakan sumber ekonomi potensial di masyarakat yang mampu menggerakkan roda ekonomi sampai pada tataran masyarakat bawah. Berbagai keunggulan yang ada di UKM terdapat juga hal-hal yang perlu ditingkatkan salah satunya adalah metode kerja operator. UKM Bersaudara Jaya dan UKM Pak Sepatu Pak Alex yang memproduksi sepatu kulit juga merupakan UKM yang perlu mendapatkan perbaikan pada sistem kerjanya. *Standard Nordic Questionnaire* (SNQ) merupakan alat yang dapat mengetahui bagian-bagian otot yang mengalami keluhan dengan tingkat keluhan mulai dari Tidak Sakit (TS), agak sakit (AS), Sakit (S) dan Sangat Sakit. Perbaikan diawali dengan mengidentifikasi keluhan operator melalui penyebaran kuisioner *Standard Nordic Questionnaire* (SNQ). Hasil dari identifikasi ini diketahui para operator mengalami keluhan Musculoskeletal Disorders (MSDs). Kondisi ini terjadi dikarenakan seringnya operator bekerja dengan postur kerja yang janggal, yaitu postur membungkuk, duduk dan jongkok. Postur kerja ini memicu timbulnya gangguan pada otot, kesemutan, pegal, dan sakit pada sendi sehingga meninbulkan keluhan-keluhan operator. Keadaan ini mengindikasikan bahwa aktivitas tersebut tergolong kedalam kategori berbahaya dan dapat menyebabkan risiko MSDs. Pembuatan sepatu kulit dilakukan secara manual mulai dari proses penggambaran pola, pemotongan kulit dan penyesepan, pengeleman dan penjahitan potongan kulit, pemasangan busa dan lapisan kain dalam, pemotongan bagian karet alas/texon, pemasangan kulit dengan karet alas, penggerindaan sol, pengeleman sol hingga menjadi sepatu. Melihat kondisi di UKM ini dilakukanlah penelitian untuk mengetahui keluhan yang dirasakan pekerja dan selanjutnya dilakukan analisis dan perbaikan aktivitas serta postur kerja. Hal ini sebagai upaya untuk mengurangi MSDs dan keluhan-keluhan yang dirasakan oleh operator selama bekerja.
Kata Kunci : UKM, Pembuatan Sepatu Kulit, Kuisioner *Standard Nordic Questionnaire* (SNQ)

1. Pendahuluan

Pekerjaan yang dilakukan secara manual dengan postur kerja yang tidak alamiah dapat menimbulkan keluhan seperti pegal, kesemutan, dan nyeri pada tulang. Kondisi seperti ini akan berakibat pada timbulnya penyakit akibat kerja yaitu penyakit otot rangka atau Musculoskeletal Disorders (MSDs). MSDs berpengaruh signifikan pada pekerja yang menyebabkan sakit, nyri, mati rasa, kesemutan, bengkak, kekakuan, gemetar, gangguan tidur dan rasa terbakar. Menurut OSHA, MSDs adalah cidera atau gangguan pada jaringan lunak (seperti otot, tendon, ligament, sendi, dan tulang rawan) dan sistem saraf dimana cidera atau gangguan ini dapat mempengaruhi hampir semua jaringan termasuk saraf dan sarung tendon (Laraswati, 2009). Selanjutnya Peter Vi (2002) dalam Pratiwi (2010) menjelaskan bahwa, terdapat beberapa faktor yang dapat menyebabkan terjadinya keluhan otot skeletal, yaitu: 1) Peregangan otot yang berlebihan, 2) Aktivitas berulang, 3) Postur kerja tidak alamiah, 4) Faktor penyebab skunder, diantaranya: tekanan, getaran, mikrolimat, dan 5) Penyebab kombinasi, diantaranya: umur, jenis kelamin, kebiasaan merokok, kesegaran jasmani, kekuatan fisik, ukuran tubuh (antropometri).

UKM Bersaudara Jaya dan UKM Pak Sepatu Pak Alex memiliki masalah pada pekerja sehingga menggunkan Body Map Kuisioner pada pekerja untuk melihat keluhan kelelahan pekerja pada fasilitas kerja pada proses produksi. Melihat kondisi di UKM ini dilakukanlah penelitian untuk mengetahui keluhan yang dirasakan pekerja dan selanjutnya dilakukan analisis dan perbaikan aktivitas serta postur kerja. Hal ini sebagai upaya untuk mengurangi MSDs dan keluhan-keluhan yang dirasakan oleh operator selama bekerja.

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah proses penggambaran pola, pemotongan kulit dan penyesepan, pengeleman dan penjahitan potongan kulit, pemasangan busa dan lapisan kain dalam, pemotongan bagian karet alas/texon, pemasangan kulit dengan karet alas, penggerindaan sol,

pengeleman sol hingga menjadi sepatu yang dilakukan secara manual (tanpa alat bantu) dengan posisi kerja berdiri atau pun duduk yang membungkuk dan menjongkok serta dilakukan secara repetitif selama 8 jam kerja dapat mengakibatkan terjadinya risiko keluhan Musculosceletal Disorders (MSDs).

2. Landasan Teori

2.1. Keluhan Musculoskeletal

Keluhan musculoskeletal adalah keluhan pada bagian–bagian otot skeletal yang dirasakan oleh seseorang mulai dari keluhan sangat ringan sampai sangat sakit. Apabila otot menerima beban statis secara berulang dalam waktu yang lama, akan dapat menyebabkan keluhan berupa kerusakan pada sendi, ligamen dan tendon. Keluhan hingga kerusakan inilah yang biasanya diistilakan dengan Musculoskeletal disorsders (MSDs) atau cedera pada sistem muskuloskeletal. Apabila pekerjaan berulang tersebut dilakukan dengan cara yang nyaman, sehat dan sesuai dengan standar yang ergonomis, maka tidak akan menyebabkan gangguan muskuloskeletal dan semua pekerjaan akan berlangsung dengan efektif dan efisien. Secara garis besar keluhan otot yang terjadi dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu:

1. Keluhan sementara (*reversible*), yaitu keluhan otot yang terjadi pada saat menerima beban statis, namun demikian keluhan tersebut akan hilang apabila pembebanan dihentikan.
2. Keluhan menetap (persistent), yaitu keluhan otot yang bersifat menetap. Walaupun pembebanan kerja telah dihentikan, namun rasa sakit pada otot masih terus berlanjut

Peter vi (2000) menjelaskan bahwa, terdapat banyak faktor yang dapat menyebabkan terjadi keluhan musculoskeletal sebagai berikut

1. Peregangan otot yang berlebihan
   Peregangan otot yang berlebihan pada umumnya sering dikeluhakan oleh para pekerja dimana aktivitas kerjanya menuntut pengerahan tenaga yang besar seperti aktivitas mengangkat, menarik, mendorong dan menahan beban yang berat
2. Aktivitas berulang
   Aktivitas berulang merupakan pekerjaan yang dilakukan secara terus menerus seperti pekerjaan mencangkul, membelah kayu besar, angkut dan sebagainya. Keluhan otot terjadi karena otot menerima tekanan akibat beban kerja secara terus menerus tanpa memperoleh kesempatan untuk relaksasi.
3. Sikap kerja tidak alamiah
   Sikap kerja tidak alamiah adalah sikap kerja yang menyebabkan posisi bagian bagian tubuh bergerak menjauhi posisi alamiah, misalnya pergerakan tangan terangkat, punggung terlalu membungkuk, kepala terangkat dan sebagainya
4. Faktor penyebab sekunder
   Faktor penyebab sekunder ini adalah berupa tekanan langsung dari jaringan otot yang lunak atau getaran dengan frekwensi tinggi yang menyebabkan kontraksi otot bertambah.

Pengukuran terhadap tekanan fisik ini cukup sulit karena melibatkan berbagai faktor subjektif seperti kinerja, motivasi, harapan dan toleransi kelelahan. Alat ukur yang digunakan dpat dilakukan dengan berbagai cara mulai metoda yang sederhana sampai menggunakan sistem komputer. Salah satu dari metode tersebut adalah melalui *Standard Nordic Questionnaire*

2.2. *Standard Nordic Questionnaire*

Standard Nordic Questionnaire (SNQ) merupakan alat yang dapat mengetahui bagian-bagian otot yang mengalami keluhan dengan tingkat keluhan mualai dari Tidak Sakit (TS), agak sakit (AS), Sakit (S) dan Sangat Sakit (SS). Dengan melihat dan menganalisis peta tubuh maka dapat diestimasi jenis dan tingkat keluhan otot skeletal yang dirasakan oleh pekerja. SNQ merupakan suatu instrumen untuk menilai segmen-segmen tubuh yang dirasakan operator (menurut persepsi operator), apakah sangat sakit, sakit, agak sakit, dan tidak sakit. Pekerjaan ini dilakukan secara manual dengan sikap kerja yang tidak alamiah serta dilakukan dalam waktu yang lama, yaitu selama 8 jam kerja.

3. Proses Produksi Pembuatan Sepatu Kulit

Produksi dilakukan dengan 2 jenis yaitu *Make to Order* dan *Make to Stock*. MTO dilakukan karena penerimaan pesanan dari beberapa langganan. MTS dilakukan jika ingin menjual ke konsumen secara langsung.

Beroperasi setiap hari Senin sampai Sabtu, pekerja mulai beraktivitas pada pukul 9 pagi hingga pukul 6 sore. Sistem kerja yang diterapkan ialah sistem borongan dimana gaji pegawai dibayarkan setiap minggu sesuai dengan pekerjaan yang telah diselesaikannya. Jenis aliran bahan yang ada ialah jenis garis lurus. Pekerja juga sudah memiliki pembagian tugas masing-masing. Pada dasarnya pekerja dibagi dalam 2 kelompok, yakni bagian

atasan dan bagian bawahan. Bagian Atasan memiliki tugas untuk membuat bagian atas sepatu. Aktivitas yang dilakukan diantaranya ialah pengguntingan pola, pengeleman, penyesepan, dan penjahitan. Sedangkan bagian bawahan ialah pekerja yang bertugas menyatukan bagian atasan dengan tapak hingga menjadi sepatu kulit yang utuh. Selain itu ada juga bagian finishing bertugas memberikan warna pada sepatu.

Tahapan proses produksi sepatu kulit ini dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Penggambaran Pola
   Pekerja menggambar pola di atas kulit dengan didasarkan pada model sepatu yang akan dbuat. Penggambaran dilakukan secara manual dengan pensil.

Gambar 1. Kegiatan Penggambaran Pola

2. Pemotongan Kulit dan Penyesepan
   Setelah pola digambar, maka pekerja akan menggunting kulit berdasarkan pola-pola tersebut. Akan dilakukan penyesepan dengan mesin sesep pada hasil potongan agar mudah dalam pengeleman antar bagian.

Gambar 2. Kegiatan Penyesepan

3. Pengeleman dan Penjahitan Potongan Kulit
   Potongan-potongan kulit dilem dan dijahit dengan mesin jahit sehingga membentuk bagian atasan dari sepatu.
4. Pemasangan Busa dan Lapisan Kain Dalam
   Busa dan lapisan kain dijahitkan ke bagian atasan sepatu sebelum dipindahkan dipindahkan kebagian pembuatan bagian bawahan

Gambar 3. Kegiatan Pengeleman

5. Pemotongan Bagian Karet Alas/Texon
   Pekerja memotong karet sebagai alas sepatu dan menempelkannya pada mal.

Gambar 4. Kegiatan Pemasangan Sol

6. Pemasangan Kulit dengan Karet Alas
   Bagian Atasan dipasangkan pada mal dan disatukan dengan karet alas.

Gambar 5. Pemasangan Kulit dengan Karet Alas

7. Penggerindaan Sol
   Sol digerinda agar halus setelah itu diberi cairan pembersih agar permukaannya lunak dan mampu menyerap lem
8. Pengeleman Sol hingga menjadi Sepatu
   Sol kemudian dilem dengan bagian atasan sepatu. Setelah lem menempel dan mengeras, maka mal kaki dilepaskan dari sepatu.
9. Pengepresan Sepatu
   Sepatu kemudian dipress untuk menghilangkan udara-udara yangmungkin ada didalam sepatu.
10. Finishing
    Sepatu disemprotkan dengan bahan khusus untuk membuat permukaannya menjadi mengilat.
11. Pembuatan Merek
    Tahap terakhir ialah pemasangan bagian merk pada permukaan atas dari alas dengan mesin stempel merek.
12. Pengepakan
    Sepatu dikemas di dalam kotak

4. METODE PELAKSANAAN

Penelitian dilakukan dengan observasi di tempat kerja dengan sasaran yang meliputi pekerja dan fasilitas kerjanya. Tahap pertama pengambilan data adalah dengan menyebar kuesioner *Standard Nordic Questionnaire* (SNQ) untuk mengetahui pada bagian tubuh mana operator merasakan keluhan. Pada tahap ini akan dihitung tingkat resiko tertinggi pada operator.

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1.1. Body Map Kuisioner

Data ini didapatkan melalui penyebaran kuesioner SNQ. Data ini ditujukan untuk mengetahui bagian tubuh operator yang mengalami keluhan sewaktu melakukan aktivitasnya. Data hasil penyebaran Standard Nordic Questionnaire diberi penilaian atau pembobotan untuk masing-masing kategori sebagai berikut:

Tidak sakit : bobot 0
Agak sakit : bobot 1
Sakit : bobot 2
Sangat sakit : bobot 3

Kuisioner SNQ diberikan kepada 6 orang operator dan terdiri dari pertanyaan ke-0 hingga ke- 27

0 : Leher Bag. Atas
1 : Leher Bag. Bawah
2 : Bahu Kiri
3 : Bahu Kanan
4 : Lengan Atas Kiri
5 : Punggung
6 : Lengan Atas Kanan
7 : Pinggang
8 : Punggung
9 : Pantat
10 : Siku Kiri
11 : Siku Kanan
12 : Lengan Bawah Kiri
13 : Lengan Bawah Kanan
14 : Pergelangan Tangan Kiri
15 : Pergelangan Tangan Kanan
16 : Telapak Tangan Kiri
17 : Telapak Tangan Kanan
18 : Paha Kiri
19 : Paha Kanan
20 : Lutut Kiri
21 : Lutut Kanan
22 : Betis Kiri
23 : Betis Kanan
24 : Pergelangan Kaki Kiri
25 : Pergelangan Kaki Kanan
26 : Telapak Kaki Kiri
27 : Telapak Kaki Kanan

5.1.2. Perhitungan Persentase Keluhan Bagian Tubuh

Setelah dilakukan rekapitulasi skor bobot SNQ pada pengumpulan data dimana diperoleh total skor bobot SNQ sebesar 114. Kemudian data skor rekapitulasi tersebut dirubah kedalam persentase. Untuk mendapatkan persentase tersebut dapat dicari dengan rumus :

$$\%\,Keluhan = \frac{Skor\ risiko\ bagian\ tubuh\ operator}{Jumlah\ skor\ risiko\ bagian\ tubuh\ operator} \times 100\%$$

Contoh: % Skor Sakit di Leher Bagian Bawah = $\frac{11}{114}$ = 7,92%

Tabel 1. Rekapitulasi Kuesioner SNQ

Pertanyaan	Persentase
0	7,92%
1	3,96%
2	3,96%
3	4,95%
4	3,96%
5	4,95%
6	4,95%
7	8,91%
8	5,94%
9	2,97%
10	1,98%
11	1,98%
12	2,97%
13	2,97%
14	3,96%
15	3,96%
16	3,96%
17	3,96%
18	5,94%
19	5,94%
20	0,00%
21	0,00%
22	0,99%
23	0,99%
24	1,98%
25	1,98%
26	2%
27	2%

6. Kesimpulan

Setelah dilakukan perhitungan persentase keluhan secara keseluruhan, maka diperoleh bahwa rata-rata operator mengalami keluhan terbesar pada bagian tubuh antara lain :

1. Bagian pinggang (8,91 %)
2. Bagian leher bagian atas (7,92 %)
3. Bagian punggung (5,94 %)
4. Bagian betis kiri (5,94 %)
5. Bagian betis kanan (5,94 %)
5. Bagian bahu kanan (4,95 %)
6. Bagian punggung (4,95 %)
7. Bagian lengan kanan atas (4,95 %)

Dengan mengetahui presentasi keluhan yang sering dialami oleh pekerja pada UKM sepatu kulit Pak Alex dan Bersaudara Jaya, maka dapat diberikan sosialisasi kepada para pekerja untuk memperbaiki postur kerja bila perlu dilakukan pengadaan alat untuk membantu operator dalam bekerja.

DAFTAR PUSTAKA

Ginting, Rosnani. 2007. *Sistem Produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu

Sinulingga Sukaria, 2008. *Pengantar Teknik Industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu

Sutalaksana, dkk. 1979. Teknik Tata Cara Kerja. Bandung: Penerbit Laboratorium Tata Cara Kerja dan Ergonomi Departemen Teknik Industri ITB.

Wignjosoebroto, Sritomo. 2005. Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu. Surabaya: Guna Widya.

REKAYASA PRODUKTIVITAS DENGAN PENDEKATAN *GREEN ENGINEERING* PADA PT. ABC

Sukaria Sinulingga[1], A. Rahim Matondang[1], Yusnia Sinambela[2]
Program Magister Teknik Industri[1], Alumni Program Magister Teknik Industri[2]
Jl. Prof.T.Maas Kampus USU, Medan 20155
Email: yusnia_snbl@yahoo.co.id
Email: sukaria_sinulingga@yahoo.com
Email: rahim@usu.ac.id

***Abstrak*.** PT.ABC merupakan perusahaan yang bergerak di bidang produksi pembuatan pintu. Dalam melakukan proses produksi perusahaan ini memiliki potensi untuk menghasilkan limbah. Permasalahan yang dialami perusahaan adalah banyaknya limbah padat berupa scrap kayu yaitu sebanyak 23% dari bahan baku setiap bulannya dan nilai produktivitasnya cendrung tidak stabil. Melalui pendekatan Green Engineering yang digunakan dalam penelitian ini diharapkan usaha reduksi limbah yang dilakukan dapat berpengaruh terhadap perbaikan kondisi lingkungan sekaligus meningkatkan produktivitas perusahaan. Penelitian diawali dengan mengidentifikasi sumber penyebab masalah, menentukan tujuan dan target, menyusun alternatif serta mengestimasi kontribusi alternatif terpilih terhadap produktivitas dan kinerja lingkungan. Alternatif perbaikan dirumuskan dan dipilih berdasarkan kelayakan dari segi ekonomi, segi lingkungan, dan segi social, kemudian dilakukan usulan perencanaan implementasi alternatif di dalam lokasi. Hasil penelitian, didapatkan alternatif solusi untuk mengatasi permasalahan perusahaan dengan melakukan rekayasa berbasis teknologi dan pemanfaatan kembali scrap kayu menjadi briket arang kayu. Alternatif ini memberikan kontribusi terhadap peningkatan produktivitas penggunaan material sebesar 17%, manusia 24%, modal 7%, energi 25%, pajak karbon menurun sebesar 53,29% dan waste menurun sebesar 87,44%. Penerapan Green Engineering dan pemantauan rona lingkungan secara keseluruhan dapat membantu perusahaan memenuhi salah satu persyaratan ISO 14001.
Kata Kunci: Green Productivity Index, Enviromental Performance, Limbah Padat, ISO 14001.

Abstract. *PT.ABC is a company engaged in the production of the manufacture of doors. In the production process of this company has the potential to produce waste. The problems experienced by the company is the number of solid waste such as scrap wood as many as 23% of raw materials every month and the value of productivity tends to be unstable.Through the Green Engineering approaches used in this study are expected waste reduction efforts made can affect the improvement of environmental conditions and increase productivity begins. By identifying the source of the cause of the problem, setting objectives and targets, prepare alternatives and alternative contribution elected productivity and environmental performance. Alternative repair formulated and selected based on feasibility in terms of economy, in terms of the environment, and socially, then do the planning proposals alternative implementations within the premises. The results of the research, found an alternative solution to overcome problems with the company's engineering and technology-based reuse of scrap wood into charcoal briquettes. This alternative contributes to the increased productivity of material usage by 17%, men 24%, capital 7%, energy 25%, carbon tax decreased by 53.29% and waste decreased by 87.44%. Green Engineering and environmental monitoring a whole can help companies meet one of the requirements of ISO 14001.*
Keywords: *Green Productivity Index, Environmental Performance, Solid Waste, ISO 14001.*

1. PENDAHULUAN

Produktivitas merupakan satu hal yang sangat penting bagi perusahaan sebagai salah satu cara untuk memantau kinerja produksinya. Pengukuran produktivitas dilakukan untuk mengetahui kinerja perusahaan secara keseluruhan serta dapat dijadikan sebagai pedoman untuk melakukan perbaikan yang terus-menerus (continual improvement). PT. ABC adalah suatu perusahaan manufaktur yang bergerak dalam bidang pembuatan pintu. Dalam melaksanakan produksinya, PT. ABC menggunakan kayu sebagai material utama. Seiring dengan peningkatan produksi, ternyata timbul permasalahan lingkungan di sekitarnya. Permasalahan tersebut disebabkan karena proses. Selama proses produksi, PT.ABC menghasilkan limbah cemaran di berbagai stasiun kerja terdiri atas limbah padat, limbah cair dan limbah udara. Limbah cair berasal dari pencucian mesin, dan pengeleman bahan dengan *mal glue*, untuk limbah gas berasal dari aktivitas motor hidrolik dan dapur boiler.

Hasil analisa dengan standar PerMenkertrans No.13/MEN/X/2011 dan Kep.MENLH/51/10/1996 bahwa kandungan zat-zat kimia dalam limbah cair dan limbah udara telah memenuhi baku mutu limbah yang telah ditetapkan dan aman bagi lingkungan. Dari pengamatan di lapangan, untuk limbah padat terdapat adanya *scrap* kayu di berbagai stasiun kerja. Rendemen pemanfaatan bahan baku selama proses produksi sampai dengan bahan jadi dan gambaran jumlah *scrap*/m^3 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rendemen Kayu Olahan Tahun 2014

Bulan	Rendemen (%)	*Scrap* (%)	*Scrap* (m^3)
Januari	72	28	153,9145
Februari	73	27	107,541
Maret	74,6	25,4	97,4665
April	75,07	24,95	98,8971
Mei	74,6	25,4	111,4284
Juni	75,48	24,52	42,7666
Juli	75,33	24,67	139,3016
Agustus	68	32	159,5201
September	73	27	180,4582
Oktober	70	30	149,3660
November	70	30	180,6278
Desember	68,22	31,78	122,3166

Upaya yang dilakukan perusahaan dalam menangani Limbah padat tersebut dengan memanfaatkan 45% untuk pemanasan di dapur boiler, sebagian diberikan kepada yang membutuhkan, ditumpuk di sekitar pabrik, dan jika darurat di buang ke TPA (Tempat Pembuangan Akhir).

Dampak dari limbah padat tersebut jika ditimbun dan membusuk dapat menimbulkan penurunan kualitas udara dan kerusakan permukaan tanah dan jika limbah padat tersebut keberadaannya dalam jumlah yang besar tanpa dikelola, maka akan sulit bagi mikroba perombak untuk mengurainya di alam menjadi bahan-bahan anorganik,dan mengakibatkan pencemaran lingkungan di sekitar lokasi penumpukan. Selain menjadi sarang hewan-hewan yang kemungkinan bisa menjadi sumber penyakit, tumpukan sampah padat kayu tersebut akan menurunkan nilai estetika di lokasi sekitar. Jika limbah padat dibakar maka akan menimbulkan peningkatan emisi CO_2 (Anonim,2000).

Pada saat ini kayu adalah bahan yang cukup sulit diperoleh maka diperlukan efisiensi penggunaan bahan kayu. Jika dilakukan pemanfaatan *scrap* dari terhadap estimasi produk diatas, maka estimasi jumlah pintu yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Estimasi Jumlah Produk dari *Scrap*

Bulan	*Scrap* (m^3)	Estimasi Jumlah Produk dari *Scrap* (Pintu)
Januari	153,9145	3078
Februari	107,541	2151
Maret	97,4665	1949
April	98,8971	1978
Mei	111,4284	2229
Juni	42,7666	855
Juli	139,3016	2786
Agustus	159,5201	3190
September	180,4582	3609
Oktober	149,3660	2987
November	180,6278	3613
Desember	122,3166	2446

Pemanfaatan jumlah *scrap* tersebut akan membantu perusahaan dalam meningkatkan produktivitas perusahaan. Permasalahan perusahaan tersebut memerlukan solusi dan alternatif usulan perbaikan. Suatu pendekatan yang tepat untuk membantu perusahaan agar mampu meningkatkan produktivitas sekaligus menurunkan dampak lingkungan adalah dengan menggunakan metode *Green Engineering.*

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. ABC yang bergerak dalam bidang produksi pembuatan pintu.

Perusahaan berlokasi Penelitian beralamat di Jl. Batang Kuis, Km 2 Desa Buntu Bedimbar Tanjung Morawa Sumatera Utara. Waktu penelitian dilakukan pada bulan April 2015.

2.2. Jenis dan Objek Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian tindakan (*action research*) yaitu suatu penelitian yang dilakukan untuk mendapatkan temuan praktis untuk keperluan operasional (Sinulingga, 2013). Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan suatu solusi yang akan digunakan pada perusahaan sebagai bentuk perbaikan dari sistem semula. Objek penelitian yang diamati adalah proses produksi yang terjadi pada bagian produksi PT. ABC.

2.3. Desain Penelitian

Sumber data yang digunakan dalam penelitian adalah data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dengan cara pengamatan atau pengukuran langsung. Data yang termasuk kategori ini adalah:

a. Data *environment weather map*
b. Data daerah penumpukan *waste*
c. Data penilaian skor untuk *waste*

Data sekunder diperoleh berdasarkan data dokumentasi perusahaan. Data yang termasuk kategori ini adalah:

a. Data penggunaan jenis kayu
b. Data jenis pintu
c. Data penggunaan bahan
d. Data biaya dan harga
e. Data kandungan energi

Selain itu, metode pengumpulan data dilakukan dengan melakukan wawancara atau tanya jawab dengan penanggung jawab bagian produksi mengenai hal-hal yang berhubungan dengan penelitian dan mengumpulkan data sekunder yang diambil dari dokumen-dokumen perusahaan yang berhubungan dengan penelitian.

2.4. Tahapan Penelitian.

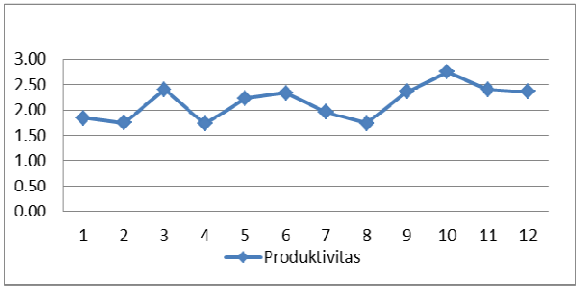
Langkah-langkah metode *Green Engineering* adalah sebagai berikut:

a. Perhitungan Produktivitas.
b. Identifikasi Masalah dan Penyebabnya.
   Identifikasi masalah dilakukan dengan studi lapangan (*walk trough survey*),sedangkan identifikasi penyebabnya menggunakan tool diagram sebab akibat (*cause effect diagram*).
c. Menentukan Tujuan dan Target.
   Identifikasi masalah dan penyebab timbulnya *waste*,selanjutnya dapat ditentukan tujuan dan target penelitian yang ingin dicapai yaitu meminimalisir *waste* dan meningkatkan produktivitas perusahaan dengan metode *Green Engineering.*
d. Menyusun Alternatif Solusi.
   Pada tahap ini dikembangkan beberapa alternatif solusi untuk menyelesaikan permasalahan yang ada, tujuannya untuk mengoptimalkan penggunaan input (material, tenaga kerja, energi). Pada tahap ini alternatif yang dibuat harus memiliki aspek ramah lingkungan, meminimalisir timbulnya *waste* selama produksi serta dapat meningkatkan produktivitas perusahaan.
e. Memilih Alternatif Solusi.
   Terdapat hal yang menjadi dasar pertimbangan pemilihan alternatif solusi yaitu:
   1. Analisis finansial dari tiap alternatif solusi yang telah dibuat dengan metode Deret Seragam (*Annual Worth).*
   2. Estimasi kontribusi tiap alternatif terhadap tingkat produktivitas.
   3. Estimasi kontribusi tiap alternatif terhadap *waste.*
   4. Estimasi Kontribusi Tiap Alternatif Terhadap Pendapatan Masyarakat
   5. Estimasi Kontribusi Tiap Alternatif Terhadap Pertimbangan Emisi Karbon.
f. Menyusun Rencana Implementasi.
   Setelah didapatkan alternatif solusi perbaikan yang memiliki kontribusi terbesar terhadap peningkatan produktivitas dan pengurangan *waste* selanjutnya dilakukan penyusunan rencana implementasi dari alternatif solusi yang terpilih. Pada tahap ini dilakukan perencanaan tindakan-tindakan yang akan dilakukan pihak pelaksana solusi yang terpilih serta sumber daya yang akan digunakan.
g. Melakukan Pemantauan dan Evaluasi
   Alternatif Solusi terpilih maka dilakukan pemantauan dan evaluasi dengan analisis IRR (*Internal Rate Return*) selama periode tertentu.
h. Analisis mendapatkan Sertifikasi ISO 14001.
   Pada tahapan ini alternatif solusi diintergrasikan menjadi bagian dalam manajemen harian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Perhitungan Produktivitas

Produktivitas diperoleh dengan membandingkan antara output dan input. Nilai input didapatkan dari penjumlahan biaya bahan baku, biaya tenaga kerja, biaya energi, biaya modal yang dikeluarkan selama proses produksi dalam satu tahun. Gambaran Nilai Produktivitas Perusahaan tahun 2014 dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Produktivitas Bulan Januari – Desember 2014

Berdasarkan Gambar 1 di atas dapat dilihat bahwa nilai produktivitas menunjukkan ketidakstabilan. Pada bulan Februari dan April mengalami penurunan dan mulai mengalami peningkatan di bulan mei, bulan Agustus sampai bulan Oktober dan bulan November sampai Desember kembali mengalami penurunan.

3.2. Identifikasi Masalah

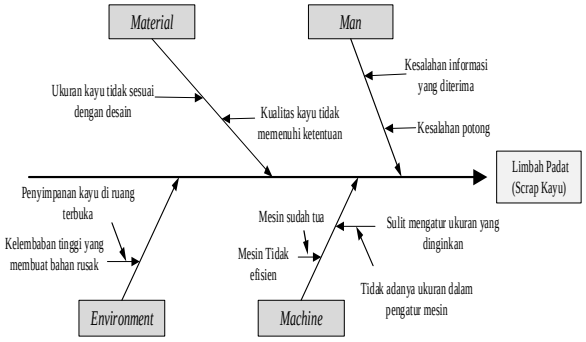
Identifikasi masalah dilakukan dengan analisa 5W+1H, untuk mengetahui permasalahan limbah yang paling dominan. Permasalahan yang terjadi diidentifikasi penyebabnya menggunakan *cause effect diagram* dapat dilihat pada Gambar 2 dapat dijelaskan faktor-faktor penyebab terjadinya limbah padat selama proses produksi karena beberapa faktor berikut:

a. Material
Material yang digunakan pada saat proses pembelian bahan baku dari *supplier* tidak ada ketentuan ukuran dan proses pemeriksaan adanya bahan yang tidak sesuai kualitas seperti kayu basah. retak dan berjamur. Hal ini menjadi penyebab timbulnya *waste*.

b. Mesin
Proses pembuatan pintu dari awal pembuatan hingga akhir membutuhkan pengukuran dan mengikuti ukuran yang sudah ditetapkan. Mesin yang digunakan PT.ABC 80% mesin semiotomatis. mesin-mesin tersebut tidak memiliki ukuran sehingga pada saat pengukuran bahan baku dilakukan secara manual dengan alat ukur seperti meteran. Mesin yang digunakan juga performanya menurun disebabkan karena mesin sudah lama. sehingga efisiensi proses tidak optimal.

c. Man
Dalam pembuatan pintu ada batas toleransi yang harus di ikuti oleh operator. Misalnya pada proses pemilihan bahan. toleransi yang diterima panjang ± 2 mm. Lebar ± 2 mm. Tebal ± 0.01 mm. Diluar batas toleransi tersebut tidak dapat dipergunakan (*reject*) maka menghasilkan *scrap*. Karyawan harus dengan teliti dalam mengukur dan bagian *Quality Control* juga harus memberikan informasi dengan jelas kepada Operator.

d. *Environment*
Bahan baku disimpan di ruang yang luas dan tidak adanya kontrol ventilasi dan aliran udara. Jika bahan baku kelembabannya tinggi akan merusak kayu tersebut. Hal tersebut mengakibatkan limbah kayu.



Gambar 2. C*ause Effect Diagram*

3.3. Menentukan Tujuan dan Target

Berdasarkan identifikasi masalah, maka masalah target yang ingin dicapai yaitu mereduksi *scrap* kayu pada bagian produksi dengan melakukan reduksi tersebut akan meningkatkan produktivitas perusahaan dan menurunkan dampak negatif *scrap* terhadap lingkungan.

3.4. Menyusun Alternatif Solusi

Dari permasalahan yang timbul akibat volume limbah padat, maka disusun alternatif solusi yang dapat memperbaiki hal tersebut. Tiga alternatif perbaikan yang telah disusun, akan dipilih satu alternatif solusi nantinya akan digunakan sebagai rencana implementasi. Adapun alternatif tersebut adalah:

1. Sebagai pembanding maka kondisi sekarang diusulkan sebagai alternatif.
2. Dilakukan pembelian mesin CNC untuk mengurangi *scrap* kayu di bagian pemotongan. Berdasarkan hierarki pencegahan polusi dengan *reuse* (material digunakan kembali dalam proses produksi). Scrap kayu berupa sisa potongan. sisa gergajian dapat di proses menjadi serbuk kayu. Serbuk kayu tersebut dipress dan dapat dimanfaatkan sebagai *partical board* yang merupakan bahan tambahan pembuatan pintu. Perusahaan dalam memenuhi bahan tambahan tersebut membeli dari perusahaan produksi *Partical Board*. Untuk dapat memenuhi alternatif ini.

diperlukan:Mesin *wood crusher* sebagai alat penghancur dan mesin *press* untuk membentuk hasil olahan serbuk. Pengganti bahan bakar pada proses pemanasan yaitu menggantikan energi pemanasan di boiler yang cukup ekonomis dengan cangkang kelapa sawit. Emisi CO_2 cangkang sawit lebih kecil dibandingkan *Scrap* kayu.

3. Alternatif dengan *recycle* memungkinkan untuk dilakukan dengan memanfaatkan limbah serbuk kayu untuk dijadikan bahan baku briket arang. *Scrap* kayu berupa sisa potongan. sisa gergajian dapat di proses menjadi serbuk kayu dan diperlukan mesin *wood crusher* sebagai alat penghancur. Untuk dapat memenuhi alternatif ini. diperlukan mesin *wood crusher* dan mesin yang mendukung pembuatan briket. Briket arang akan dimanfaatkan untuk pemanasan di dapur boiler. Briket kayu memiliki nilai kalor yang lebih besar dari *scrap* kayu (79%) dan Emisi CO_2 lebih rendah dari pemanfaatan *scrap* kayu. Menggunakan Rekayasa berbasis Teknologi dengan *Maintenance Management.* Mesin yang efisien mengurangi timbulnya *scrap* kayu misalnya ketika campuran bahan jadi dimasukkan ke dalam mesin. terdapat campuran bahan jadi yang tidak mengalami proses pengangkatan dan dihisap oleh pipa penghisap untuk di bawa ke proses selanjutnya.

3.5. Memilih Alternatif Solusi

Pemilihan Alternatif solusi pada penelitian ini berdasarkan beberapa hal yang menjadi bahan pertimbangan yaitu estimasi alternatif terhadap produktivitas, estimasi *waste*, Pertimbangan Emisi Karbon, Pendapatan Masyarakat dan Aspek Finansial dengan metode deret seragam. Kontribusi setiap Alternatif dapat dilihat pada Tabel 3. Berdasarkan Tabel 3 di bawah ini, maka akan membantu peneliti dalam memilih alternatif solusi perbaikan yang memperhatikan aspek lingkungan, aspek sosial dan aspek ekonomi.

Dari bahan pertimbangan tersebut maka dipilih Alternatif 3 adalah alternatif yang dipilih untuk diimplementasikan sebagai solusi perbaikan karena memiliki kontribusi yang besar terhadap kinerja produktivitas perusahaan dan kinerja lingkungan.

3.6. Menyusun Rencana Implementasi

Setelah didapatkan alternatif solusi perbaikan yang memiliki kontribusi terbesar terhadap peningkatan produktivitas dan kinerja lingkungan, maka berikutnya dilakukan penyusunan rancangan implementasi dari alternatif yang telah terpilih tersebut yaitu alternatif 3.

Tabel 3. Kontribusi Alternatif

Pertimbangan	Kontribusi Alternatif 2	Kontribusi Alternatif 3
Produktivitas		
Human	9%	24%
Material	25%	7%
Modal	10%	7%
Energy	24%	25%
Waste	-85.71%	-87.44%
Emisi Karbon	-27.68%	-53.33%
Biaya Kerusakan Lingkungan	-27.92%	-53.29%
Aspek Pendapatan masyarakat	1.66 %	2%
Indeks BCR	2.85	4.51

Dalam menerapkan alternatif/usulan dilantai pabrik produksi diperlukan beberapa urutan pekerjaan yaitu *Trial and small scale implementation, Regular meetings and trouble shooting session, Follow-up and accountability, Allocate resources, Management support needed, Review and refinement of option,* dan *Capture information "before" and "after" implemented option.*

3.7. Melakukan Pemantauan dan Evaluasi

Setelah dilakukan usulan implementasi alternatif 3, maka dilakukan *monitoring and review* dengan melakukan analisi IRR selama periode 5 tahun kedepan. Untuk perhitungan *basic data* maka asumsi yang diperlukan yaitu Pajak 20%, *Commision Fee* 5%, biaya tenaga kerja diperkirakan meningkat 15%, biaya energi 10%. Hasil perhitungan NPV pada tingkat suku bunga 26% menunjukkan nilai negatif, sedangkan pada tingkat suku bunga 25% menunjukkan nilai positif sehingga IRR berada antara 25% dan 26%. Besarnya nilai IRR yaitu 25,31%. Hasil perhitungan IRR menunjukkan bahwa tingkat pengembalian dari perusahaRekayasa Produktivitas dengan Pendekatan *Green Engineering* pada PT.Sumatera Timberindo Industry.an ini lebih tinggi dibanding tingkat suku bunga bank yaitu 18% sehingga dapat dikatakan usaha ini layak. Nilai IRR jauh lebih tinggi menunjukkan bahwa pengembalian perusahaan ini masih jauh lebih baik.

3.8. Analisis mendapatkan Sertifikasi ISO 14001.

Penerapan Green Engineering pada Perusahaan dapat memenuhi salah satu syarat Sertifikasi ISO 14001 yaitu memperhatikan kinerja lingkungan.

4. KESIMPULAN

1. Persentase penurunan jumlah *scrap* dengan efektif adalah dengan mengimplementasikan alternatif ketiga, dimana diusulkan adanya tambahan mesin *wood crusher* dan mesin lainnya untuk mengolah *scrap* yang ada di pabrik menjadi briket arang kayu dan melakukan *maintenance management*. Dengan demikian, penggunaan kayu menjadi lebih efektif. Pengadaan mesin-mesin pendukung pembuatan briket tidak memerlukan tambahan luas lahan karena dapat ditempatkan di ruangan yang ada.
2. Penerapan atau implementasi dari alternatif perbaikan yang dipilih dengan melakukan urutan pengerjaan dan sosialisasi maka diestimasikan mampu memberikan kontribusi peningkatan produktivitas serta mampu memberikan kontribusi terhadap perbaikan kualitas atau kinerja lingkungan.
3. Perusahaan sudah memenuhi salah satu syarat Sertifikasi ISO 14001 karena sudah memperhatikan kinerja lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

Asian Productivity Organization. 2006. *Handbook on Green Productivity*. Canada.

David T.Allen.2012. *Green Engineering: Environmantaly Conscius,Design Of Chemical Process and Products.* AICHE Journal.

Dian Anggraini. 2011. *Upaya Pengelolaan Limbah Industri PT TEL Pulp and Paper*. Jurnal Internet.

Ginting, Rosnani. 2007. *Sistem Produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Graedel, Thomas E. dan Jennifer A. Howard-Grenville. 2004. *Greening the Industrial Facility*. USA: Springer.

Heinz Werner Engel. 2002. *Ecomapping*. *International Network for Environmental Management* (INEM).

Indri, Cyrilla.2015. *Evaluasi Produktivitas dan Kinerja Lingkungan Industri Tahu melalui Pengukuran EPI.* Jurnal Nasional IENACO.2015.issn 2337-4349.

Jilla Decena. 2009. *Green Productivity Initiatives: Intel Malaysia's Experience and Perspectives*. Corporate Social Responsibility in Asia.

K.D.Bhardwaj. *Green Productivitty and Sustainable Wate Management in the Asia-Pasific Region to Promote Eco Town Model.* Industry Department:APO

Kementerian Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia. 2009. *Emisi Gas Rumah Kaca dalam Angka*.

Khane, Abd-El Rahman. TT. M*anual for the Preparation of Industrial Feasibility Studies*. UNIDO.

Ridiawan, Hari dan I Made Purna. 1991. *Dampak Pariwisata Terhadap Masyarakat Sekitarnya*. Direktorat Jenderal Kebudayaan. Jurnal Internet.

Singgih, Moses L, Mokh Suef, dan Chandra Adi Putra. 2010. *Waste Reduction with Green Productivity Approach for Increasing Productivity*. Jurnal Internet.

Singgih, Moses L. 2011. *Penerapan Green Productivity pada Pabrik Pengolahan dan Pendinginan Ikan*. Jurnal Internet.

Sutalaksana, Iftikar Z, Ruhana Anggawisastra, dan Jann H. Tjakraatmadja. 1979. *Teknik Tata Cara Kerja*. Bandung: ITB.

Santono, Haryi dan Puji Nugroho. 2015. *Penerapan Green Productivity untuk Meningkatkan Productivitas dan kinerja Lingkungan di Pabrik gula Sragi. Jurnal Nasional IENACO 2015. Issn:2337-4349.*

Widuri, Endang.2015. Analisis Produktivitas Proses Penyepuhan dengan Menggunakan Metode *Green Productivity. Jurnal Nasional IENACO 2015. Issn : 2337-4349.*

PERENCANAAN DAN PENJADWALAN PRODUKSI *GREEN TEA* DENGAN PENDEKATAN *THEORY OF CONSTRAINT* PADA PT. XYZ

Humala Napitupulu[1], Meilita T. Sembiring[1], Nurul Asmah Hidayah[2]
Departemen Teknik Industri[1], Alumni Departemen Teknik Industri[2]
Universitas Sumatera Utara
Jl. Almamater Kampus USU, Medan 20155
Email : Humala_N@yahoo.co.id
Email : Meilita_tryana@yahoo.co.id
Email : Nurulasmah92@gmail.com

Abstrak. Perencanaan produksi dalam proses produksi manufaktur merupakan salah satu bagian dari sistem produksi. Perencanaan produksi menentukan pengukuran kemampuan perusahaan dalam penyediaan produk. Pengaturan perencanaan produksi yang tidak baik akan menyebabkan terjadinya penumpukan (*bottleneck*). *Bottleneck* stasiun kerja mengakibatkan perusahaan tidak mampu memenuhi permintaan. PT. XYZ adalah sebuah perusahaan manufaktur dalam bidang produksi *green tea* yang mengalami masalah tidak mampu memenuhi permintaan akibat adanya *bottleneck* pada salah satu stasiun. Hal ini dapat dilihat dari jumlah produksi *green tea* lebih kecil dari jumlah permintaan produk *green tea.* Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan penjadwalan produksi *green tea* dengan menggunakan pendekatan *theory of constraint* (TOC) untuk menghilangkan kendala (*constraint*) yang menghambat aliran produksi. Metode penjadwalan dengan prinsip-prinsip dasar *theory of constraint* (TOC) adalah sistem penjadwalan *drum buffer rope* (DBR) dengan menggunkan *time buffer*, dimana stasiun kerja yang mengalami *bottleneck* diperbaiki sehingga menjadi stasiun kerja *non bottleneck*. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa stasiun kerja IV merupakan stasiun kerja *bottleneck.* Penyebab *bottleneck* pada stasiun kerja IV adalah kurangnya kapasitas tersedia (CA).
Kata kunci: *bottleneck, theory of constraint, drum buffer rope,* penjadwalan produksi

1. Pendahuluan

PT. XYZ adalah perusahaan manufaktur yang bergerak dalam bidang produksi *green tea*. Proses produksi dapat berjalan dengan melakukan perencanaan produksi. Perencanaan produksi merupakan kegiatan penyusunan jadwal produksi sebelum kegiatan produksi dilakukan. Pengaturan rencana produksi yang tidak baik akan menyebabkan terjadinya penumpukan (*bottleneck*) pada stasiun kerja. *Bottleneck* adalah stasiun kerja yang memiliki kapasitas lebih kecil dari kapasitas yang dibutuhkan (Sonia nur, 2014). Dalam jangka panjang *bottleneck* stasiun kerja akan mengakibatkan perusahaan mengalami keterlambatan produksi sehingga permintaan tidak dapat terpenuhi.

Perusahaan saat ini mengalami masalah pada bagian produksi dikarenakan ketidakmampuan dalam memenuhi permintaan yang diakibatkan oleh penumpukan (*bottleneck*). Berdasarkan pengamatan dapat dilihat bahwa tidak semua aliran produksi berjalan lancar sehingga menyebabkan terjadinya *bottleneck* terutama pada stasiun pengeringan I (SK III) dan pengeringan II (SK IV). Penyebab penumpukan (*bottleneck*) stasiun kerja adalah adanya perbedaan kapasitas antar stasiun kerja.

Tabel 1. Daftar Penumpukan (*Bottleneck*)

Tanggal Pengamatan	Rencana Produksi (Kg)	Jumlah Produksi (Kg)	Penumpukan (Kg)
10 November	10580	7180	3400
11 November	10200	6940	3260
12 November	10340	7034	3306

Sumber : PT. XYZ

Tabel 1 menunjukkan daftar penumpukan (*bottleneck*) pada stasiun kerja IV periode kerja 10 November – 12 November.

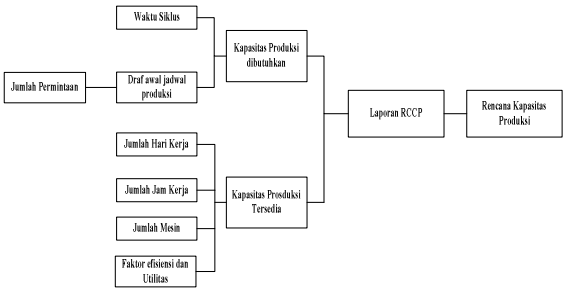
Penelitian akan dilakukan perhitungan perencanaan kapasitas secara kasar dan membandingkannya dengan kapasitas tersedia dengan menggunakan analisis RCCP (*rought cut capacity planning*). Pemecahan masalah akan diselesaikan dengan melakukan penjadwalan produksi menggunakan pendekatan *theory of constraint* dengan menerapkan 5 langkah-langkah *theory of constraint.* Metode penjadwalan yang digunakan dengan prinsip-prinsip dasar *theory of constraint* (TOC) adalah sistem penjadwalan *drum*

buffer rope (DBR) dengan menggunkan *time buffer*, dimana stasiun kerja yang mengalami *bottleneck* diperbaiki sehingga menjadi stasiun kerja *non bottleneck.*

2. METODE PENELITIAN

Tempat penelitian pada pabrik pengolahan *green tea* di Sumatera Barat. Waktu penelitian dilakukan pada bulan Agustus 2015 sampai Januari 2016. Objek penelitian yang diamati adalah bagian produksi *green tea*. Jenis rancangan penelitian yang dipakai dalam penelitian adalah penelitian terapan, karena penelitian ini mencari permasalahan yang ada untuk mengambil tindakan perbaikan (Sekaran, U. 2003). Tujuan dari penelitian adalah untuk menyusun rencana kapasitas produksi. Perencanaan kapasitas dilakukan untuk menyeimbangkan kapasitas tersedia (CA) dan kapasitas yang dibutuhkan (CR).

Dalam penelitian ini dibutuhkan kerangka teoritis untuk menunjukkan hubungan logis antara faktor/variabel yang diidentifikasi untuk menganalisis masalah penelitian (Sukaria, 2013). Kerangka teoritis penelitian dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1. Kerangka Teoritis

Gambar 1 menunjukkan rangkaian hubungan antar variabel yang digunakan dalam penelitian. Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Jumlah permintaan
2. Waktu siklus
3. Jumlah hari kerja dan jam kerja
4. Jumlah mesin produksi
5. Faktor efisiensi dan utilitas
6. Draf awal jadwal induk produksi
7. Kapasitas produksi yang dibutuhkan
8. Kapasitas produksi yang tersedia
9. RCCP
10. Jadwal induk produksi

Langkah awal dari penelitian ini adalah menghitung waktu baku dari setiap stasiun kerja. Selanjutnya meramalakan jumlah permintaan *green tea* untuk 12 bulan kedepan yang merupakan *input* awal untuk menghitung kebutuhan kapasitas dari stasiun kerja sehingga dapat teridentifikasi stasiun kerja *bottleneck* dan *non bottleneck.* Selanjutnya dilakukan penyusunan jadwal produksi *green tea* dengan pendekatan *theory of constraint*. Langkah-langkah dari *theory of constraint* adalah:

1. Identifikasi Kendala
2. Ekploitasi Kendala
3. Subordinasi
4. Elevasi Kendala
5. Mengurangi Proses

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perhitungan Waktu Baku

Waktu baku adalah waktu yang diperlukan pekerja untuk menyelesaikan suatu aktivitas (Sritomo, 1995). Waktu baku dari setiap stasiun kerja dapat dilihat pada Tabel 2.

Tanel 2. Waktu Baku Stasiun Kerja

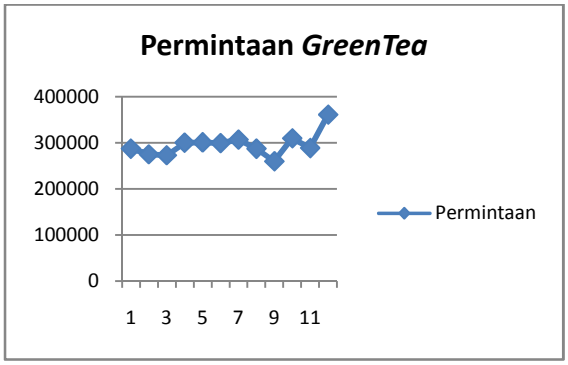
Stasiun Kerja	Waktu Siklus	All	Rf	Waktu Baku (Detik)
I	1860	11,2	1,02	2137,15
II	1813	12,5	1,04	2155,13
III	3533	11,5	1,02	4071,99
IV	50400	11,5	1,02	58088,14
V	607	11,5	1,02	700,12

Sumber : Pengolahan Data

Tabel 2 menunjukkan waktu baku pada setiap stasiun kerja yang diperoleh dari hasil waktu siklus dengan pertimbangan *allowance* dan *rating factor*.

3.2 Peramalan Permintaan

Peramalan permintaan dilakukan untuk 12 bulan kedepan. Penentuan metode peramalan dilakuakn dengan melihat pola data dari diagram pencar (*scatter* diagram) dari data permintaan *green tea*.



Gambar 2. Diagram Pencar

Gambar 2 menunjukkan pola data permintaan *green tea.* Berdasarkan pola data permintaan *green tea* metode peramalan yang digunakann adalah linear dan siklis. Hasil perhitungan tingkat *error* SEE diperoleh

metode peramalan siklis lebih baik dari metode peramalan linear. Hasil peramalan metode siklis dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Permalan Metode Siklis

Bulan	Jumlah Produksi
Agustus (2015)	311818
September (2015)	301430
Oktober (2015)	289517
November (2015)	279272
Desember (2015)	273439
Januari (2016)	273582
Februari (2016)	279662
Maret (2016)	290051
April (2016)	301963
Mei (2016)	312209
Juni (2016)	318041
Juli (2016)	317898

Sumber : Pengolahan Data

Tabel 3 menunjukkan hasil peramalan untuk 12 bulan kedepan. Hasil peramalan akan digunakan sebagai *input* untuk menghitung kapasitas yang dibutuhkan (CR).

3.3 Menyusun Rencana Produksi

3.3.1 Perhitungan Kapasitas yang dibutuhkan (CR)

Perhitungan kapasitas yang dibutuhkan (*Capacity requirement*/CR). dilakukan untuk mengetahui kapasitas yang dibutuhkan pada setiap stasiun untuk dapat memproduksi produk sesuai dengan hasil peramalan. Berdasarkan informasi dari perusahaan bahwa jumlah *output* produksi yang diperoleh adalah sekitar 65 % dari bahan baku yang diolah perusahaan. Jumlah bahan baku untuk produksi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Jumlah Bahan Baku

Bulan	Jumlah Bahan Baku
Agustus (2015)	476732
September (2015)	460849
Oktober (2015)	442636
November (2015)	426972
Desember (2015)	418055
Januari (2016)	418274
Februari (2016)	427569
Maret (2016)	443452
April (2016)	461665
Mei (2016)	477329
Juni (2016)	486246
Juli (2016)	486027

Sumber : Pengolahan Data

Tabel 4 menunjukkan jumlah bahan baku yang menjadi *input* awal stasiun kerja, dimana *Input* dari stasiun kerja ini digunakan untuk menghitung kapasitas yang dibutuhkan. Perhitungan untuk kapasitas yang dibutuhkan menggunakan rumus :

$CR = \sum_{k=1}^{n} a_k b_k$ untuk semua i, k.

a_{ik} = waktu standard pengerjaan elemen k pada stasiun kerja i

b_{ik} = Jumlah produk k yang akan dijadwalkan

Data kapasitas yang dibutuhkan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kapasitas yang Dibutuhkan

SK I	SK II	SK III	SK IV	SK V
7954617	1811656	2134192	21285640	546589
8038580	1830779	2156719	21510316	552359
8123430	1850104	2179484	21737365	558189
8209175	1869632	2202489	21966810	564081
8295826	1889366	2225737	22198676	570035
8383391	1909309	2249231	22432990	576052
8471880	1929463	2272972	22669778	582132
8561304	1949829	2296964	22909064	588277
8651671	1970410	2321209	23150877	594486
8742992	1991208	2345710	23395242	600761
8835277	2012226	2370470	23642186	607103
6939658	1580501	1861883	18569727	476848

Sumber : Pengolahan Data

Tabel 5 menunjukkan hasil perhitungan kapasitas yang dibutuhkan untuk dapat memenuhi hasil peramalan pada 12 bulan kedepan.

3.3.2. Perhitungan Kapasitas Tersedia

Perhitungan kapasitas tersedia (*Capacity Available*/CA) dilakukan untuk mengetahui kapasitas yang tersedia di pabrik untuk setiap stasiun kerja. Perhitungan CA dilakukan dengan rumus:

CA= (Total Jam Kerja x Jumlah Mesin) x utilitas x efisiensi

Hasil perhitungan kapasitas Tersedia dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6.Kapasitas Tersedia

SK I	SK II	SK III	SK IV	SK V
11425536	4379789	4194374	19363277	8759578
11031552	4228762	4049741	18695578	8457523
11819520	4530816	4339008	20030976	9061632
11425536	4379789	4194374	19363277	8759578
9455616	3624653	3471206	16024781	7249306
11425536	4379789	4194374	19363277	8759578
10637568	4077734	3905107	18027878	8155469
11819520	4530816	4339008	20030976	9061632
11425536	4379789	4194374	19363277	8759578
11819520	4530816	4339008	20030976	9061632
11819520	4530816	4339008	20030976	9061632
9455616	3624653	3471206	16024781	7249306

Sumber : Pengolahan Data

Tabel 6 menunjukkan hasil perhitungan kapasitas tersedia, dimana kapasitas tersedia merupakan kemampuan pabrik dalam melakukan produksi.

3.3.3. Identifikasi Stasiun kerja *Bottleneck*

Perhitungan varians antara kapasitas yang dibutuhkan (CR) dan kapasitas yang tersedia (CA) serta perhitungan persentase beban dilakukan untuk mengetahui stasiun kerja mana yang mengalami *bottleneck* dan *non-bottleneck*. Kriteria stasiun kerja *bottleneck* adalah nilai varians positif dan persentase beban stasiun kerja di atas 100 %. Hasil perhitungan nilai varians dan persentase beban menunjukkan bahwa stasiun kerja I, II, III, V merupakan stasiun kerja *non-bottleneck* dan stasiun kerja IV adalah stasiun kerja *bottleneck.*

3.3.4. Pengaturan Kembali Jadwal Induk Produksi dengan Pendekatan *Theory of constraint*

Pengaturan kembali jadwal induk produki *green tea* dengan pendekatan *theory of constraint* akan dilakukan untuk menghilangkan kendala sistem yaitu *capacity constraint* pada stasiun kerja sehingga dapat memenuhi permintaan konsumen. Dalam konsep penyelesaian dengan pendekatan *theory of constraint* digunakan penyangga waktu pada stasiun kerja *bottleneck* untuk menyeimbangkan aliran produksi. Langkah-langkah penyelesaian dengan pendekatan *theory of constraint* adalah:

1. Identifikasi Kendala

   Identifikasi kendala dilakukan pada *capacity constraint* untuk mendapatkan rencana kapasitas yang dapat memenuhi kapasitas stasiun kerja bottleneck. *Capacity constraint* pada sistem adalah stasiun kerja IV.

2. Eksploitasi Kendala

   Tahap ini merupakan inti dari langkah *theory of constraint* karena pada tahap ini akan ditentukan pemecahan masalah. Kendala pada kapasitas akan di selesaikan dengan sistem penambahan *time buffer* (penyangga waktu) pada stasiun kerja IV.

3. Subordinasi

   Pada langkah ini *bottleneck* pada stasiun kerja dihiilangkan dengan cara pengurangan antar kapasitas yang dibutuhkan dengan kapasitas tersedia. Perhitungan *time buffer* dilakukan dengan rumus:

   $$K = CR - CA$$

   K = *Time buffer*

   CR = Kapasitas yang dibutuhkan

   CA = Kapasitas Tersedia

4. Elevasi Kendala

   Pada langkah 3 semua *capacity constraint* sudah dapat teratasi. Hal ini menunjukkan bahwa stasiun kerja IV sudah terpenuhi kapasitasnya dan menjadi stasiun kerja *non bottleneck.*

5. Mengurangi Proses

   Seluruh stasiun sudah terpenuhi kapasitas yang dibutuhkan sehingga tidak perlu melakukan pengurangan proses. Maka langkah perbaikan selesai.

Time buffer yang ditambahkan pada stasiun kerja IV dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. *Time Buffer* Stasiun Kerja IV

Bulan	***Time Buffer* (Detik)**	***Time Buffer* (Jam)**
Agustus	10619929	164
September	10295196	159
Oktober	7221409	111
November	6912957	107
Desember	10540986	163
Januari	6264915	97
Februari	8674379	134
Maret	7282172	112
April	9497488	147
Mei	9805940	151
Juni	10470263	162
Juli	15604804	241
Rata-rata	9432536	146

Tabel 7 menunjukkan *time buffer* yang dibutuhkan agar dapat memenuhi stasiun kerja IV dan untuk menghilangkan *bottleneck* pada stasiun kerja IV.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian yaitu:

1. Hasil laporan RCCP diperoleh bahwa stasiun kerja IV adalah stasiun kerja *bottleneck* dan stasiun kerja I, II, III, dan V adalah stasiun kerja *non bottleneck.*
2. Perencanaan produksi yang merupakan draft awal jadwal induk produksi diperoleh dari hasil peramalan 12 bulan kedepan yaitu bulan Agustus 2015 – Juli 2016.
3. Setelah dilakukan pengaturan jadwal induk produksi yang optimal dengan penerapan *theory of constraint* dengan menggunakan sistem penjadwalan *drum buffer rope* dengan penambahan *time buffer* diperoleh bahwa stasiun kerja IV sudah menjadi stasiun kerja *non bottleneck.*
4. Hasil revisi jadwal induk produksi dapat digunakan sebagai jadwal induk produksi *green tea* dengan penambahan rata-rata *time buffer* 146 jam setiap bulannyastasiun kerja I, II, III, dan V adalah stasiun kerja *non bottleneck.*

DAFTAR PUSTAKA

Elwood S, Buffa. 1983. *Manajemen produksi/Operasi Modern.*Jakarta: Erlangga.

Ginting, Rosnani.2007. *Sistem Produksi*, Edisi Pertama. Yogyakarta:Graha Ilmu.

Rimawan, Erry. 2007. *Usulan Penjadwalan Produksi dengan Menggunakan Teknik Theory of Constraint di PT.XXX*. Universitas Mercu Buana: Departemen Teknik Industri.

Shabrina, Dina nur, *dkk.* 2012. *Rancangan Sistem Penjadwalan Buku Fiksi dengan Pendekatan Theory of Constraints di PT. Mizan Grafika Sarjana*. Bandung: Teknik Industri Institut Teknologi Nasional (Itenas).

Sinulingga, Sukaria.2009. *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Cetakan I. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Sinulingga, Sukaria.2013. *Metode Penelitian*. Edisi III. Medan: USU Press.

Sodikin, Imam, *dkk.* 2013. *Analisis capacity constrained Resources Guna Mengoptimalkan Aliran Produksi dengan Pendekatan Theory of Constraints.* Yogyakarta: Teknik Industri FTI.

Suci, Sonia Nur Indah, dkk, 2009. *Peningkatan Kapasitas Produksi Melalui Penerapan Theory Of Constraint, Penjadwalan Mesin Paralel, dan Bottleneck Schedulling pada Perusahaan Sheet Metal Work.* Jakarta: Universitas Trisakti.

Sutalaksana, Iftikar Z. 1979. *Teknik Tata Cara Kerja.* Bandung: Institut Teknologi Bandung

PERANCANGAN KONSEP *DISTRIBUTION RESOURCE PLANNING* (DRP) DALAM MENDUKUNG SISTEM *SUPPLY CHAIN MANAGEMENT* (SCM) PADA PT. XYZ

Sukaria Sinulingga[1], Nazaruddin Matondang[1], Donni Syahrial Hanafi Daulay[2]
Dosen Magister Teknik Industri[1], Alumni Magister Teknik Industri[2]
Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara
Jl. Almamater Kampus USU, Medan 20155
Email : drial46@ymail.com

Abstrak. PT. Gold Coin Indonesia-Medan merupakan perusahaan yang bergerak dalam industri pakan ternak memiliki rantai distribusi dari *Central Supply Facilities* (CSF) di Medan ke *Distribution Center* (DC) yang berada di Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat dan Riau serta Kepulauan Riau. Proses pendistribusian mengalami kendala dalam proyeksi permintaan pada masing-masing DC pada masa yang akan datang sebab masih cenderung menggunakan metode estimasi dan *trial and error*. Hal ini menyebabkan terjadinya keterlambatan pengiriman dan kekurangan jumlah produk pada DC sehingga tidak terpenuhinya permintaan pelanggan. Manajemen rantai pasok (*Supply Chain Management*) yang ada tidak berjalan lancar karena mengalami kendala pada rantai pasok manufaktur dan distribusi tersebut. Oleh karena itu, penulis mengambil judul penelitian "*Perancangan Konsep Distribution Resource Planning (DRP) Dalam Mendukung Sistem Supply Chain Management (SCM) Pada PT. Gold Coin Indonesia – Medan*."Penyelesaian permasalahan pendistribusian dilakukan dengan melakukan peramalan (*forecasting*) data permintaan pada setiap DC, melakukan perhitungan *order quantity*, perhitungan frekuensi pemesanan, perhitungan *safety stock*, dan penyusunan DRP *worksheet*. Konsep DRP memberikan aliran produk dari CSF ke setiap DC pada waktu dan jumlah yang sudah terintegrasi, sehingga dapat menjaga kelancaran pengiriman produk dalam memenuhi kebutuhan atau permintaan serta meningkatkan pelayanan terhadap pelanggan melalui perencanaan pendistribusian yang memproyeksikan kebutuhan yang akan datang sehingga dapat mengurangi *stock out*. Penggunaan *Distribution Resource Planning* (DRP) menyebakan penurunan biaya distribusi sebesar Rp. 58,443,442;- atau 10 % dari kondisi aktual perusahaan selama ini. Perhitungan *safety stock* dilakukan sebagai acuan pemesanan kembali pada masing-masing DC. Hasil perhitungan *safety stock* untuk masing-masing DC adalah DC 1 sebanyak 46 ton, DC 2 sebanyak 58 ton, DC 3 sebanyak 58 ton, dan DC 4 sebanyak 120 ton. Sedangkan untuk *order quantity* yang diperoleh untuk masing-masing DC adalah DC 1 sebanyak 852 ton, DC 2 sebanyak 504 ton, DC 3 sebanyak 470 ton, dan DC 4 sebanyak 360 ton. Dengan jumlah pemesanan sebagai berikut Jumlah pemesanan untuk masing-masing DC selama 13 periode yaitu DC 1 sebanyak 4 kali, DC 2 sebanyak 4 kali, DC 3 sebanyak 4 kali, dan DC 4 sebanyak 8 kali. Hal ini dapat meminimalkan biaya distribusi.
Kata Kunci: Forecasting, Order Quantity, Safety Stock, DRP dan SCM

Abstract. *PT. Gold Coin Indonesia-Medan is the company that moves in feeed mill industry which have the chain of distribution from Central Supply Facilities (CSF) in Medan to Distribution Center (DC) Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Riau, and Kepulauan Riau. The process of distribution have constraint in projected demand at each DC in future because of using estimate and trial and error.This situation resulted delivery delays and shortage of product in the DC so that the customer demand was unfulfilled. Supply Chain Management which not good flow because have problem at the manufacture and distribution. Problem solving of distribution is done with doing the forecasting of demand for data on each DC, make calculation order quantity, frequency of reservations, safety stock, and the preparation of DRP worksheet. DRP concept provides a steady stream of product from CSF to any DC at the time and the amount already integrated to maintain the smooth delivery of goods to meet the needs and to improve the service to customers through the distribution planning that project the future needs so the stock out can be reduced. The use of Distribution Resource Planning (DRP) cause the number of distribution cost decreased among Rp. 58,443,442;-;- or 10 % from company actual condition. Calculation of safety stock carried as a reference in reordering at each DC. The result calculation of safety stock for each DC are DC 1 is 46 tons, DC 2 is 58 tons, DC 3 is 58 tons, dan DC 4 is 120 tons. For order quantity each DC are DC 1 is 852 tons, DC 2 is 504 tons, DC 3 is 470 tons, dan DC 4 is 360 tons. The number of order each DC for 13 periods are DC 1 is 4 times, DC 2 is 4 times, DC 3 is 4 times, and DC 4 is 8 times. That's can reduce the distribution cost.*
Keywords: Forecasting, Order Quantity, Safety Stock, DRP and SCM

1. PENDAHULUAN

Perkembangan industri pakan ternak dewasa ini semakin maju di Indonesia khususnya di wilayah Sumatera Utara. Para investor semakin tertarik untuk menanamkan sahamnya untuk mendirikan pabrik-pabrik pakan ternak. Hal ini ditandai dengan semakin banyaknya pabrik-pabrik pakan ternak baru maupun pabrik yang berekspansi untuk meraih pangsa pasar yang semakin luas.

PT. XYZ memiliki jaringan distribusi yang cukup luas. Perusahaan ini memiliki beberapa *Distribution Center* (DC) yang berada di Padang, Payakumbuh, Pekan Baru, Batam serta wilayah Sumatera Utara dan sekitarnya. Kemudian dari masing-masing DC produk akan didistribusikan kepada pelanggan. Perusahaan ini dituntut untuk memiliki kemampuan dalam mengelola sistem distribusi dengan baik oleh manajemen dan pelanggan.

Pemenuhan permintaan yang tidak terpenuhi dengan tepat waktu dapat mengakibatkan pengangkutan (*truck*) menunggu cukup lama (berjam-jam sampai berhari) di stasiun muat produk jadi (*loading bay*) karena produk jadi yang diinginkan tidak tersedia di lantai produksi. Produk yang tidak tersedia di gudang diakibatkan oleh penjadwalan produksi yang kurang baik yang tidak memiliki dasar peramalan yang baik serta adanya variasi dalam pengiriman produk sehingga mengakibatkan pendistribusian produk tidak lancar.

Untuk dapat meminimumkan kendala-kendala tersebut maka perlu dilakukan perbaikan pada sistem yang ada pada perusahaan. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk memperbaikinya adalah dengan menganalisis sistem produksi yang ada terutama dalam dasar peramalan, penentuan persediaan dan penjadwalan pendistribusian yang diharapkan dapat mendukung sistem *Supply Chain Management* (SCM) dapat berjalan dan berintegrasi dengan baik pada setiap sub komponen yang ada pada perusahaan.

Dengan merancang konsep *Distribution Resource Planning* (DRP) yang terarah, diharapkan dapat mendukung sistem SCM pada perusahaan dalam menyelesaikan permasalahan permintaan yang tidak terpenuhi yang berdampak pada pendistribusian yang tidak lancar.

Dengan DRP perusahaan dapat memulai penjadwalan distribusi dengan lebih akurat dan pada saat yang sama dapat mencapai stabilitas produksi. DRP dapat mengolah informasi untuk memperlancar dan mengatur pemasaran, sehingga dapat menyeimbangkan antara permintaan dan pendistribusian.

Sistem SCM dengan karakteristiknya memberikan kemudahan dalam hal interaksi antar *stakeholder* dinilai mampu menjawab permasalahan yang ada. SCM dapat meminimalkan permasalahan berkaitan penyediaan dan pendistribusian dengan sistem SCM tersebut.

2. METODE PENELITIAN

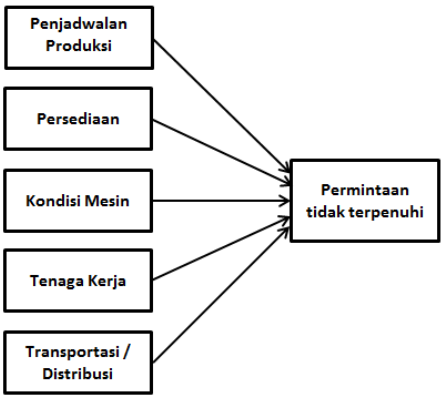
Metode penelitian merupakan tahapan-tahapan, petunjuk pelaksanaan, atau petunjuk teknis dalam melakukan pencarian masalah, penentuan solusi, dan mencari solusi dari masalah penelitian. Kerangka pikir merupakan gambaran proses berpikir dalam memecahkan permasalahan penelitian

2.1. Variabel Penelitian

Variabel yang mempengaruhi dalam penelitian ini antara lain:

1. Permintaan dan Pendistribusian
   Yang termasuk sub kriteria pada kriteria ini adalah:
   a. Waktu produksi dan perjalanan dalam pendistribusian produk
   b. Kapasitas waktu produksi suatu produk dan waktu kendaraan
   c. Penjadwalan produksi yang baik
   d. Kemampuan mengatasi kerusakan mesin saat beroperasi serta pada saat melayani kebutuhan pelanggan
   e. Pengelolaan persediaan untuk memenuhi permintaan.
2. *Distribution Requirement Planning* (DRP)
   Yang termasuk sub kriteria pada kriteria ini adalah:
   a. Peramalan permintaan
   b. Penentuan *Safety Stock*
   c. *Order Quantity*
   d. *Lead Time* pemesanan
   e. Wilayah tujuan konsumen
3. *Supply Chain Management* (SCM)
   Yang termasuk sub kriteria pada kriteria ini adalah:
   a. Inventarisasi kebutuhan *stakeholder*
   b. Identifikasi *supply chain*
   c. Jalur *supply chain*
   d. Perencanaan dan eksekusi *supply chain management*

Penelitian dapat terlaksana secara terstruktur dan menjadi lebih mudah apabila tersedia kerangka konseptual penelitian yang akan dilakukan. Kerangka konseptual dalam penelitian ini dapat dilihat seperti pada Gambar 1 di bawah ini :



Gambar 1. Kerangka Konseptual Penelitian

2.2. Metode Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan ada dua jenis yaitu:

1. Data primer berupa mekanisme dan aktivitas *supply chain* khususnya pada aspek distribusi perusahaan
2. Data sekunder berupa data yang diperoleh melalui pihak perusahaan dan karyawan PT. XYZ yaitu:

a. Data permintaan masing-masing DC selama 26 minggu periode bulan Juli 2015 sampai dengan Desember 2015
b. Persediaan periode sebelumnya dan *Lead time*
c. Informasi biaya yang digunakan seperti biaya pemesanan, biaya pengiriman, dan ongkos simpan.

2.3. Metode Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan metode *Distribution Resources Planning*:

1. Tahapan pertama yang dilakukan adalah melakukan peramalan terhadap jumlah permintaan untuk periode berikutnya. Peramalan dilakukan untuk mengetahui perkiraan permintaan untuk 13 minggu periode bulan dari Januari 2016 sampai dengan Maret 2016, dimana data yang digunakan sebagai dasar dalam melakukan peramalan adalah data permintaan 26 minggu sebelumnya. Metode peramalan yang digunakan adalah *double exponential smoothing* dengan satu parameter Brown dan *double exponential smoothing* dengan dua parameter Holt dan pemilihan peramalan terbaik dilakukan dengan membandingkan kesalahan peramalan. Peramalan terbaik adalah peramalan yang memiliki kesalahan terkecil.
2. Selanjutnya dilakukan penentukan Q optimum, *reorder point*, *safety stock* dengan menggunakan model Q dengan sistem *back order*.
3. Penentuan aplikasi perencanaan produksi dan distribusi dengan menggunakan metode *Distribution Resources Planning* yang ditampilkan pada *Distribution Resources Planning Worksheet*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Perancangan Konsep

Dari hasil perhitungan *order quantity* yang dilakukan untuk mengetahui jumlah optimum yang akan dikirimkan untuk setiap kali pemesanan. Perhitungan jumlah optimum dilakukan agar dapat memenuhi permintaan *Distribution Center* (DC) dan meminimalkan biaya distribusi. Jumlah optimum yang diperoleh setelah dilakukan perhitungan menggunakan model Q probabilistik dengan *back order* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. *Order Quantity* Setiap DC Menggunakan Model Q Probabilistik *Back Order*

Order Quantity (ton)	DC			
	1	2	3	4
	852	504	470	360

Berdasarkan tabel 1 di atas dapat dilihat dengan mendapatkan *order quantity* dari masing-masing DC maka akan dapat meminimalisir terjadinya variasi pengiriman produk.

Berdasarkan hasil perhitungan *reorder point* yang dilakukan untuk mengetahui titik pemesanan kembali yang dilakukan oleh DC, maka rekapitulasi perhitungan *reorder point* sebagai berikut:

Tabel 2. Rekapitulasi Perhitungan *Reorder Point* Masing-masing DC

Reorder Point (ton)	DC			
	1	2	3	4
	274	153	133	226

Reorder point hasil perhitungan DRP memberikan dampak pada proses pengiriman yang dilakukan setiap bulannya.

Dari hasil perhitungan *safety stock* yang dilakukan untuk mengetahui persediaan pengaman yang ada di gudang masing-masing DC, maka rekapitulasi perhitungan *safety stock* masing-masing DC dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 3. Rekapitulasi Perhitungan *Safety Stock* Masing-masing DC

Safety Stock (ton)	DC			
	1	2	3	4
	46	58	58	120

3.2. Biaya Distribusi

Perbandingan biaya distribusi yang dilakukan perusahaan dengan distribusi menggunakan DRP ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Biaya Distribusi Aktual Perusahaan dengan Biaya Distribusi Hasil DRP

DC	Biaya Distribusi (Rp)		DC		Biaya Distribusi (Rp)
	Aktual				Metode DRP
1	153,268,059		1		125,958,909
2	133,188,123		2		118,987,347
3	118,507,223		3		104,303,747
4	199,763,375		4		197,033,335
Total	604,726,782		Total		546,283,340

Persentase penurunan biaya distribusi yang diperoleh setelah menggunakan metode DRP dengan penggabungan DC yaitu sebesar :

$$= \frac{(604,726,782 - 546,283,340)}{604,726,782} x100\%$$

= 10 %

Dari Tabel 4 dan perhitungan di atas dapat dilihat bahwa setelah dilakukan perhitungan biaya distribusi dengan metode DRP, perusahaan akan menghemat biaya sebesar Rp 58,443,442 atau 10 % dari biaya yang dikeluarkan perusahaan.

3.3. DRP *Worksheet*

Dari jumlah permintaan selama 13 periode, maka dapat disusun perencanaan DRP untuk setiap DC dalam *time bucket* bulanan sebab *lead time* masing-masing DC satu bulan.

Tabel 5. DRP Worksheet *Distribution Center* 1

On Hand Balance 300 *Lead Time (week)* 0

Safety Stock 46 *Order Quantity* 852

	Past Due	Week												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Demand Forecast		282.90	273.67	264.44	255.22	245.99	236.76	227.53	218.31	209.08	199.85	190.63	181.40	172.17
In Transit														
Projected on Hand	300	869.10	595.43	330.99	75.77	681.78	445.02	217.49	851.18	642.10	442.25	251.62	70.22	750.05
Planned Shipments - Receipt Date		852				852			852					852
Planned Shipments - Ship Date		852				852			852					852

Dari Tabel 5, dapat dilihat DRP *worksheet* pada setiap *distribution centre* dimana memperlihatkan sistem kegiatan perencanaan dan penjadwalan distribusi di *distribution centre* yang didasarkan pada peramalan. DRP *worksheet* dibuat untuk memperlihatkan secara detail dan jelas jumlah permintaan, *safety stock*, *order quantity* dan *lead time*.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa: Faktor-faktor yang menyebabkan distribusi tidak lancar adalah penjadwalan produksi dan pengiriman yang tidak baik, persediaan yang tidak mencukupi, mesin yang rusak, serta tenaga kerja yang kurang kompeten dan disiplin. *Distribution Resource Planning* (DRP) yang dapat mengoptimalkan pendistribusian dengan menyesuaikan jadwal dan jumlah pengiriman sesuai dengan DRP *worksheet* dan *pegging information.* Hal ini dapat menghemat biaya pendistribusian sebesar Rp. 58,443,442;- atau 10 % dari biaya yang dikeluarkan perusahaan. Dengan hasil perhitungan jumlah pengiriman atau *order quantity* masing–masing DC yaitu DC 1 sebanyak 852 ton, DC 2 sebanyak 504 ton, DC 3 sebanyak 470 ton, dan DC 4 sebanyak 360 ton. Jumlah pemesanan untuk masing-masing DC selama 13 periode yaitu DC 1 sebanyak 4 kali, DC 2 sebanyak 4 kali, DC 3 sebanyak 4 kali, dan DC 4 sebanyak 8 kali. Hal ini dapat meminimalkan biaya distribusi. Besar jumlah persediaan pengaman yang harus disediakan perusahaan untuk memenuhi permintaan pelanggan adalah DC 1 sebanyak 46 ton, DC 2 sebanyak 58 ton, DC 3 sebanyak 58 ton, dan DC 4 sebanyak 120 ton.

DAFTAR PUSTAKA

Abdillah, Adib Fahrozi. (2009), *Perencanaan dan Penjadwalan Aktivitas Distribusi Hasil Perikanan Dengan Menggunakan Distribution Requirement Planning (DRP)*, Jurusan Teknik Industri, fakultas Teknologi Industri, Universitas Pembangunan Nasional.

Akbar, Muhammad Fakhri. (2013*). Studi Aplikasi Distribution Resource Planning Dalam Pendistribusian Produk Mi Instan Pada PT. "X" DI Tanjung Morawa*, Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara.

Baroto, Teguh. (2002), *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*, Jakarta, Ghalia Indonesia.

Camito Paz, Juan. (2015), *Redesign of a Supply Network by Considering Stochastic Demand*, Universidad Javeriana Cali, Colombia

Fogarty, Blakstone, Hoffmann. (1991), *Production & Inventory Management Second Edition*, Cincinnati, Ohio, South – Western Publishing Co.

Gaspersz, Vincent. (2009) *Production Planning and Inventory Control : Berdasarkan Pendekatan Sistem Terintegrasi MRP II dan JIT Menuju Manufacturing 21*, Jakarta, PT. Gramedia Pustaka Utama.

Gimenez, Gerusa. (2000), *Implementing a Distribution Requirement Planning System in a Distribution Company*, Universitat de Girona

Ginting, Rosnani. (2007) *Sistem Produksi*, Yogyakarta, Graha Ilmu.

Houshyar, Afsaneh Noori, dkk. (2013), *Simulating Effects of Transportation Disruption on Supply Chain Based on Vendor Managed Invertory Approach*, University Putra Malaysia & University Kebangsaan Malaysia

Kundu, Soumita. Tripti Chakrabarti, (2015), *An Integreted Multi-Stage Supply Chain Inventory Model with Imperfect Production Process*, University of Calculta, India and Growing Science Ltd.

Martin, Andre J. (1995) *DRP : Distribution Resource Planning*, Canada, John Wiley & Sons, Inc.

Miguel, Priscila Lacynski de Souza, Luiz Arthur Ledur Brito. (2011), *Supply Chain Management Measurement and its Indluence on Operational Performance*, JOSCM.

Noeryanti, Ely Oktafiani, Fera Andriyani. (2012), *Aplikasi Pemulusan Eksponensial Dari Brown Dan Dari Holt Untuk Data Yang Memuat Trend*, Jurusan Matematika, Fakultas Sains Terapan, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta.

Pujawan, I Nyoman. (2005), *Supply Chain Management Edisi Pertama*, Surabaya, Guna Widya.

Sekhar JVD, Chandra, Balasubramanian V. (2012), *DRP: A Novel Aprroach for Requirement planning in Supply Chain Mangement*, School of Company Science and Engineering, VIT University, India.

Sinulingga, Sukaria. (2008), *Pengantar Teknik Industri*, Yogyakarta, Graha Ilmu.

Sinulingga, Sukaria. (2009), *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*, Yogyakarta, Graha Ilmu.

Sinulingga, Sukaria. (2014), *Metode Penelitian*, Edisi 3, Medan, USU Press.

Sinulingga, Sukaria. (2014), *Rekayasa Produktivitas*, Medan, USU Press.

Sofyan, Diana Khairani. (2013), *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*, Yogyakarta, Graha Ilmu.

Sri Wiyono, Didiek. Wahyudi Sutopo, (2009), *Perancangan Model Distribusi Komoditas Padi Paska – Panen Berbasis Supply Chain Management (Studi Kasus Sistem SAPA)*, Jurusan Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret, Surakarta

Jurnal Sistem Teknik Industri, Vol 18. No. 1, Januari 2016
ISSN 1411 – 5247

ANALISIS KEUNGGULAN DAN KELEMAHAN MERK FRUIT TEA

Sukaria Sinulingga[1], Humala Napitupulu[1], Ferdyanta Sitepu[2]
Program Magister Teknik Industri[1], Alumni Program Magister Teknik Industri[2]
Fakultas, Universitas Sumatera Utara
Jl. Almamater Kampus USU, Medan 20155
Email: yantaonline@gmail.com
Email: sukaria_sinulingga@yahoo.com
Email : humala_n@yahoo.com

Abstrak: Penelitian Ini bertujuan melakukan mengidentifikasi dan menganalisis faktor–faktor Ekuitas Merek *(Brand Equity)*, yang terdiri dari *Brand Awareness, Brand Association* dan *Perceived Quality – Marketing Mix*, yang mempengaruhi loyalitas konsumen *(Brand Loyalty)* didalam membeli suatu produk minuman teh rasa buah dalam kemasan, sehingga diketahui faktor faktor *Brand Equity* yang paling menentukan keunggulan dan kelemahan produk merek Fruit Tea yang diproduksi oleh PT. Sinar Sosro dibandingkan dengan merek Frestea yang diproduksi oleh PT. Coca-Cola Indonesia, berdasarkan preferensi konsumen di didalam memilih merek minuman teh rasa buah dalam kemasan.Dua ratus Responden Mahasiswa Universitas Sumatera Utara dilibatkan dalam penelitian yang dipilih menggunakan Teknik *Non probability sampling*, dimana pemilihan sampel ditentukan dengan model *Purposive* dan *Judgment sampling* dengan pertimbangan tertentu yaitu pernah mengkonsumsi produk dengan merek Fruit Tea maupun produk merek Fres Tea kemasan apa saja. Pengumpulan data dilakukan dengan menyebar kuesioner, dan metode analisis data dilakukan dengan Analisis Regresi Linier Berganda, Koefisien Determinasi, Signifikansi Simultan *(Uji F)*, Signifikansi Parsial *(Uji T)*, Perbandingan Berpasangan *(Paired – Samples t Test)*, *Customer Satisfaction Index*, Analisis Tingkat Kepentingan dan Kinerja Atribut Dimensi Kualitas Produk, dan Analisis Loyalitas Konsumen.Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara garis besar dari 3 pembentuk variable *Brand Equity*, diketahui merek Fres Tea unggul pada *Brand Awareness* dan *Perceived Quality*, sedangkan merek Fruit Tea unggul pada *Brand Association*. Secara keseluruhan atribut–atribut pembentuk *Brand Equity* produk merek Fres Tea lebih unggul dibanding dengan merek Fruit Tea termasuk tingkat Loyalitas Responden *(Brand Loyalty)* didalam membeli produk merek Frestea.
Kata Kunci : Ekuitas Merek, Bauran Pemasaran, Loyalitas Konsumen, Kepuasan Konsumen.

Abstract: This research is aims to identify the factors of brand equity which consists of Brand Awareness, Brand Association and Perceived Quality - Marketing Mix, which affects consumer loyalty (Brand Loyalty) in the purchase of a fruit-flavored tea drinks in pack. thus the brand Equity factor most decisive advantages and disadvantages fruit-flavored tea drinks in pack. which is produced by PT. Sinar Sosro compared with Frestea brand produced by PT. Coca-Cola Indonesia is known, which is done by identification and analysis of factors of brand equity, based on the preferences of consumers in the area of Medan in choosing fruit-flavored tea drinks in pack. Two hundred respondents of North Sumatra University students included in the study were selected using non-probability sampling technique in which the sample selection is determined by the model of purposive sampling with particular consideration that is person who ever consumed Fruit Tea and FresTea brands. Data collected by spreading questionnaire and method of data analysis was done with Analysis Regression, Coefficient of Determination, Significance Simultaneous (Test F), Significance Partial (Test T), Pairwise Comparison (Paired - Samples t Test), Customer Satisfaction Index, Analysis of Product Performance and Importance and Customer Loyalty Analysis.The results showed that Frestea more superior Brand Awareness and Perceived Quality, while the Fruit Tea superior in Brand Association. Overall, attributes Brand Equity forming Frestea product is superior compared to Fruit Tea including Customer Loyalty in buying product Frestea.
Keywords : *Brand Equity, Customer Loyalty, Marketing Mix, Customer Satisfaction*

1. PENDAHULUAN

Menurut Ismani, 2008 dalam Rizan & Saidani, (2012), melalui penelitiannya mengatakan, bahwasanya munculnya berbagai macam produk dalam satu kategori dengan kualitas produk yang sudah menjadi standar dan dapat dengan mudah ditiru dan dimiliki oleh siapapun mengakibatkan sulitnya suatu perusahaan untuk mempertahankan dirinya sebagai pemimpin pasar. Dewasa ini salah satu jenis industri yang mengalami perkembangan industri yaitu yang menawarkan produk minuman. PT. Sinar Sosro bukan hanya sebagai pabrik

minuman teh siap saji pertama di Indonesia tetapi juga di dunia. Bahkan di bawah kendali Sinar Sosro, merek Fruit Tea tumbuh menjadi pemimpin pasar dan menjadi *Umbrella Brand* (merek penguat) bagi merek-merek lain diluar merek Teh Botol Sosro yang diproduksi oleh PT. Sinar Sosro dan pada tahun 2004 memperoleh *Indonesia Best Brand Award* sebagai *Most Potential Brand In Non-Carbonated Drink Category*. Namun, dominasi PT. Sinar Sosro dimasuki pendatang baru yang mengikuti varian rasa Fruit Tea yaitu merek Frestea yang diproduksi oleh PT. Coca-Cola, yang berusaha mengambil pangsa pasar Fruit Tea. Hal ini terlihat dari Penurunan nilai *Top Brand* merek Furit Tea yang mengindikasikan sebagian konsumen merek Fruit Tea mulai berpindah ke merek yang lain dan hal ini merupakan dampak dari menurunya pemasaran di pangsa pasar minuman teh dalam bentuk kemasan yang terjadi di beberapa cabang yang salah satunya adalah PT. Sinar Sosro cab. Tanjung Morawa. Selain turunnya citra merek, Fruit Tea juga mengalami volume penjualan yang berfluktuasi, dan penuruan volume penjualan produk merek Fruit Tea terjadi secara signifikan dari tahun 2012 s/d 2014. Penurunan persentase market share yang terjadi yang sangat signifikan mengindikasikan adanya permasalahan loyalitas merek dari pelanggan Fruit Tea. Dapat dikatakan juga bahwasanya penurunan pangsa pasar *(Market Share)* yang dialami oleh Fruit Tea diiringi dengan kenaikan persentase pangsa pasar dari beberapa merek pesaingnya. Hal ini mengindikasikan bahwa sebagian konsumen Fruit Tea mulai berpindah ke merek lain.Untuk itu, perlu di lakukan identifikasi dan analisis terhadap faktor-faktor ekuitas merek yang menentukan keunggulan dan kelemahan merek Fruit Tea dibanding merek pesaing berdasarkan preferensi konsumen didalam memilih suatu merek. Untuk itu, perlu di lakukan identifikasi dan analisis terhadap faktor-faktor ekuitas merek yang menentukan keunggulan dan kelemahan merek Fruit Tea dibanding merek pesaing berdasarkan preferensi konsumen. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk Melakukan identifikasi dan analisis faktor-faktor Ekuitas Merek *(Brand Equity)*, yang menjadi keunggulan dan kelemahan merek Fruit Tea dibandingkan dengan merek pesaing berdasarkan preferensi konsumen di wilayah Kota Medan didalam memilih merek minuman teh rasa buah dalam kemasan dan Merekomendasi alternatif strategi peningkatan citra merek Fruit Tea berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Universitas Sumatera Utara selama bulan September 2014 sampai dengan Agustus 2015. Populasi dalam penelitian ini adalah Mahasiswa/i Universitas Sumatea Utara.. Sedangkan Sampel dari penelitian ini adalah sebagian dari Mahasiswa Universitas Sumatera Utara (USU) yang pernah mengkonsumsi minuman teh rasa buah dalam kemasan merek Fruit Tea maupun merek Frestea yaitu sebanyak 200 orang. Jenis penelitian ini dikategorikan merupakan penelitian penelitian gabungan antara penelitian survey dan juga sebab akibat *(causal research)*. Sedangkan pendekatan yang digunakan pada penelitian ini adalah pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Teknik pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Non probability sampling* dan pemilihan sampel ditentukan dengan model *Purposive sampling*, yaitu mahasiswa yang pernah mengkonsumsi minuman teh rasa buah dalam kemasan. Pertimbangan lain yaitu di wilayah Perguruan Tinggi karena lebih mudah untuk mendapatkan produk, tingkat kemungkinan yang besar untuk mendapatkan para responden yang membeli dan/atau sedang minuman teh rasa buah dalam kemasan (merek Fruit Tea maupun Frestea) sehingga mudah dalam mendapatkan responden. Sedangkan tipe pengambilan sampel menggunakan metode *Judgement Sampling*. Sampel diambil berdasarkan kriteria yang telah dirumuskan terlebih dahulu oleh peneliti yaitu mahasiswa yang pernah mengkonsumsi merek Fruit Tea maupun Frestea.

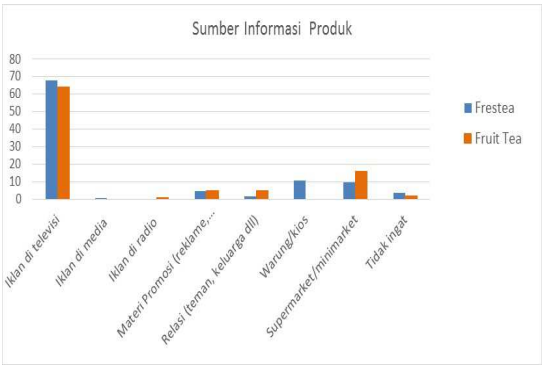
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Analisis Data Kualitatif.

i. Sumber Informasi tentang merek Fruit Tea dan Frestea.

Berdasarkan hasil dari data yang telah diperoleh pada Gambar 1., terlihat bahwa jumlah persentase responden yang mendapat informasi tentang produk merek Frestea dari iklan televisi sebanyak 68%, sedangkan merek Fruit Tea adalah 64%. Selain itu, jumlah responden yang mendapat informasi dari iklan di media cetak maupun di media sosial, berturut – turut hanya 1% dan 4%.

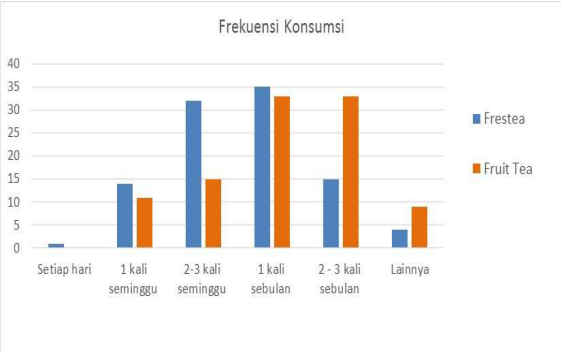
ISSN 1411 – 5247



Gambar 1. Sumber Informasi Produk merek Fruit Tea dan Frestea

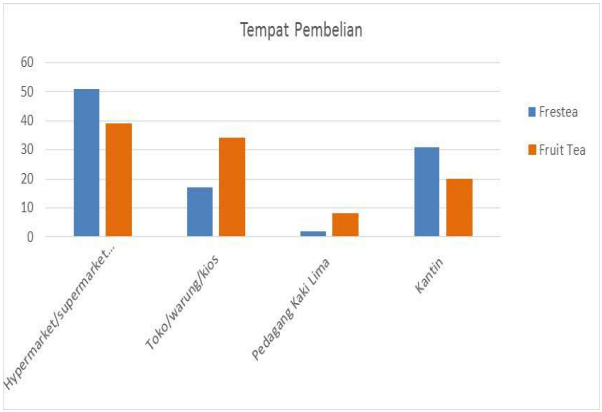
ii. Frekuensi Konsumsi merek Fruit Tea dan Frestea

Pada gambar 2, terlihat bahwa kelompok responden yang rata-rata konsumsi merek Fruit Tea, 1 dan 2–3 bulan sekali memiliki persentase terbesar, yaitu sebasar 33%. Urutan selanjutnya adalah kelompok responden yang mengkonsumsi merek Fruit Tea sebanyak 2–3 kali seminggu, yaitu sebesar 15%. Responden yang mengkonsumsi merek Fruit Tea 1 kali seminggu sebanyak 11%. Sementara itu konsumen yang mengkonsumsi merek Frestea 1 kali seminggu sebesar 14% dan 2 – 3 kali seminggu sebesar 32%.



iii. Distribusi/ Tempat Pembelian.

Berdasarkan data yang telah dikumpulkan, terlihat gambar 3., bahwa kelompok responden paling banyak melakukan pembelian produk merek Frestea di Supermarket yaitu sebanyak 56% sedangkan pembelian produk merek Fruit Tea 42%. Urutan selanjutnya responden melakukan pembelian di warung/kios/toko kelontong yaitu sebanyak 25% untuk pembelian produk merek Frestea. Sedangkan pembelian produk merek Fruit Tea sebesar 40%.



Gambar 3. Tempat Pembelian Produk merek Fruit Tea dan Frestea

iv. Perbandingan Berpasangan *(Paired T test)* merk Fruit Tea vs Fres Tea.

1. *Perceived Quality*

Hasil pengolahan data pengujian berpasangan *Perceived Quality–Marketing Mix* antara merek Frestea dengan merek Fruit Tea dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Perbandingan *Perceived Quality – Marketing Mix* Merek Fruit Tea dan Frestea

No.	Atribut	Fruit Tea		Fres Tea		t value	Sig.	Sig.
		μ	SD	μ	SD		(2 tail)	(1 tail)
1	Banyaknya varians rasa buah	4,02	,745	3,60	1,013	4,240	,000	,000
2	Desain Logo dan kemasan menarik	3,33	,888	3,79	0,967	-4,826	,000	,000
3	Pelepas dahaga/Kesegaran	3,72	,869	3,33	1,002	4.051	,000	,000
4	Rasa buah	3,65	,844	3,75	0,938	-1,069	,286	,143
5	Aroma teh rasa buah	3,60	,930	3,15	0,802	-4,930	,000	,000
6	Harga lebih murah dibanding dengan produk lain yang sejenis	3,06	1,475	3,26	1,005	-1,857	,065	,032
7	Kemasan praktis & mudah dibawa	3,46	,937	3,59	1,129	-1,300	,195	,098
8	Banyaknya iklan di Media	3,27	0,846	3,52	0,917	-2,684	,008	,004
9	Kemudahan mendapatkan produk di pasar.	3,29	0,874	3,43	0,819	-1,612	,109	,054

Dari hasil pengolahan data pada Tabel 5. diatas, melakukan hipotesis satu sisi *(one tailed)*, yaitu = *(Hi:*$\mu_{Frestea} > \mu_{Fruit\ \ Tea}$*)*. Dari Sembilan atribut *Perceived Quality–Marketing Mix* yang dinilai, diketahui bahwa purata *Perceived Quality – Marketing Mix* pada atribut ke 2,4,6,7,8 dan 9 merek Fres Tea lebih besar jika dibandingkan dengan purata produk merek Fruit Tea, namun atribut yang memiliki nilai *p–value* lebih kecil dari α = 0,05 adalah atribut ke 1,2,3,5,6 dan 8. Sedangkan untuk atribut ke 1,3, dan 5, yaitu masing–masing atribut "rasa buah, kemasan praktis dan mudah dibawa, serta Kemudahan mendapatkan produk dipasar", diketahui purata *Perceived Quality–Marketing Mix* produk Fruit Tea lebih besar dibandingkan dengan purata produk merek Fres Tea, namun berdasarkan hasil perhitungan uji berpasangan diketahui bahwa atribut ke 4,7 dan 9 yang memiliki nilai *p – value* masing–masing lebih besar dari α = 0,05. Sehingga secara garis besar terdapat perbedaan antara Kesan Kualitas–Bauran Pemasaran merek Fruit
Tea dengan disbanding merek FresTea. Dimana produk merek FresTea 70% lebih unggul dibandingkan dengan produk merek Fruit Tea, dengan kata lain produk merek Fruit Tea belum memenuhi harapan konsumen dibandingkan dengan merek Frestea.

2. *Brand Awareness*

Dari hasil pengolahan data pada Tabel 2 dibawah, diketahui bahwa purata *Brand Awareness* pada atribut ke 1 dan 2 merek Fres Tea lebih besar jika dibandingkan dengan purata produk merek Fruit Tea, dan juga memiliki nilai *p – value)* lebih kecil dari α = 0,05, sehingga merupakan bukti kuat untuk menolak *(Ho:*$\mu_{Frestea} \leq \mu_{Fruit\ \ Tea}$*)* dan menerima *(Hi:*$\mu_{Frestea} > \mu_{Fruit\ Tea}$*).* Sedangkan pada atribut ke 3, diketahui bahwa purata merek Fruit tea lebih besar dibanding dengan purata merek Fres Tea, dan juga nilai *p – value* lebih besar dari α = 0,05, sehingga merupakan bukti kuat untuk menerima *Ho* dan menolak *Hi.*

Secara garis besar produk merek Fres Tea lebih unggul pada atribut 1 dan 2. Sedangkan pada atribut ke 3, tidak terdapat perbedaan, karena responden sama – sama sadar akan kehadiran produk merek Fruit Tea maupun produk merek Fres Tea yang merupakan produk minuman teh rasa buah dalam kemasan. Namun, secara garis besar, kesadaran responden terhadap produk merek Fres Tea lebih besar dibandingkan dengan produk merek Fruit Tea.

3. *Brand Association.*

Pada Tabel 3, dapat dilihat bahwa dari tiga atribut *Brand Asasociation* yang dinilai, diketahui bahwa purata *Brand Association* pada atribut ke 1 dan 2 merek Fres Tea lebih besar jika dibandingkan dengan purata produk merek Fruit Tea, namun hanya atribut ke 2 yang memiliki nilai *p – value* lebih kecil dari α = 0,05, sehingga merupakan bukti kuat untuk menerima *Hi.* Sedangkan untuk atribut ke 1, memiliki nilai *p – value* lebih besar dari α = 0,05, sehingga bukti kuat untuk menerima *Ho* Sementara itu, pada atribut ke 3, diketahui bahwa purata merek Fruit Tea lebih besar dibanding dengan purata merek Fres Tea, namun nilai *p – value* lebih besar dari α = 0,05, sehingga merupakan bukti kuat untuk menerima *Ho* dan menolak *Hi.*

Tabel 2. Perbandingan Berpasangan *Brand Awareness* Merek Fruit Tea dan Frestea

No.	Atribut	Fruit Tea		Fres Tea		t value	Sig. (2 tailed)	Sig. (1 tailed)
		μ	SD	μ	SD			
1	Saya dapat mengingat cepat Logo Atau Simbol Merek Fruit Tea/ FresTea dengan hanya melihat bentuk botol atau kemasan	3,30	1,50	3,57	0,04	-2,496	0,013	0.007
2	Merek Fruit Tea/ FresTea adalah merek pertama kali muncul dalam benak saya ketika membeli minuman teh rasa buah	3,37	1,49	3,73	1,22	-3,425	0,001	0.000
3	Apabila diminta menyebutkan Nama Merek produk minuman teh rasa buah, maka Fruit Tea/ FresTea adalah merek yang pertama kali muncul dibenak saya	3,61	1,37	3,52	1,30	0,817	0,415	0.208

Tabel 3. Perbandingan Berpasangan *Brand Association* Merek Fruit Tea dan Frestea

No.	Atribut	Fruit Tea		Fres Tea		t value	Sig. (2 tailed)	Sig. (1 tailed)
		μ	SD	μ	SD			
1	Saya bangga mengkonsumsi produk merek Fruit Tea/Fres Tea	3,46	1,26	3,34	1,26	1,011	0,314	0,157
2	Fruit Tea/Fres Tea adalah minuman teh rasa buah dalam kemasan merek dari perusahaan terkenal.	3,59	1,28	3,34	1,26	2,604	0,010	0,005
3	Informasi yang terdapat pada Iklan maupun kemasan produk merek Fruit Tea/Fres Tea tentang isi kandungan, rasa buah dan manfaatnya membuat saya menyukainya.	3,39	1,49	3,52	1,46	1,527	0,128	0,064

Dari tiga atribut *Brand Asasociation* yang dinilai, diketahui bahwa purata *Brand Association* pada atribut ke 1 dan 2 merek Fres Tea lebih besar jika dibandingkan dengan purata produk merek Fruit Tea, namun hanya atribut ke 2 yang memiliki nilai *p–value* lebih kecil dari α = 0,05. Sedangkan untuk atribut ke 1, memiliki nilai *p–value* lebih besar dari α = 0,05, Sementara itu, pada atribut ke 3, diketahui bahwa purata merek Fruit Tea lebih besar dibanding dengan purata merek Fres Tea, namun nilai *p–value* lebih besar dari α = 0,05, sehingga merupakan bukti kuat untuk menerima *Ho* dan menolak *Hi.* Secara garis besar, , diketahui responden lebih mengenal dengan baik produk merek Fres Tea yang dibandingkan dengan produk merek Fruit Tea, sehingga responden merasa yakin akan kualitas produk yang dikeluarkan oleh PT. Coca – cola Company.

v. Indeks *Customer Satisfaction Index*

Atribut kepuasan konsumen dan kepentingan atribut terdiri dari 9 atribut, yaitu dapat dilihat pada table 4 berikut:

Tabel 4. Atribut Kepuasan dan Kepentingan Atribut.

No	Atribut
1	Banyaknya varians pilihan rasa buah
2	Desain Logo dan kemasan yang menarik
3	Pelepas dahaga/Kesegaran
4	Rasa buah
5	Aroma teh rasa buah
6	Harga lebih murah dibanding dengan produk lain yang sejenis
7	Kemasan praktis dan mudah dibawa
8	Banyaknya penayangan iklan di Media
9	Kemudahan untuk mendapatkan produk di pasar.

Berdasarkan tingkat kepuasan konsumen yang terlihat pada tabel 5. terhadap produk merek Fruit Tea, maka dilihat dari nilai *Customer Satisfaction Index (CSI)* menunjukan hasil 80%. Dilihat dari indeks kepuasan konsumen, maka dapat dikatakan seluruh atribut dimensi kualitas yang diuji masuk ke dalam kategori puas (60 % < CSI ≤ 80%).

Tabel 5. *CSI* merek Fruit Tea

Atribut	MIS	MSS	WF	WS
1	3,90	4,02	0,12	0,499
2	4,45	3,33	0,14	0,472
3	4,10	3,72	0,13	0,486
4	3,83	3,65	0,12	0,445
5	3,78	3,60	0,12	0,433
6	4,46	3,06	0,14	0,435
7	4,09	3,46	0,13	0,451
8	4,33	3,27	0,14	0,451
9	3,50	3,29	0,11	0,367
Jumlah	36,44	31,40		4,03
CSI = (4,039 : 5) x 100% = 80%				

Walaupun CSI menunjukkan nilai 80%., setiap waktu kepuasan konsumen dapat berubah, hal ini bisa terjadi tergantung dari tingkat kepentingan yang dibutuhkan oleh konsumen. Untuk itu manajemen PT. Sinar Sosro perlu memprioritaskan perbaikan beberapa atribut merek fruit tea, hal ini dikarenakan sebesar 20% menunjukkan ketidakpuasan para responden.

vi. Tingkat Kepentingan dan Kinerja Dimensi Kualitas Merek Fruit Tea

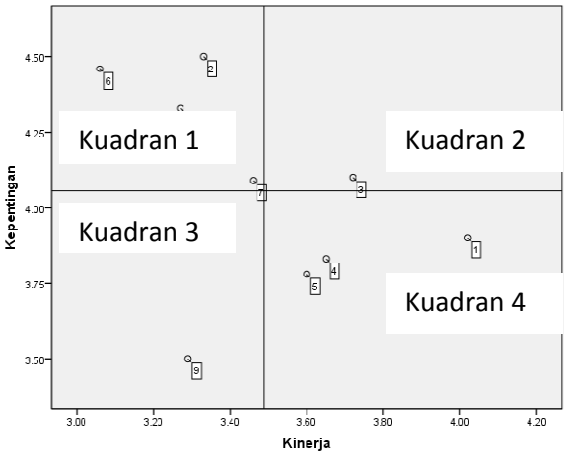
Adapun Penilaiaan konsumen terhadap tingkat kepentingan atribut-atribut dapat dilihat pada Tabel 6 Tabel ini menunjukan seberapa penting suatu atribut merek Fruit Tea yang dikonsumsi oleh responden.

Tabel 6. Tingkat Kepentingan dan Kinerja Pelayanan Atribut Merek Fruit Tea

Atribut	Kepentingan	Kategori Penilaian	Kinerja	Kategori Penilaian
1	3,90	P	4,02	B
2	4,45	SP	3,33	CB
3	4,10	P	3,72	B
4	3,83	P	3,65	B
5	3,78	P	3,60	B
6	4,46	SP	3,06	CB
7	4,09	P	3,46	B
8	4,33	SP	3,27	CB
9	3,50	P	3,29	CB
Rata–rata	4,04		3,48	

Dari 9 atribut merek fruit tea yang dinilai tingkat kepentingannya berdasarkan persepsi 193 responden,

diketahui bahwa 6 (enam) atribut merek Fruit Tea berada pada kriteria Penting, yaitu. Sedangkan 3 (tiga) atribut sisanya berada pada kriteria Sangat Penting untuk diperhatikan oleh PT. Sinar Sosro. Sehingga secara keseluruhan, rata–rata tingkat kepentingan atribut merek fruit tea dinilai penting oleh responden. Sementara itu, analisis kualitas produk merek Fruit Tea berada pada rentang nilai $2{,}6 < X \leq 3{,}4$, dimana rentang skala ini menunjukkan kinerja merek Fruit Tea cukup baik. Untuk mengetahui Posisi penempatan masing-masing atribut menurut persepsi konsumen, terlihat pada diagram kartesius. Tiap kuadran pada diagram kartesius *Importance Performance Analysis* (IPA) tersebut dibagi oleh garis tengah yang diperoleh dari nilai total rata–rata tingkat kepentingan, yaitu 4,04 dan nilai total rata-rata tingkat kinerja, yaitu 3,48.. Diagram kartesius dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Diagram Kartesius Penilaian Responden Terhadap Atribut

Pada gambar 4, menunjukkan bahwa terdapat 3 (tiga) atribut yang perlu mendapat perhatian serius dari pihak PT. Sinar Sosro, karena berada pada kuadaran I (satu) yang memuat atribut yang dinilai penting oleh responden namun pelaksanaan atau kinerja atribut masih rendah. Pada kuadran ini, tingkat kepuasan konsumen masih rendah sehingga perusahaan perlu meningkatkan kinerja merek fruit tea, adapun atribut – atribut tersebut yaitu: (1) Desain logo dan kemasan yang menarik, (2) Harga yang lebih murah dibanding dengan produk lain yang sejenis, (3) Kemasan praktis dan mudah dibawa, dan (4) Banyaknya penayangan iklan di media.

vii. Analisis Loyalitas Konsumen merek Fruit Tea dan merek Fres Tea

1. Analisis *Switcher Buyer*.

Berdasarkan tabel 11 menunjukkan rata-rata responden merek Fruit Tea cukup sering untuk berganti merek, ini ditunjukkan oleh nilai rata-rata sebesar 3,36. Berdasarkan rentang skala, hal ini kurang bagus bagi merek Fruit Tea. Sedangkan Rata-rata responden merek Fres Tea yang membeli dikarenakan kebiasaan ditunjukkan oleh nilai rata-rata sebesar 3,38.

2. Analisis Satisfied *Buyer*.

Berdasarkan tabel 11, Golongan pembeli yang merasa puas terhadap merek Fruit Tea ditunjukkan oleh nilai rata-ratanya sebesar 3,36, yang menyatakan sikap yang “biasa saja” atas produk yang mereka konsumsi. Sedangkan rata-rata responden yang sudah merasa puas atas produk Fres Tea ditunjukkan oleh nilai rata-rata sebesar 3,62

3. Analisis *Liking the brand.*

Rata-rata konsumen merek Fruit Tea yang menyatakan setuju menyukai produk merek Fruit Tea ditunjukkan oleh nilai rata-rata sebesar 3,25. atau dapat dikategorikan biasa saja. Sedangkan untuk responden yang menyukasi produk mer Fres Tea sebesar 54% atau 106 responden. Hal ini menunjukkan bahwasanya responden yang menyukai produk mer Fres Tea lebih banyak dibandingkan yang menyukai produk merek Fruit Tea.

4. Analisis *Committed Buyer*.

Secara umum sikap responden merek Fruit Tea cenderung biasa saja atau agak jarang dalam melakukan kegiatan promosi, ini ditunjukkan oleh nilai rata-rata sebesar 3,03. Hal ini menunjukkan bahwa kemauan responden untuk mempromosikan produk merek Fruit Tea yang dikonsumsinya ke orang lain masih sangat rendah. Sedangkan Rata-rata responden yang ditunjukkan oleh tindakan merekomendasikan dan mempromosikan merek Fres Tea kepada orang lain sebesar 3,13. Hal ini juga menunjukkan kemauan responden untuk mempromosikan produk merek Fres Tea ke orang lain sama rendah dengan produk merek Fruit Tea

Adapun penilaian responden terkait loyalitas dalam membeli produk merek fruit tea maupun merek fres Tea dapat dilihat secara keseluruhan pada tabel 7 berikut:

Tabel 7. Perbandingan Loyalitas merk

Komponen Brand Loyalty	Fruit Tea		Fres Tea	
	μ	BL	μ	BL
Switcher Buyer	3,36	62%	3,51	61%
Habitual Buyer	3,46	57%	3,38	59%
Satisfied Buyer	3,36	56%	3,62	64%
Liking the Brand	3,25	49%	3,37	54%
Committed Buyer	3,03	39%	3,13	44%

viii. Implikasi Terhadap *Marketing Mix* merek Fruit Tea

1. Strategi Harga

Dalam penelitian ini, meskipun asosiasi merek Frestea lebih tinggi dibanding merek frestea, namun harga jual merek fruit tea lebih mahal dari merek Frestea. Agar dapat bersaing, PT. Sinar Sosro perlu mengurangi harga produknya atau meningkatkan ekuitas merekmya. , Perusahaan PT. Sinar Sosro memiliki prinsip *cost profit,* yang dengan beraninya menetapkan harga merek fruit tea yang lebih tinggi dari produk merek frestea yang diproduksi oleh PT. Coca – cola Indonesia. Meskipun begitu, terkait dengan harga premium tersebut, disarankan kepada pihak PT. Sinar Sosro, untuk lebih mengkaji ulang penetapan harga tersebut melalui riset pasar dengan menggunakan pendekatan *"conjoint"*or *"trade-off"* analysis.

2. Strategi Produk

Perusahaan Sinar Sosro harus memperbaiki kinerja atribut pada produk yang mempunyai tingkat kepentingan yang tinggi bagi konsumen karena hal ini mempunyai pengaruh yang besar terhadap kepuasan konsumen. Prioritas utama atribut yang diperbaiki adalah atribut harga serta desain logo dan botol.

3. Strategi Promosi

Keberhasilan iklan Fruit Tea baru pada tahap konsumen hanya mengetahui keberadaan produk. Selain itu, selama ini iklan yang dibuat hanya bertujuan untuk menarik konsumen unuk minum tanpa memberikan nilai pendidikan pada iklannnya, promosi yang dilakukan Fruit Tea hanya untuk memperkuat tujuan Fruit Tea dalam mencapai *market share*. Strategi promosi yang dilakukan hendaknya merupakan strategi untuk meningkatkan jumlah segmentasi konsumen sekaligus meningkatkan konsumsi pelanggan yang telah loyal terhadap merek Fruit Tea dari segi produk maupun dapat merespon pembelian ulang produk.

4. Strategi Distribusi

Atribut kemudahan memperoleh produk menunjukkan bahwa keadaan saluran distribusi belum terlalu baik. Alternatif strategi yang dapat dilakukan terkait dengan hal ini adalah dengan menjalin hubungan yang baik dengan menyediakan prasarana penjualan seperti mesin pendingin dan menambah dan meningkatkan pelayanan distributor untuk melayani para responden terutama mahasiswa USU, sehingga terjadi hubungan yang saling menguntungkan antara pihak perusahaan dengan para pemilik Warnet maupun pemilik Rental komputer

4. KESIMPULAN.

Hasil perbandingan berpasangan *(Paired–Samplet T test)* masing – masing atribut Ekuitas Merek *(Brand Equity)* menunjukkan bahwasanya para responden lebih sering melihat produk merek Fres Tea ditayangkan melalui iklan diberbagai media, seperti media televisi maupun media elektronik lainnya yang berdampak terhadap lebih sadarnya *(aware)* responden akan kehadiran produk merek Fres Tea dibanding produk merek Fruit Tea, sehingga responden dengan mudah mengingat bahwa produk merek Fres Tea adalah merek yang pertama kali muncul dalam benak mereka ketika hendak membeli minuman teh rasa buah dalam kemasan. Selain itu juga, desain logo dan kemasan yang menarik, membuat nilai tambah bagi merek Fres Tea, karena responden lebih cepat mengingat dan mengenali produk merek Fres Tea hanya dengan melihat bentuk botol ataupun kemasannya. Selain itu juga, Hasil dari analisis tingkat Loyalitas Responden *(Brand Loyalty)* produk merek Fruit Tea menunjukkan masih dibawah produk merek Frestea. Hal ini diketahui dari analisis *Switcher Buyer, Habitual buyer, Satisfied Buyer, Liking The Brand* dan *Committed Buyer,* yang menunjukkan bahwasanya kemauan responden untuk mempromosikan produk merek Fruit Tea yang dikonsumsinya ke orang lain masih sangat rendah, yaitu hanya 77 responden atau 39% yang benar-benar menjadi pembeli merek Fruit Tea yang berkomitmen. Hal ini juga terlihat dari seringnya responden mengalihkan pembeliannya atau berpindah ke merek lain apabila ada merek lain sejenis yang menawarkan harga yang lebih murah atau disebabkan faktor lain. Untuk itu, PT. Sinar Sosro perlu memperbaiki beberapa kinerjanya karena sebesar 20% menunjukkan ketidakpuasan para responden sebagaimana merujuk pada hasil analisis *Importance Performance Analysis.*

5. DAFTAR PUSTAKA

Aaker, D.A. (1996), *Measuring Brand Equity Across Products And Markets*", California Management Review, Vol. 38 No. 3.

Atilgan, E., Aksoy, S. and Akinci, S. (2005), *Determinants of the brand equity. Averification approach in the beverage industry in Turkey*, Marketing Intelligence and Planning,Vol. 23 No. 3.

Behnaz Pouromid., Soleyman Iranzadeh., (2012).*The Evaluation of the Factors Affects on the Brand Equity of Pars Khazar Household Appliances Based on the Vision of Female Consumers*. Middle-East Journal of Scientific Research 12 (8): 1050-1055.

Durianto D, et al, (2001). *Strategi Menaklukkan Pasar Melalui Riset Ekuitasdan Perilaku*

Konsumen. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta

Erfan Severi., Kwek Choon Ling., (2013).*The Mediating Effects of Brand Association, Brand Loyalty, BrandImage and Perceived Quality on Brand Equity*.Asian Social Science; Vol. 9, No. 3.

Kevin Lane Keller (1993), *Conceptualing, Measuring, Managing Customer Based Brand Equity*. Published by: American Marketing Association Journal of Marketing, Vol. 57, No. 1

Michael E. Porter., (2008),*The Five Competitive that Forces Strategy.* Harvard Bussiness Review. Harvard Publishing.

Mishra. Pallabi, Datta. Biplab, (2011), *Perpetual Asset Management of Customer-Based Brand Equity-The PAM Evaluator*, India, Journal of Social Sciences 3 (1).

Srinivasan, V., Chan Su Park and Dae Ryun Chang (2005). *An Approach to the Measurement, Analysis, and Prediction of Brand Equity and Its Sources*. Management Science.

Sinulingga, S., (2015). *Metodologi Penelitian*, Edisi 3. USU Press.

Tjiptono, Fandy (2008). *Strategi Pemasaran.Yogyakarta*: Andi Ofset.

Yoo, B., Donthu, N. and Lee, S. (2000). *An Examination of Selected Marketing Mix Elements and Brand Equity*. Journal of the Academy of Marketing Science. Vol. 28 No. 2.

Jurnal Sistem Teknik Industri, Vol 18. No. 1, Januari 2016
ISSN 1411 – 5247

DESAIN EKSPERIMEN EKSTRAKSI DNA BAWANG PUTIH

Elisabeth Ginting[1], Khalida Syahputri[1]
Departemen Teknik Industri[1]
Universitas Sumatera Utara (USU)
Jl. Almamater, Kampus USU Medan 20155 Indonesia
Email:ir.elisabethginting@gmail.com
Email: syahputrikhalida@gmail.com

Abstrak. Desain eksperimen adalah suatu rancangan percobaan yang dilakukan untuk mendapatkan informasi yang berhubungan dengan atau diperlukan untuk persoalan yang sedang diteliti dapat dikumpulkan. Percobaan yang dibuat adalah percobaan ekstraksi DNA bawang putih. Tujuan dari percobaan ini adalah untuk mengetahui berapa banyak takaran garam, sabun, dan kadar alkohol yang efektif agar menghasilkan volume DNA bawang putih yang sebanyak mungkin untuk keperluan medis lanjutan, seperti klonning, untuk menangani kelainan-kelainan genetik dan penemuan obat-obat baru, pada bidang pertanian, peternakan, kehutanan untuk meningkatkan produk-produk baik tanaman maupun hewan unggul maupun di bidang lingkungan dalam hal mengatasi polutan serta perannya dalam kemajuan produksi pangan. Data diperoleh dari percobaan yang dilakukan dengan melihat berapa banyak volume DNA bawang putih yang keluar. DNA bawang putih yang diamati berupa benang-benang putih dan halus yang mengapung ke permukaan cairan. Volume yang didapat merupakan data primer yang akan digunakan untuk pengolahan data keterkaitan antara taraf faktor jumlah garam, jumlah sabun, dan kadar alkohol terhadap volume DNA bawang putih yang dihasilkan. Hasil pengujian kenormalan data dengan uji *Anderson Darling* maka diperoleh bahwa nilai *p-value*=0,2540 sedangkan α = 0,05 sehingga data yang didapat berdistribusi normal. Dalam pengujian homogenitas varians terhadap jumlah sabun, jumlah garam dan kadar alkohol dapat digunakan uji *Bartlet*. Pengujian homogenitas varians melalui uji *Bartlett*, diperoleh bahwa varians untuk interaksi faktor jumlah sabun, jumlah garam, dan kadar alkohol adalah sama. Hasil perhitungan ANAVA menunjukkan untuk setiap perlakuan didapatkan H_o diterima yang artinya setiap taraf faktor tidak memberikan efek signifikan terhadap perubahan volume DNA bawang putih. Persamaan regresi yang digunakan adalah regresi linear berganda, sehingga diperoleh persamaan regresi $Y = 9{,}367 + (-0{,}079)X_1 + 0{,}975\ X_2 + 0{,}625\ X_3$. Dari perhitungan persamaan regresi didapat untuk hubungan jumlah sabun(X_1), jumlah garam(X_2), dan kadar alkohol (X_3). Koefisien korelasi antara jumlah sabun (X_1) dengan perubahan volume DNA bawang putih (Y) sebesar -0,8679 yang artinya bahwa untuk faktor jumlah sabun memiliki hubungan terbalik terhadap perubahan volume DNA bawang putih. Sebaliknya, koefisien korelasi jumlah garam (X_2) dan kadar alkohol (X_3) dengan perubahan volume DNA bawang putih (Y) didapatkan sebesar 0,411 dan 0,2635 yang artinya bahwa untuk faktor jumlah garam memiliki hubungan searah dengan perubahan volume DNA bawang putih.

Kata Kunci : Desain Eksperimen, Ekstraksi DNA Bawang Putih, Uji Kenormalan Data, Uji Homogenitas Varians, ANAVA, Regresi, Korelasi, Uji Hipotesis

1. Pendahuluan

Desain eksperimen adalah suatu rancangan percobaan (dengan tiap langkah tindakan yang betul-betul terdefinisikan) sedemikian sehingga informasi yang berhubungan dengan atau diperlukan untuk persoalan yang sedang diteliti dapat dikumpulkan. Dengan kata lain, desain sebuah eksperimen merupakan langkah-langkah lengkap yang perlu diambil jauh sebelum eksperimen dilakukan agar supaya data yang semestinya diperlukan dapat diperoleh sehingga akan membawa kepada analisis obyektif dan kesimpulan yang berlaku untuk persoalan yang sedang dibahas.

Percobaan yang dibuat adalah percobaan ekstraksi DNA bawang putih. Tujuan dari percobaan ini adalah untuk mengetahui berapa banyak takaran garam, sabun, dan kadar alkohol yang efektif agar menghasilkan volume DNA bawang putih yang sebanyak mungkin untuk keperluan medis lanjutan, seperti klonning, untuk menangani kelainan-kelainan genetik dan penemuan obat-obat baru, pada bidang pertanian, peternakan, kehutanan untuk meningkatkan produk-produk baik tanaman maupun hewan unggul maupun di bidang lingkungan dalam hal mengatasi polutan serta perannya dalam kemajuan produksi pangan

Biologi Sel dan Molekuler merupakan bidang ilmu yang terus menerus berkembang. Ilmu ini bermanfaat hampir di semua bidang. Baik dalam bidang medis untuk menangani kelainan-kelainan genetik dan penemuan obat-obat baru, pada bidang pertanian, peternakan, kehutanan untuk meningkatkan produk-produk baik tanaman maupun hewan unggul maupun di bidang lingkungan dalam hal mengatasi

polutan serta perannya dalam kemajuan produksi pangan.

Isolasi DNA merupakan teknik yang penting dalam pengembangan ilmu ini. Derajat kemurnian dan kualitas dalam isolasi DNA sangat mempengaruhi hasil yang akan diperoleh. Secara umum, prosedur ekstraksi yang baik untuk isolasi DNA mencakup tiga hal penting, yaitu harus bisa dihasilkan DNA dengan kemurnian yang tinggi, DNAnya harus utuh, dan jumlahnya mencukupi (konsentrasi tinggi).

Isolasi DNA juga merupakan langkah pertama dalam studi sekuen DNA dari populasi DNA kompleks dan dalam analisis struktur genom dan ekspresi gen. Kuantitas, kualitas dan integritas DNA akan mempengaruhi hasil yang diperoleh secara langsung.

Dengan meningkatnya kebutuhan teknik DNA rekombinan dalam penelitian tumbuhan, metode yang digunakan dalam isolasi DNA menjadi perhatian utama. Metode yang biasa digunakan saat ini merupakan metode yang membutuhkan biaya dan peralatan yang sangat mahal, sehingga di tingkat perguruan tinggi lebih banyak diberikan sebatas teori saja, mahasiswa tidak diberikan pengalaman secara langsung melalui praktikum, hal ini menyebabkan penelitian di bidang ini belum banyak berkembang.

Dengan adanya teknik isolasi DNA yang lebih murah, mudah dan cepat, seorang dosen diharapkan dapat memberikan bekal ketrampilan kepada mahasiswa mengenai suatu teknik dasar yang dapat digunakan untuk mengembangkan sumber daya hayati negara kita yang sangat kaya, agar mahasiswa tersebut dapat mulai berpikir obyektif dan benar dalam mengembangkan teknologi, sehingga penelitian di bidang ini dapat berkembang.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah faktor kadar alkohol, jumlah detergen, dan jumlah garam berpengaruh terhadap volume DNA bawang putih yang keluar. Dengan melakukan desain eksperimen faktorial, dapat dianalisa efek dari taraf setiap faktor dan efek interaksi dari taraf faktor yang satu dengan yang lainnya.

Data yang diperoleh adalah hasil pengukuran yang didapat dari percobaan tentang perbedaan volume DNA bawang putih yang keluar setelah bawang dicampur dengan alkohol, garam, dan sabun. Selanjutnya diolah dengan uji kenormalan data yaitu uji kenormalan secara manual dan uji kenormalan dengan Minitab, lalu uji homogenitas varians yaitu uji homogenitas varians untuk setiap faktor dan untuk interaksi faktor, perhitungan ANAVA secara manual dengan metode Yates (2^3) dan dengan menggunakan *software* SPSS, uji rata-rata sesudah ANAVA yaitu uji sesudah ANAVA untuk interaksi semua faktor dengan menggunakan uji Tukey HSD, dilakukan juga perhitungan persamaan & kelinearan regresi secara manual ataupun dengan *software* SPSS, selain itu juga dilakukan penghitungan koefisien korelasi baik dengan cara manual maupun dengan menggunakan *software* SPSS dan koefiensi determinansinya. Terakhir dilakukan pengujian hipotesis korelasi.

2.1. Metode Percobaan

Rancangan faktorial yang digunakan adalah rancangan faktorial 2x2x2 atau rancangan faktorial 2^3. Adapun faktor-faktor yang digunakan dalam menentukan volume DNA bawang putih adalah faktor-faktor yang dianggap berpengaruh terhadap proses ekstraksi DNA bawang putih. Faktor-faktornya adalah alcohol (70% dan 96%), garam (1 sdm dan 2 sdm) dan sabun (1 sdm dan 2 sdm).

Langkah kerja pada percobaan ini, yaitu:

1. Disiapkan semua alat dan bahan.
2. Ditimbang bawang putih sebanyak 25 gram dan dicincang halus
3. Dicampur bawang putih dengan air, garam, dan sabun kedalam gelas kemudian aduk hingga rata.
4. Dipanaskan gelas yang berisi campuran bawang putih ke dalam panci berisi air sesuai waktu yang ditetapkan.
5. Diletakkan gelas ke dalam air es sesuai waktu yang ditetapkan.
6. Disaring air campuran bawang putih ke dalam gelas ukur.
7. Dituangkan alkohol dingin sebanyak 60 ml
8. Dihitung volume DNA bawang putih yang tampak.

3. Hasil dan Pembahasan

Berikut ini tampilan dari hasil pengukuran volume DNA bawang putih.

Tabel 3.1. Hasil Pengukuran Volume DNA Bawang Putih(ml)

Faktor		Jumlah Sabun			
		1 sdm		2 sdm	
		Jumlah Garam			
		1 sdm	2 sdm	1 sdm	2 sdm
Kadar Alkohol	70%	5,5	6	6,5	7,0
		5,3	5,9	6,4	7,1
		5,6	6	6,4	7,0
	96%	3,5	4,1	4,3	5,0
		3,4	3,9	4,0	5,0
		3,3	4,0	4,4	5,1

3.1. Uji Kenormalan Data

Uji kenormalan data yang diperoleh dilakukan dengan menggunakan *Anderson Darling Test.* Tahapan pengujian kenormalan data menggunakan *Anderson Darling Test* adalah sebagai berikut:

1. Data pengamatan diurutkan mulai dari pengamatan dengan nilai terkecil sampai nilai terbesar.

2. Dihitung nilai Z dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$(Z) = \frac{X - \bar{X}}{\sigma} = \frac{3{,}3 - 5{,}1958}{1{,}2114} = -1{,}5651$$

3. Tentukan nilai dari AD:

$$AD = -N - \frac{2i-1}{N}\left(\ln\left(F\left(Z_i\right)\right) + \ln\left(1 - F\left(Z_{N+1-i}\right)\right)\right)$$

4. Hitung nilai AD*:

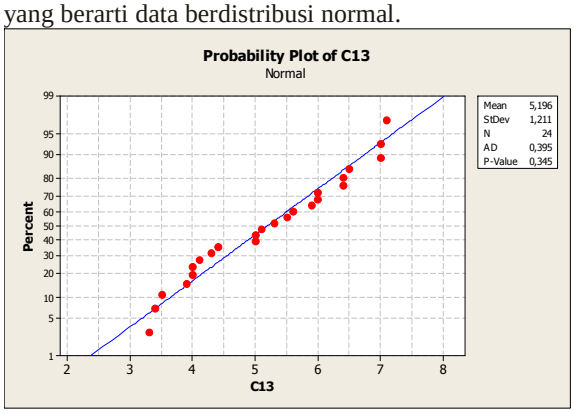
$$AD^* = 0{,}3952\left(1 + \frac{0{,}75}{24} + \frac{2{,}25}{24^2}\right) = 0{,}4091$$

5. Hitung nilai dari *p-value*

$$p\text{-value} = \exp(0{,}9177 - 4{,}279(AD^*) - 1{,}38(AD^*)^2 = 0{,}3540$$

6. Kriteria pengambilan keputusannya adalah:
   Ho : Data tersebut tidak berdistribusi Normal
   H1 : Data tersebut berdistribusi Normal
   Jika *p-value*> α, maka Ho ditolak
   Jika *p-value* ≤ α, maka Ho diterima

Bandingkan antara nilai *p-value* dengan α,*p-value* > α (0,3540> 0,05). Kesimpulannya, Ho ditolak yang berarti data berdistribusi normal.



Gambar 3.1. Grafik Kenormalan dengan *Minitab*

3.2. Uji Homogenitas Varians

Uji homogenitas ini dilakukan dengan menggunakan uji *Bartlett*. Uji ini digunakan untuk membuktikan kesamaan variansi untuk beberapa taraf faktor untuk suatu faktor.

Uji *Bartlett* dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menentukan hipotesis.
   Ho : $S_1^2 = S_2^2 = S_3^2 = S_n^2$
   Hi : Tidak semua variansi sama
2. Menentukan nilai α
3. Menentukan Daerah Kritis
   Daerah Kritis : $b_{hitung} > b_k\,(0{,}05 ; n)$
4. Perhitungan :

$$S_p^2 = \frac{\sum_{i=1}^{i}\left(n_i - 1\right)S_i^2}{N - k}$$

$$b = \frac{\left[\left(S_1^2\right)^{n_1-1}\left(S_2\right)^{n_2-1}\ldots\left(S_i^2\right)^{n_i-1}\right]^{\frac{1}{N-k}}}{S_p^2}$$

5. Kesimpulan: Ho diterima jika $b_{hitung} > b_k\,(0.05 ; n)$

Hasil uji *Bartlett*, yaitu;

1. Uji *Bartlett* untuk Faktor Alkohol
   $b_{hitung} > b_2\,(0.05 ; 12)$. 0,9998>0,8332
   maka Ho diterima. Variansi kedua taraf faktor alkohol sama
2. Uji *Bartlett* untuk Faktor Jumlah Sabun
   $b_{hitung} > b_2\,(0,05 ; 12)$(0,9883>0,8332)
   maka Ho diterima. Variansi kedua taraf faktor jumlah sabun sama
3. Uji *Bartlett* untuk Faktor Jumlah Garam
   $b_{hitung} > b_2\,(0,05 ; 12)$ (0,9994>0,8332)
   maka Ho diterima. Semua variansi kedua taraf faktor jumlah garam sama
4. Uji *Bartlett* untuk Interaksi Faktor
   $b_{hitung} > b_3\,(0,05 ; 3)$, (3,1966>0.520)
   maka Ho diterima. Semua variansi untuk interaksi ketiga taraf faktor adalah sama.

3.3. Perhitungan ANAVA

Jenis eksperimen pada percobaan mengukur volume DNA bawang putih yaitu faktor jumlah sabun, jumlah garam dan alkohol yang masing-masing terdiri dari 2 taraf. Eksperimen dilakukan dengan menggunakan model acak axbxc.

Perhitungan ANAVA dengan model acak dilakukan untuk melihat apakah perlakuan-perlakuan yang diberikan pada perbandingan yang berpengaruh secara signifikan terhadap hasil yang didapat.

Syarat:

H_o :Faktor yang diberikan tidak mempengaruhi volume DNA bawang putih secara signifikan.

H_1 : Faktor yang diberikan mempengaruhi volume DNA bawang putih secara signifikan.

Jika F hitung <F tabel, maka $H_o$diterima.

Jika F hitung> F tabel, maka $H_o$ditolak.

Tabel 3.2. Tabel ANAVA untuk Eksperimen Faktorial 2^3 Model Acak

Sumber Variasi		Dk	JK	KT	F hitung	F tabel	Keterangan
Rata-rata		1	647,9204	647,9204	-	-	-
PERLAKUAN	**A**	1	5,7037	5,7037	-	-	Tidak ada uji eksak yang dapat digunakan
	B	1	2,3437	2,3437	-	-	
	C	1	25,4204	25,4204	-	-	
	AB	1	0,0338	0,0338	9,0000	161	H0 diterima
	AC	1	0,0104	0,0104	2,7778	161	H0 diterima
	BC	1	0,0338	0,0338	9,0000	161	H0 diterima
	ABC	1	0,0037	0,0037	0,3000	161	H0 diterima
Kekeliruan		16	0,2000	0,0125		-	-
Jumlah		24	681,6700	681,6700	-	-	-

Keterangan:
A = faktor jumlah sabun
B = faktor jumlah garam
C = faktor alkohol
AB = interaksi faktor jumlah sabun dan jumlah garam
AC = interaksi faktor jumlah sabun dan alkohol
BC = interaksi faktor jumlah garam dan alkohol
ABC = interaksi faktor jumlah sabun, jumlah garam dan alkohol

3.4. Uji Persamaan Regresi

Dari data yang diperoleh dapat dibuat suatu persamaan regresi. Adapun persamaan yang akan digunakan dalam perhitungan persamaan regresi adalah sebagai berikut.

1. $\Sigma Y = an + b\Sigma x_1 + c\Sigma x_2 + d\Sigma x_3$
   124,7 = 24a + 1992b + 36c + 36d
2. $\Sigma Yx_1 = a\Sigma x_1 + b\Sigma x_1^2 + c\Sigma x_1x_2 + d\Sigma x_1x_3$
   10029 = 1992a + 169392b + 2988c + 2988d
3. $\Sigma Yx_2 = a\Sigma x_2 + b\Sigma x_2x_1 + c\Sigma x_2^2 + d\Sigma x_2x_3$
   192,9 = 36a + 2988b + 60c + 54d
4. $\Sigma Yx_3 = a\Sigma x_3 + b\Sigma x_3x_1 + c\Sigma x_3x_2 + d\Sigma x_3^2$
   190,8 = 36a + 2988b + 54c + 60d

Dari persamaan regresi di atas maka dapat dinyatakan dalam bentuk matriks sebagai berikut.

$$\left(\begin{array}{cccc|c} 24 & 1992 & 36 & 36 & 124{,}7 \\ 1992 & 169392 & 2988 & 2988 & 10029 \\ 36 & 2988 & 60 & 54 & 192{,}9 \\ 36 & 2988 & 54 & 60 & 190{,}8 \end{array}\right)$$

Untuk mendapatkan nilai-nilai a, b, c, dan d, maka dilakukan eliminasi matriks dengan metode *Gauss-Jordan*.

$$\left(\begin{array}{cccc|c} 1{,}0000 & 0{,}0000 & 0{,}0000 & 0{,}0000 & 9{,}367 \\ 0{,}0000 & 1{,}0000 & 0{,}0000 & 0{,}0000 & -0{,}079 \\ 0{,}0000 & 0{,}0000 & 1{,}0000 & 0{,}0000 & 0{,}975 \\ 0{,}0000 & 0{,}0000 & 0{,}0000 & 1{,}0000 & 0{,}625 \end{array}\right)$$

Dari perhitungan di atas akan diperoleh:
a = 9,367
b = -0,079
c = 0,975
d = 0,625

Dari nilai-nilai tersebut, diperoleh hasil perhitungan persamaan regresi untuk pengukuran volume DNA adalah sebagai berikut.

$Y = 9{,}367 + (-0{,}079)X_1 + 0{,}975X_2 + 0{,}625\ X_3$

Dari perhitungan persamaan regresi didapat untuk hubungan jumlah sabun(X_1), jumlah garam (X_2), dan kadar alkohol (X_3)

3.5. Pengujian Kelinearan Regresi

Uji kelinearan regresi dilakukan untuk mengetahui apakah garis regresi yang diperoleh linear atau tidak linear. Adapun langkah-langkah yang dilakukan pada pengujian kelinearan regresi adalah sebagai berikut.

1. Penentuan hipotesis
   H_0 : garis regresi tidak linear
   H_i : garis regresi linear
   Apabila F_{Hitung} berada di dalam wilayah kritik, maka Ho ditolak yang berarti Hi diterima sedangkan apabila F_{Hitung} berada di luar wilayah kritik, maka Ho diterima.
2. Penentuan wilayah kritik
   Dengan taraf nyata sebesar 0,05, diperoleh $F_{0,05(3,23)}$sebesar 3,028 dengan interpolasi yang menyebabkan wilayah kritik F >3,028.
3. Penentuan F_{Hitung}
   Penentuan F_{Hitung} dapat dilakukan dengan menggunakan perhitungan ANAVA.
   a. Jumlah Kuadrat Regresi (JKR)
   $$JKR = \sum\left(\hat{y} - \bar{y}\right)^2 = 33{,}3658$$
   b. Jumlah Kuadrat *Error* (JKE)
   $$JKE = \sum\left(Y - \hat{y}\right)^2 = 0{,}2866$$
   c. Jumlah Kuadrat Total (JKT)
   $$JKT = \sum\left(Y - \bar{y}\right)^2 = 33{,}7496$$

Nilai *Degree of freedom* (Df) regression adalah 3 disebabkan v = n – 1, dimana n adalah 4 koefisien pada persamaan regresi yaitu a, b, c, dan d. sedangkan untuk Df residual bernilai 23 karena selisih antara Df total dengan Df regression, dimana Df total = banyaknya percobaan dikurang satu.

Setelah diperoleh nilai-nilai di atas, selanjutnya ditentukan nilai F_{Hitung} yang dapat dilihat pada Tabel 5.20.

Tabel 5.20. Penentuan F_{Hitung}

Sumber Variasi	JK	Df	KT	F Hitung	F Tabel
Regression	33,3658	3,0000	11,1219	776,1406	3,0280
Residual	0,2866	20,0000	0,0143	-	-
Total	33,7496	23,0000	11,1363	-	-

3.6. Perhitungan Fungsi Koefisien Korelasi

$$r = \frac{n\sum_{i=1}^{n} XiYi - \left(\sum_{i=1}^{n} Xi\right)\left(\sum_{i=1}^{n} Yi\right)}{\sqrt{\left[n\sum_{i=1}^{n} Xi^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} Xi\right)^2\right]\left[n\sum_{i=1}^{n} Yi^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} Yi\right)^2\right]}}$$

Perhitungan korelasi dilakukan dengan menggunakan perhitungan korelasi tunggal untuk melihat hubungan antara faktor Jumlah Sabun,

Jumlah Garam dan Kadar Alkohol dengan perubahan Volume DNA bawang.

1. Perhitungan Koefisien Korelasi Jumlah Sabun Terhadap Perubahan Volume DNA
   r = - 0,8679.
   Hasil perhitungan korelasi ini menyatakan bahwa untuk faktor Jumlah Sabun memiliki hubungan terbalik terhadap perubahan volume DNA. Artinya jika nilai variabel Jumlah Sabun besar maka nilai variabel perubahan volume DNA menjadi rendah.
2. Perhitungan Koefisien Korelasi Jumlah Garam Terhadap Perubahan Volume DNA
   r = 0,411.
   Hasil perhitungan korelasi ini menyatakan bahwa untuk faktor Jumlah Garam memiliki hubungan searah terhadap Volume DNA. Artinya jika nilai variabel Jumlah Garam semakin besar maka nilai variabel perubahan Volume DNA semakin tinggi.
3. Perhitungan Koefisien Korelasi Kadar Alkohol Terhadap Perubahan Volume DNA
   r = 0,2635
   Hasil perhitungan korelasi ini menyatakan bahwa untuk faktor kadar alkohol memiliki hubungan searah. Artinya jika nilai variabel kadar alkoholbesar, maka nilai variabel perubahan Volume DNA semakin tinggi.

3.7. Perhitungan Korelasi Berganda

Korelasi berganda merupakan korelasi dari beberapa variabel bebas (X) secara serentak dengan variabel terikat (Y) dengan menggunakan persamaan berikut :

$$r_{y\,x_1,x_2,x_3}{}^2 = \sqrt{\frac{a_1\sum x_1 y + a_2\sum x_2 y + a_3\sum x_3 y}{\sum y^2}}$$

$$r_{y\,x_1,x_2,x_3} = 0{,}844$$

Pada perhitungan koefisien korelasi berganda diperoleh nilai r =0,844. Hasil perhitungan korelasi berganda ini menyatakan bahwa untuk faktor-faktor memiliki hubungan searah dengan korelasi sangat kuat terhadap perubahan Volume DNA karena nilai r >0.

3.8. Perhitungan Hipotesis Korelasi

Langkah-langkah pengujian hipotesis:

1. Penetapan hipotesis
   H_0 : Koefisien korelasi tidak signifikan
   H_1 : Koefisien korelasi signifikan
2. Penetapan wilayah kritik
   Wilayah kritik $t_{hitung} > t_{\alpha/2.}$ dan $-t_{hitung} < t_{\alpha/2}$
   Wilayah kritik $t_{hitung} > t_{0.025}$ dan $-t_{hitung} < t_{0.025}$
   Wilayah kritik t_{hitung} >2,069 dan $-t_{hitung}$ < -2,069
3. Menghitung nilai t_{hitung}

$$t = \frac{\sqrt{n-3}}{2}\ln\left(\frac{1+r}{1-r}\right)$$

Hasil pengujian hipotesis korelasi pada tiap taraf faktor adalah sebagai berikut:

1. Pengujian Hipotesis Korelasi Faktor Jumlah Sabun

$$t = \frac{\sqrt{24-3}}{2}\ln\left(\frac{1+(-0{,}8679)}{1-(-0{,}8679)}\right) = -6{,}0691$$

Wilayah kritik t_{hitung} <2,069 dan $-t_{hitung}$ > -2,069. H_0 ditolak yang artinya koefisien korelasi signifikan.

2. Pengujian Hipotesis Korelasi Faktor Jumlah Garam

$$t = \frac{\sqrt{24-3}}{2}\ln\left(\frac{1+(0{,}4111)}{1-(0{,}4111)}\right) = 2{,}0022$$

Wilayah kritik t_{hitung} >2,069 dan $-t_{hitung}$ > -2,069. H_0 diterima yang artinya koefisien korelasi tidak signifikan.

3. Pengujian Hipotesis Korelasi Faktor Kadar Alkohol

$$t = \frac{\sqrt{24-3}}{2}\ln\left(\frac{1+(0{,}2635)}{1-(0{,}2635)}\right) = -1{,}2638$$

Wilayah kritik t_{hitung} >2,069 dan $-t_{hitung}$ > -2,069. H_0 diterima yang artinya koefisien korelasi tidak signifikan.

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian pada pengukuran volume DNA bawang putih adalah:

1. Data yang dikumpulkan pada desain eksperimen berdasarkan faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan volume DNA bawang putih berdistribusi normal sesuai dengan hasil pengujian kenormalan data dengan uji *Anderson Darling*.
2. Dari hasil uji keseragaman data yang menggunakan uji *Bartlet* didapatkan bahwa semua data faktor jumlah sabun, jumlah garam, kadar alcohol dan interaksi antara ketiga faktor adalah seragam.
3. Dari data pengukuran volume DNA, diperoleh persamaan regresinya adalah
   $Y = 9{,}367 + (-0{,}079)X_1 + 0{,}975\ X_2 + 0{,}625\ X_3$, sehingga dapat diramalkan volume DNA bawang putih dengan taraf faktor tertentu.
4. Pada perhitungan koefisien korelasi diperoleh bahwa jumlah sabun memiliki hubungan yang terbalik dengan jumlah garam dan kadar alkohol yang memiliki hubungan searah dengan perubahan volume DNA bawang putih.
5. Dari hasil perhitungan ANAVA didapatkan bahwa faktor jumlah sabun, jumlah garam, kadar alcohol dan interaksi antara ketiga faktor tidak

terdapat efek faktor-faktor karena H_o untuk setiap perlakuan diterima.

DAFTAR PUSTAKA

Sudjana. 1994. *Desain dan Analisis Eksperimen*. Surabaya: ITS

Walpole, Ronald E. 1995. *Pengantar Statistik Edisi Ketiga*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama

Montgomery, Doughlas C. 1991. *Design and Analysis of Experiment. Third Edition.* New York:John Wiley & Sons,.

JURNAL SISTEM TEKNIK INDUSTRI

Jurnal Keilmuan dan Penggunaan Terhadap Sistem Teknik Industri
ISSN 1411 – 5247
Jl. Almamater Kampus USU P. bulan Medan 20155
Homepage : www.jurnalstiusu.edu E-mail: jsti.usu@gmail.com

Volume 18, No.1 Januari 2016

Penanggung Jawab	:	Ir. Khawarita Siregar, MT
Pimpinan Umum Redaksi	:	Ir. Rosnani Ginting, MT
Anggota Redaksi	:	Prof. Dr. Ir. Sukaria Sinulingga, M. Eng (USU) Prof. Dr. Ir. A. Rahim Matondang, MSIE (USU) Prof. Dr. Ir. Humala L. Napitupulu, DEA (USU) Prof. Dr. Ir. Harmein Nasution, MSIE (USU) Prof. Dr. Ir. Teuku Yuri Zagloel, M. Eng (UI Jakarta) Prof. Dr. Ir. Moses L. Singgih, M. Reg (ITS Surabaya) Amir Yazid Bin Ali, PhD (USM Malaysia) Dr. Ir. A. Jabbar M. Rambe, M. Eng (USU) Dr. Ir. Nazaruddin, MT (USU)
Sekretariat Redaksi	:	Aulia Ishak, ST, MT Ir. Anizar, MKes Tuti Sarma Sinaga, ST, MT
Pemasaran/Sirkulasi/Promosi	:	Ir. Ukurta Tarigan, MT Buchari, ST, MKes
Editing	:	Ir. Mangara M. Tambunan, M. Sc Ir. Dini Wahyuni, MT Indah Rizkya Tarigan, ST, MT
Alamat Penerbit/Redaksi	:	Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik USU, Gedung Unit II Lantai 2, Jl. Almamater Kampus USU Medan, 20155. Telp. (061) 8213649 Fax. (061) 8213250 Homepage : www.jurnalstiusu.edu e-mail: jsti.usu@gmail.com
Diterbitkan	:	Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik USU Medan
Harga Pelanggan	:	Rp. 300.000 per tahun (termasuk ongkos kirim). Biaya dikirim melalui Pos Wesel ke Departemen Teknik Industri Universitas Sumatera Utara.

Jurnal sistem teknik industri diterbitkan 2 (dua) kali setahun pada bulan Januari dan Juli. Redaksi menerima karangan ilmiah tentang hasil penelitian, survey, dan telaah pustaka yang erat hubungannya dengan bidang teknik industri. Penulis yang naskahnya dimuat akan dihubungi sebelum dicetak dan dikenakan biaya administrasi sebesar Rp. 300.000,- per artikel yang dapat dikirim melalui Pos Wesel ke Departemen Teknik Industri Universitas Sumatera Utara.

JURNAL SISTEM TEKNIK INDUSTRI

Jurnal Keilmuan dan Penggunaan Terhadap Sistem Teknik Industri
ISSN 1411 – 5247
Jl. Almamater Kampus USU P. bulan Medan 20155
Homepage : www.jurnalstiusu.edu E-mail: jsti.usu@gmail.com

Volume 18, No.1 Januari 2016

DAFTAR ISI **HALAMAN**

PERANCANGAN FASILITAS KERJA DI BAGIAN PRODUKSI PT. XYZ DENGAN MENGGUNAKAN *MACROERGONOMIC ANALYSIS AND DESIGN* (MEAD) 1-5
Mangara M. Tambunan, Dini Wahyuni, Joseph Kristanto

ANALISA PREFERENSI KONSUMEN TERHADAP KERUPUK AMPLANG PRODUKSI TOKO OBIC DI KABUPATEN KETAPANG 6-11
Muh Anhar, Adha Panca Wardana

ANALISIS KELUHAN RASA SAKIT YANG DIALAMI PEKERJA PADA UKM SEPATU KULIT DI KOTA DENGAN MENGGUNAKAN KUESIONER SNQ..... 12-16
Rosnani Ginting, Alfin Fauzi Malik

REKAYASA PRODUKTIVITAS DENGAN PENDEKATAN *GREEN ENGINEERING PADA* PT. ABC 17-22
Sukaria Sinulingga, A. Rahim Matondang, Yusnia Sinambela

PERENCANAAN DAN PENJADWALAN PRODUKSI *GREEN TEA* DENGAN PENDEKATAN *THEORY OF CONSTRAINT* PADA PT. XYZ 23-27
Humala Napitupulu, Meilita T. Sembiring, Nurul Asmah Hidayah

PERANCANGAN KONSEP *DISTRIBUTION RESOURCE PLANNING* (DRP) DALAM MENDUKUNG SISTEM *SUPPLY CHAIN MANAGEMENT* (SCM) PADA PT. XYZ 28-32
Sukaria Sinulingga, Nazaruddin Matondang, Donni Syahrial Hanafi Daulay

ANALISIS KEUNGGULAN DAN KELEMAHAN MERK FRUIT TEA..... 33-40
Sukaria Sinulingga, Humala Napitupulu, Ferdyanta Sitepu

DESAIN EKSPERIMEN EKSTRAKSI DNA BAWANG PUTIH..... 41-46
Elisabeth Ginting, Khalida Syahputri

Jurnal Sistem Teknik Industri, Vol 18. No. 1, Januari 2016
ISSN 1411 – 5247

PERANCANGAN FASILITAS KERJA DI BAGIAN PRODUKSI PT. XYZ DENGAN MENGGUNAKAN *MACROERGONOMIC ANALYSIS AND DESIGN* (MEAD)

Mangara M. Tambunan[1], Dini Wahyuni[1], Joseph Kristanto[2]
Dosen Departemen Teknik Industri[1], Alumni Departemen Teknik Industri[2]
Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara
Jl. Almamater Kampus USU, Medan 20155
Email : mangara_tambunan@yahoo.com
Email: diniwahyuni2015@gmail.com
Email : joshkristanto92@yahoo.com

Abstrak. Fasilitas kerja yang baik merupakan salah satu faktor terpenting dalam kemajuan perusahaan dan merupakan kunci utama keberhasilan dalam rangka mengurangi risiko cidera. Perbaikan fasilitas kerja yang bersifat makro meliputi perbaikan lingkungan kerja, organisasi kerja perusahaan, alat kerja dan postur kerja. Pada penelitian yang dilakukan di PT. XYZ yang bergerak dalam bidang produksi barang plastik seperti jeriken plastik dan celengan plastik. Permasalahan terlihat pada posisi duduk operator ketika menginspeksi produk-produk yang dihasilkan mesin *injection moulding*. Operator duduk dengan postur kerja yang dapat melelahkan operator. Menurut Grandjean, posisi duduk rendah dengan tanpa sandaran dapat memberikan pengaruh ke tulang belakang lebih besar daripada posisi berdiri tegak. Hal ini dapat memberikan pengaruh ke tulang lumbran 3 dan lumbran 4 yang dapat mengakibatkan terjadinya *kifosis* ataupun *lordosis* terhadap tulang belakang operator dalam jangka panjang. Hasil wawancara menyatakan 13 dari 15 operator mengeluh sakit punggung yang disebabkan kursi kerja. Dengan menggunakan metode Macroergonomic Analysis and Design (MEAD) terdapat 9 langkah yang akan dihubungkan dengan penelitian ini untuk menilai dan meningkatkan sistem kerja. Sehingga diperoleh usulan perbaikan fasilitas kerja yaitu kursi kerja memiliki spesifikasi berbentuk kursi kaki tetap, bahan rangka dari kayu, bahan sandaran dari kain, bahan alas dari kain, warna rangka coklat, warna sandaran biru, warna alas biru, daya tahan kursi minimal 3 tahun dan fungsi tambahan sebagai wadah peletakan produk. Dimensi kursi kerja mesin besar memiliki spesifikasi yang hampir sama dengan kursi mesin kecil dengan perbedaan pada tinggi kaki kursi yaitu 89,5 cm pada kursi mesin besar dan 40,3 cm untuk kursi mesin kecil. Meja kerja mesin besar memiliki spesifikasi yang hampir sama dengan meja kerja mesin kecil dengan perbedaan pada tinggi kaki meja yaitu 117,5 cm pada meja mesin besar dan 62,8 cm pada meja mesin kecil. Pada metode kerja usulan, operator mengangkat keranjang yang berisikan produk ke meja untuk diinspeksi. Hal tersebut dapat menghilangkan aktivitas membungkuk yang terjadi pada kondisi aktual karena wadah peletakan produk berada di lantai. Keluhan operator yang mengeluh pada bagian punggung, pinggang dan leher juga telah berkurang setelah terjadinya perbaikan fasilitas kerja.

1. Pendahuluan

Sistem kerja yang baik merupakan salah satu faktor terpenting dalam kemajuan perusahaan, dan merupakan kunci utama keberhasilan dalam rangkamengurangi risiko cidera. Pada mulanya rancangan sistem kerja berawal dari sebuah analisis dalam skala mikro. Seiring dengan perkembangan teknologi serta terjadinya persaingan global di segala aspek, penilaian ergonomi yang bersifat mikro sulit dijalankan bahkan banyak terjadi kegagalan dalam penyelesaian masalah pada lingkungan yang kompleks sehingga diperlukan pendekatan holistik (Purnomo, 2012). Perbaikan sistem kerja yang bersifat makro meliputi perbaikan lingkungan kerja, organisasi kerja perusahaan, alat kerja dan postur kerja.

Hendrick dan Kleiner (2001) berpendapat bahwa dalam ergonomi makro kajian yang dibahas meliputi struktur organisasi, interaksi antara orang-orang yang ada dalam organisasi dan aspek motivasi dari pekerja. Menurut Widodo et al. (2012), sebuah sistem kerja harus dapat menjamin keamanan, kesehatan dan keselamatan kerja, serta mampu memenuhi kebutuhan hidup mendasar. Sistem kerja tidak ergonomis akan menyebabkan penurunan produktivitas dan peningkatan kelelahan kerja. Kelelahan kerja dapat terjadi apabila otot menerima beban statis secara berulang dalam waktu yang lama, akan dapat menyebabkan keluhan berupa kerusakan pada sendi, ligamen dan tendon yang dikenal dengan *Musculoskeletal disorsders* (MSDs) atau cedera pada sistem musculoskeletal (Tumanggor, et al., 2013).

Permasalahan terlihat pada posisi duduk operator ketika menginspeksi produk-produk yang dihasilkan mesin *injection moulding*. Operator duduk dengan postur kerja yang dapat melelahkan operator. Menurut Grandjean, posisi duduk rendah dengan tanpa sandaran dapat memberikan pengaruh ke tulang belakang lebih besar daripada posisi berdiri tegak. Hal ini dapat memberikan pengaruh ke tulang lumbran 3 dan lumbran 4 yang dapat mengakibatkan terjadinya *kifosis* ataupun *lordosis* terhadap tulang belakang operator dalam jangka panjang

Dilakukan wawancara tentang fasilitas kursi kerja yang ada pada lantai produksi untuk melihat seberapa besar keluhan operator. Hasil wawancara menyatakan 13 dari 15 operator mengeluh sakit punggung yang disebabkan kursi kerja. Hasil wawancara menunjukkan ada permasalahan dari keluhan operator yaitu fasilitas kerja tidak memadai, pekerjaan statis terlalu lama, dan kedudukan mesin terlalu tinggi/rendah. Untuk menentukan besarnya pengaruh permasalahan terhadap masalah yang ada maka dilakukan wawancara dengan kepala bidang produksi dan 2 supervisor bidang produksi. Hasil penilaian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Penilaian Permasalahan Keluhan Operator

No	Akar Permasalahan	Responden 1	Responden 2	Responden 3	Rata-rata
1	Fasilitas kerja tidak memadai	60%	65%	60%	61,67 %
2	Pekerjaan statis terlalu lama	25%	25%	30%	26,67 %
3	Kedudukan mesin terlalu tinggi/ rendah	15%	10%	10%	11,66 %

Dari hasil penilaian tersebut, yang menjadi akar permasalahan utama dengan nilai lebih dari 50% adalah fasilitas kerja tidak memadai Pekerjaan statis yang terlalu lama juga menyebabkan sakit tulang belakang pada operator. Misi PT.XYZ adalah meningkatkan kesejahteraan dan kenyamanan kerja terhadap semua personel yang ada di PT.XYZ. Dengan menggabungkan misi di PT. XYZ dengan keluhan yang dialami operator maka diusulkan suatu peracangan fasilitas kerja dengan metode *Macroergonomic Analysis and Design* (MEAD) sedangkan untuk memperbaiki pekerjaan statis yang terlalu lama akan diusulkan metode kerja usulan terhadap operator.

2. Pembahasan

Penelitian ini dilakukan di PT. XYZ yang bergerak dalam bidang produksi barang plastik seperti jeriken plastik dan celengan plastik. Penelitian ini adalah suatu penelitian deskriptif analisis kerja dan aktivitas (*job and activity analysis*) yang ditujukan untuk menyelidiki secara terperinci aktivitas dan pekerjaan seseorang atau sekelompok orang agar mendapatkan rekomendasi untuk berbagai keperluan seperti mendapatkan keseimbangan beban kerja antar karyawan, penentuan standar pengupahan, standar prestasi kerja dan lain-lain. Objek penelitian yang diamati adalah operator proses inpeski PT. XYZ

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan instrumen SNQ dan kuisioner SNQ yang disebar untuk melihat keluhan bagian tubuh pada operator yang hasilnya akan mengarah ke perancangan produk kursi kerja dan meja kerja. Kuisioner yang disebarkan meliputi kuisioner semi terbuka dan tertutup untuk mengetahui variabel

perancangan produk terhadap konsumen sebanyak 15 orang.

2.1. Hasil Macroergonomic Analysis and Design

Terdapat 9 langkah metode MEAD yang akan dihubungkan dengan penelitian ini untuk menilai dan meningkatkan sistem kerja yaitu:

1. Langkah 1: Mendefinisikan subsistem organisasi
   Tahap ini bertujuan untuk menentukan uraian proses produksi,struktur organisasi dan visi misi dari PT. XYZ.
2. Langkah 2: Mendefinisikan tipe alat dan menetapkan tingkat kinerja yang diinginkan
   Penentuan fasilitas kerja pada PT. XYZ merujuk pada perancangan fasilitas yang berbasis kebutuhan dan dimensi tubuh penggunanya. Sesuai dengan misi PT. XYZ untuk meningkatkan kesejahteraan dan kenyamanan kerja terhadap operator yang bekerja maka ditentukan pencapaian yang menjadi sasaran. Tingkat Perfomansi yang ingin dicapai adalah:
   a. Menurunkan kelelahan kerja yang dirasakan oleh operator produksi di PT. XYZ.
   b. Meningkatkan kesejahteraan dan kenyamanan kerja operator produksi di PT. XYZ.
3. Langkah 3: Mendefinisikan proses kerja dan analisa kerja.
   Proses pembuatan produk plastik di PT. XYZ tediri dari 8 tahap yaitu pemilahan bahan baku, pencucian dan penyaringan, penjemuran, pencampuran warna, pencetakan, inspeksi, perakitan dan pengemasan. Proses kerja yang dianalisis adalah bagian inspeksi. Operator bekerja pada posisi tubuh membungkuk yang disebabkan oleh kursi kerja yang rendah dan tidak memiliki sandaran. Wadah peletakan produk juga sangat rendah sehingga operator harus membungkuk saat meletakkan produk yang telah diinspeksi. Pekerjaan dilakukan dalam jangka waktu yang lama, yaitu lebih dari 8 jam per hari.
   Berdasarkan identifikasi terhadap proses kerja tersebut, maka dilakukan analisa kerja dengan menggunakan SNQ. Dari hasil identifikasi keluhan *musculoskeletal* SNQmenunjukkan bahwa keluhan yang paling sering dirasakan pekerja terdapat pada anggota tubuh bagian punggung, pinggang dan leher. Posisi tubuh yang tidak alamiah dan cara kerja yang tidak ergonomis dalam waktu lama dan terus-menerus dapat menyebabkan berbagai gangguan kesehatan pada pekerja antara lain:
   a. Menurunnya motivasi dan kenyamanan kerja.
   b. Gangguan gerakan pada bagian tubuh tertentu (kesulitan menggerakan kaki, tangan atau leher/kepala)
   c. Dalam waktu lama bisa terjadi perubahan bentuk tubuh seperti tulang miring dan bengkok.
4. Langkah 4: Mendefinisikan variansi aktual dan harapan
   Berdasarkan informasi yang diperoleh dari manager produksi melalui wawancara dan melakukan penyebaran kuesioner SNQ pada pekerja di lantai produksi PT. XYZ. Didapatkan pekerja mengalami keluhan di bagian punggung, pinggang dan leher. Keluhan rasa sakit tersebut disebabkan karena fasilitas kursi kerja yang tidak ergonomis sehingga menyebabkan resiko kerja terhadap operator. Berdasarkan data tersebut maka perlu dilakukan desain kursi kerja yang ergonomis dengan menggunakan data dimensi tubuh pekerja agar dapat menurunkan keluhan kerja yang dialami oleh pekerja dan memberikan keselamatan dan kesehatan kerja serta dapat menyejahterakan pekerja di PT. XYZ.
5. Langkah 5: Membuat matriks variansi
   Hasil penilaian yang diperoleh dari kuesioner penilaian dihubungkan dengan karakteristik teknik untuk mendapatkan matriks variansi. Matriks variansi dapat dilihat pada Gambar 1.

KARAKTERISTIK TEKNIK	*Customer Importance*	Ketebalan Bahan	Ketepatan Pemotongan	Ketelitian Perakitan	Kualitas Bahan	Ketahanan Bahan	*Importance Weight*	*Relative Weight*
Kursi memiliki bentuk kaki tetap	5	9	3	3	1	3	95	20,43
Rangka kursi menggunakan bahan kayu	3	9	3	3	9	9	99	21,29
Sandaran kursi menggunakan bahan kain	3	3	3	3	3	3	45	9,68
Alas kursi menggunakan bahan kain	4	3	3	3	3	3	60	12,90
Warna rangka kursi adalah coklat	2	0	0	1	1	1	6	1,29
Warna sandaran kursi adalah biru	3	0	0	1	1	1	9	1,94
Warna alas kursi adalah biru	5	0	0	1	1	1	15	3,23
Daya tahan kursi minimal 3 tahun	3	3	3	3	9	9	81	17,42
Fungsi tambahan kursi adalah wadah peletakan produk	5	3	3	3	1	1	55	11,83

Gambar 1. Matriks Variansi Kursi Kerja

Atas dasar variansi di atas maka spesifikasi kursi kemudian diusulkan kepada pihak manajemen di PT. XYZ untuk dirancang suatu fasilitas kursi yang baru.

6. Langkah 6: Menganalisa peran personel
   Pada tahap keenam dalam MEAD bertujuan untuk mengidentifikasi bagaimana variansi yang didapat dari langkah sebelumnya dihubungkan

dengan peran personel yang bertanggung jawab pada unit kerja yang ada. Kendali varians dan analisis peran personel dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kendali Varians dan Analisis Peran Personel

No	Variansi	Modus Kuesioner	Pihak yang Mengawasi	Pendapat Personel
1	Bentuk Kursi	Kursi kaki tetap	Kepala Bidang Produksi	Kursi kaki tetap
2	Bahan Rangka kursi	Kayu	Kepala Bidang Produksi	Aluminium
3	Bahan Sandaran Kursi	Kain	Kepala Bidang Produksi	Kain
4	Bahan Alas Kursi	Kain	Kepala Bidang Produksi	Kain
5	Warna Rangka Kursi	Coklat	Kepala Bidang Produksi	Abu-abu
6	Warna Sandaran Kursi	Biru	Kepala Bidang Produksi	Biru
7	Warna Alas Kursi	Biru	Kepala Bidang Produksi	Biru
8	Daya Tahan Kursi	3 tahun	Kepala Bidang Produksi	5 tahun
9	Fungsi Tambahan	Wadah peletakkan produk	Kepala Bidang Produksi	Wadah peletakkan produk
10	Fasilitas Kerja Lain	Meja kerja	Kepala Bidang Produksi	Meja Kerja

7. Langkah 7: Mengalokasikan fungsi dan penggabungan desain
   Dari hasil diskusi dengan kepala bidang produksi di PT. XYZ maka dapat dibuat 2 alternatif produk yang berdasarkan modus kuesioner dan pendapat kepala bidang produksi. Alternatif ini nantinya akan diberikan kepada *stakeholder* PT. XYZ, yaitu pemilik PT. XYZ untuk ditentukan variansi apa yang menjadi pilihan untuk pendesainan produk kursi kerja.
   Langkah selanjutnya adalah melakukan pemilihan terhadap alternatif yang telah dibuat. Sebelum dilakukan pemilihan alternatif tersebut, terlebih dahulu dilakukan penentuan kriteria dari setiap rancangan alternatif.
8. Langkah 8: Menganalisis Persepsi dan Tanggung Jawab *Stakeholder*
   Dari hasil wawancara terhadap pemilik perusahaan PT. XYZ maka dipilih alternatif 1 menjadi spesifikasi fasilitas kerja untuk operator bagian inspeksi PT. XYZ.Alasan dipilihnya alternatif 1 karena biaya alternatif yang lebih murah daripada alternatif 2 sehingga memberikan dampak pengeluaran yang lebih kecil terhadap perusahaan.
9. Langkah 9: Desain ulang dukungan dan menggabungkan subsistem.
   Setelah diperoleh alternatif yang akan digunakan untuk perancangan produk, maka dapat dirancang fasilitas kerja.

2.2. Pembahasan Perancangan Fasilitas Kerja

Dengan menggabungkan spesifikasi rancangan kursi yang diperoleh dari metode *Macroergonomic Analysis and Design* (MEAD) serta hasil perhitungan dimensi antropometri terhadap operator maka dirancang suatu fasilitas kerja baru yang dapat dilihat pada Gambar 2. dan Gambar 3.

Gambar 2. Usulan Rancangan Fasilitas Mesin Kecil

Gambar 3. Usulan Rancangan Fasilitas Mesin Besar

2.3. Hasil Usulan Metode Kerja

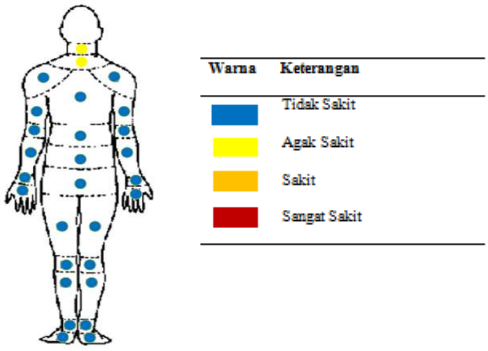
Usulan fasilitas kerja yang ada membuat terjadinya perubahan metode kerja. Perubahan metode kerja diusulkan untuk operator inspeksi mesin kecil dan untuk operator inspeksi mesin besar. Pada perbaikan metode kerja mesin besar operator tetap menggunakan metode yang ada tetapi dengan perbaikan tinggi fasilitas kerja untuk memudahkan pengambilan produk. Pada perbaikan metode kerja mesin kecil, operator sebelumnya langsung mengambil produk dari keranjang yang terletak di lantai dan langsung menginspeksinya dengan posisi kerja membungkuk. Metode kerja usulan mengganti pekerjaan operator yang mengambil langsung produk tersebut dengan mengangkat keranjang yang berisikan produk ke meja kerja yang ada.

2.4. Perbaikan Keluhan Pekerjaan

Perbaikan sudut duduk operator dapat dilihat dari perbedaan fasilitas kerja yang ada. Fasilitas kerja aktual membuat operator harus membungkuk dan sudut antara pinggang dan paha atas operator naik karena meja dan kursi kerja yang rendah. Setelah dilakukan perbaikan fasilitas kerja, maka operator bekerja dengan lebih nyaman dengan meja dan kursi kerja yang sesuai dengan dimensi tubuh operator sehingga operator tidak perlu lagi membungkuk ataupun duduk dengan sudut antara pinggang dan paha atas yang tinggi.

2.5. Perbaikan dari hasil SNQ

Perancangan usulan yang diimplementasikan ke operator PT. XYZ menghasilkan penurunan keluhan terhadap bagian tulang belakang operator. Hal ini dapat dilihat dari hasil identifikasi warna keluhan SNQ usulan. Hasil identifikasi warna keluhan SNQ usulan dapat dilihat pada Gambar 4 Dari hasil gambar keluhan SNQ diperoleh bahwa sudah terjadi perbaikan di bagian tulang belakang. Dari hasil SNQ, terjadi perbaikan keluhan pekerjaan terutama di bagian sakit yaitu pinggang, punggung, dan leher. Hasil rancangan usulan memberikan kenyamanan terhadap operator.



Gambar 4. Hasil Identifikasi Warna Keluhan SNQ Usulan

3. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dari hasil penelitian ini yaitu fasilitas kerja usulan yang berupa kursi kerja dan meja kerja untuk operator inspeksi di PT. XYZ. Kursi kerja usulan memiliki spesifikasi berbentuk kursi kaki tetap, bahan rangka dari kayu, bahan sandaran dari kain, bahan alas dari kain, warna rangka coklat, warna sandaran biru, warna alas biru, daya tahan kursi minimal 3 tahun dan fungsi tambahan sebagai wadah peletakan produk.

Dimensi kursi kerja mesin besar memiliki spesifikasi yang hampir sama dengan kursi mesin kecil dengan perbedaan pada tinggi kaki kursi yaitu 89,5 cm pada kursi mesin besar dan 40,3 cm untuk kursi mesin kecil. Meja kerja mesin besar memiliki spesifikasi yang hampir sama dengan meja kerja mesin kecil dengan perbedaan pada tinggi kaki meja yaitu 117,5 cm pada meja mesin besar dan 62,8 cm pada meja mesin kecil.

Pada metode kerja usulan, operator mengangkat keranjang yang berisikan produk ke meja untuk diinspeksi. Hal tersebut dapat menghilangkan aktivitas membungkuk yang terjadi pada kondisi aktual karena wadah peletakan produk berada di lantai. Keluhan operator yang mengeluh pada bagian punggung, pinggang dan leher juga telah berkurang setelah terjadinya perbaikan fasilitas kerja.

DAFTAR PUSTAKA

Amalia Suzianti, 2013. *Macroergonomic Approach for Improving the Municipal Waste Management System in Jakarta*

Ginting, Rosnani. 2009. *Perancangan Produk*. Edisi Pertama, Yogyakarta: Graha Ilmu.

Grandjean, Etienne. 1988. *Fitting the task to the Man*. Edisi Empat. London: Taylor and Francis

Hendrick, Hal W. 2002. *Macroergonomics Theory, Methods and Applications*. Lawrence Erlbaum Associates, New Jersey.

Kleiner, Brian M. 2005. Macroergonomics: *Analysis and Design of Worksystems*. Department of Industrial and Systems Engineering

Lou Cohen, 1995. *Quality Function Deployment:How to Make QFD Work for You*, Addison-Wesley Publishing Company, USA

Nely,*eprints.undip.ac.id/40974/3/BAB_III.doc*

ANALISA PREFERENSI KONSUMEN TERHADAP KERUPUK AMPLANG PRODUKSI TOKO OBIC DI KABUPATEN KETAPANG

Muh Anhar[1], Adha Panca Wardanu[2]
Perawatan Dan Perbaikan Mesin Politeknik Negeri Ketapang[1]
Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Ketapang[2]
Jl. Rangga sentap Dalong sukaharja Ketapang
Email : anhar_dol@yahoo.com
Email : ap_wardhanu@yahoo.co.id

Abstrak. *Tujuan penelitian ini adalah Menganalisis karakteristik konsumen dan proses keputusan pembelian amplang merek OBIC, Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi keputusan konsumen dalam pembelian amplang merek OBIC dan menganalisis sikap konsumen terhadap amplang merek OBIC. Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Metode pengambilan sampel yang digunakan adalah convenience sampling (pengambilan sampel secara kebetulan) yang termasuk ke dalam teknik pengambilan sampel non peluang. Karakteristik konsumen berdasarkan kelompok usia, jenis kelamin, jenis pekerjaan, pengeluaran per bulan, ketertarikan konsumen mengkonsumsi Amplang, asal informasi mengenai Amplang merek obic dan tempat konsumen biasa membeli Amplang merek obic dianalisis secara diskriptif. Penilaian sikap konsumen dianalisis dengan menggunakan Model Fishbein. Hasil Analisis diketahui bahwa karakteristik responden didominasi oleh perempuan. Usia terbanyak pada usia 21-30 tahun, tingkat pendidikan didomonasi oleh SLTA dan sebagian besar konsumen belum menikah. Pembelian Amplang OBIC oleh responden terjadi di tampat produksi. Setelah melakukan pembelian, konsumen mengevaluasi hasil pembelian dan hasilnya responden menyatakan puas terhadap Amplang OBIC. Reaksi konsumen apabila OBIC tidak tersedia di lokasi pembelian adalah membeli merek lain, dan apabila harga OBIC naik, maka konsumen akan memilih merek lain. Atribut yang dinilai positif adalah atribut higienis, rasa, aroma, harga dan kemasan. Atribut yang dinilai netral adalah atribut volume, warna dan kemudahan dalam memperoleh produk. Atribut produk yang netral, agar dinilai positif maka perlu terus meningkatkan pelaksanaan atau kinerja dari atribut tersebut. Secara keseluruhan atribut produk amplang OBIC dinilai positif oleh konsumen dengan nilai sikap sebesar 157,31. Hal ini menunjukkan bahwa atribut dari amplang OBIC diterima oleh konsumen.*

Keywords: *Amplang, Preferensi Konsumen, Perilaku Konsumen*

Abstract. *This study aimed at analyzing the characteristics of the consumers, what were their decisions and reasons of choosing amplang that was made by Obic store, and how the consumers' responds toward the Obic amplang.This study used primary and secondary data while the sampling method used was convenience sampling (sampling by chance). The characteristics of the consumers was on the basis of age, sex, occupation, education background, their budget per month, their interests in buying amplang, the source of information about Obic amplang they got, and the certain outlets where the consumers usually buys amplang were analyzed descriptively. Also, Fishbein model is used to assess the consumers' respond. The result of the analysis showed that the respondents were dominated by female. They are about 21-30 years old who are mostly the high school students and not married yet. Most of respondents usually bought the amplang in the place where it is produced. Moreover, the consumers were more interested in amplang produced Obic and they felt satisfied of it. However, the shortcoming was found when the Obic amplang was not available or sold, and its prices rised, most of consumers tended to buy the other brands of amplang. On the other hand, Obic amplang still had positive attribute, which are, hygienic, good taste and aroma, friendly price, and interesting packaging. Also, it had neutral attributed such as content, colour, and the availability of the product. It is suggested that the Obic amplang to improve the quality of its neutral attributes. Overall, the amplang from Obic is considered positive by consumers and it obtained 157,31 that is categorized 'acceptable' among the consumers.*

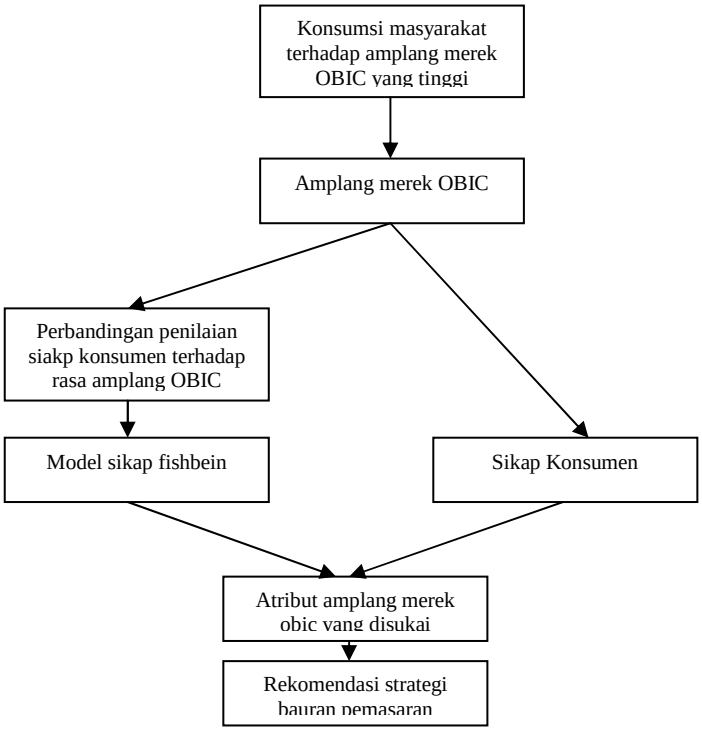
Key Words*: preference, amplang, consumers' responds.*

1. PENDAHULUAN

Kerupuk amplang merupakan jenis kerupuk ikan dengan bahan dasar daging, ikan tengiri, tepung tapioka, dan bahan tambahan seperti telur ayam, garam, gula, penyedap rasa, dan soda. Konsumsi Amplang cukup tinggi di Kota Ketapang, mengingat amplang merupakan makanan khas ketapang dan telah menjadi icon kota Ketapang.Salah satu produsen amplang yang ada di ketapang adalah OBIC, Amplang merek OBIC masih baru dipasaran perusahaan perlu mengetahui bagaimana perilaku konsumen terhadapAmplang untuk dapat menemukan strategi yang tepat untuk menghadapi persaingan. Pemahaman preferensi konsumen dapat dimanfaatkan dalamperumusan strategi pemasaran.Kotler (2000) menyatakan bahwa perusahaan harus membuat keputusan mendasar dalam pengetahuan pemasaran, bauran pemasaran dan alokasi pemasaran mentransformasikan strategi pemasaran menjadi program pemasaran. Persepsi setiap orang terhadap suatu objek akan berbeda-beda, oleh karena itu persepsi mempunyai sifat subjektif (Sutisna, 2001). Persepsi yang dibentuk oleh seseorang dipengaruhi oleh isi memorinya. Dengan demikian proses persepsi seseorang terhadap suatu objek dipengaruhi oleh pengalaman masa lalunya yang tersimpan dalam memori (Sutisna, 2001). Ciri khas atau karakteristik sosial dari objek yang dipersepsikan memegang peranan yang cukup besar (Sadli, 1985 dalam Sumarwan,2002). seseorang dapat muncul dengan persepsi yang berbeda terhadap objek rangsangan yang sama karena tiga proses yang berkenaan dengan persepsi, yaitu penerimaan rangsangan secara selektif, perubahan makna informasi secara selektif dan pengingatan sesuatu secara selektif. Konsumen merupakan fokus utama dari pemasaran. Konsumen sebagai individu atau kelompok yang berusaha untuk memenuhi atau mendapatkan barang atau jasa untuk kehidupan pribadi atau kelompoknya. Konsumen yang dipilih dalam penelitian ini adalah konsumen akhir (*final consumer*), yaitu setiap individu yang tujuan pembeliannya adalah untuk memenuhi kebutuhan sendiri atau untuk dikonsumsi langsung (Tambunan,2001). Sehingga pemahaman tentang konsumen lebih mengarah kepada proses pengambilan keputusan konsumen sendiri untuk memenuhi kebutuhan produk atau jasa.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian preferensi konsumen terhadap Kerupuk Amplang OBIC ini dilakukan di wilayah Kota Ketapang. Pemilihan lokasi dilakukan secara sengaja *(purposive*) dengan pertimbangan Amplang merupakan salah satu makanan khas kota ketapang yang sangat di gemari, selain itu juga pertimbangan lain adalah bahwa daerah tersebut merupakan tempat produksi amplang. Pengambilan responden amplang OBIC difokuskan hanya di kecamatan Benua kayong dan Delta pawan kota Ketapang. Jumlah responden yang digunakan sebesar70responden. Penelitian ini menggunakan metode*Judgement Sampling* dalam pengambilan responden.



Gambar 1. Kerangka Penelitian

Pengambilan responden ini dilakukan dengan merumuskan terlebih dahulu kriteria-kriteria yang akan digunakan sebagai acuan dalam penarikan responden. Kriteria tersebut adalah responden yang pernah mengkonsumsi amplang merek OBIC. Penetapan kriteria tersebutagar responden dapat memberikan pendapat, jawaban serta pernyataan yang bermanfaat bagi penelitian ini.Data yang telah dikumpulkan diolah secara kualitatif dan kuantitatif. Pengolahan data menggunakan Microsoft Excel untuk tabulasi deskriptif yang menjelaskan proses keputusan pembelian secara umum dan SPSS 17 untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi keputusan pembelian Ampang OBIC. Proses analisis data dalam penelitian ini menggunakan analisis deskriptif, dan multiatribut *Fishbein.*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Karakteristik Responden

a. Jenis Kelamin

Jumlah responden amplang OBIC lebih banyak dikonsumsi oleh responden yang berjenis kelamin perempuan. Jumlah responden perempuan sebanyak 40 orang atau 57 persen, sedangkan jumlah

responden laki-laki sebanyak 30 orang atau 43 persen. Responden yang mengkonsumsi amplang OBIC sebagian besar adalah perempuan, hal ini dikarenakan pihak perempuan merupakan pengambil keputusan utama dalam suatu keluarga.

b. Usia Responden

Responden yang banyak mengkonsumsi amplang OBIC adalah responden yang berada pada selang usia antara 21-30 tahun atau sebanyak 41 persen. Jumlah responden pada usia ≤20 tahun sebanyak 11 orang, kisaran usia 31-40 sebanyak 23 orang dan usia >40 sebanyak 7 orang. Dari data tersebut menunjukkan bahwa pada semua selang usia memiliki nilai persentase yang tidak jauh berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa amplang OBIC bisa dikonsumsi oleh semua jenis usia mulai dari remaja, dewasa hingga orang tua karena amplang tersebut merupakan makanan ringan yang umumunya dikonsumsi sebagai cemilan.

c. Pendidikan

Responden amplang OBIC didominasi oleh SLTA dan Diploma III masing-masing sebanyak 29 dan 30 persen. Pendidikan terakhir konsumen yang mengkonsumsi amplang OBIC terbanyak adalah Diploma dan SLTA, dimana kebanyakan responden tersebut sedang melanjutkan pendidikan kejenjang universitas yaitu sebagai mahasiswa. Kasali (2001) menjelaskan bahwa pendidikan yang berhasil diselesaikan konsumen bisa menentukan pendapatan dan kelas sosial seseorang. Selain itu, pendidikan juga menentukan tingkat intelektualitas seseorang. Pada gilirannya, tingkat pendidikan akan mempengaruhi pengambilan keputusan seseorang dalam pemilihan barang yang dikonsumsinya.

d. Pekerjaan

Jumlah responden dalam penelitian ini lebih banyak ditemukan pada mahasiswa yaitu sebanyak 36 persen. Persentase terkecil ditempati oleh wiraswasta yaitu sebesar 10 persen.

e. Status Pernikahan

Responden menurut status pernikahan adalah responden yang belum menikah sebesar 51 persen. Sedangkan jumlah responden yang sudah menikah adalah sebesar 49 persen. Berdasarkan wawancara kepada responden yang belum menikah, keputusan pembelian amplang OBIC umumnya dipengaruhi oleh diri sendiri. Sedangkan konsumen yang telah menikah keputusan pembelian dipengaruhi oleh anggota keluarga yang lain.

f. Tujuan Pembelian

Sebanyak 60 persen responden membeli amplang OBIC dengan tujuan untuk dijadikan oleh-oleh. Sebagian responden menyatakan bahwa amplang OBIC dapat dijadikan oleh-oleh khas kota Ketapang. Sebanyak 21 persen responden mengkonsumsi amplang OBIC sebagai makanan cemilan. Menurut responden amplang OBIC cocok sebagai cemilan setelah maupun bersamaan mengkonsumsi makanan. Sebanyak 6 persen responden membeli amplang OBIC untuk mendapatkan dijual kembali

g. Motivasi dan Penghalang Pembelian

Motivasi terbanyak responden dalam mengkonsumsi amplang OBIC adalah melihat orang lain membeli sebesar 74 persen. Responden memiliki motivasi tertentu dalam mengkonsumsi amplang OBIC, namun terdapat kendala yang menghalangi responden untuk memperoleh produk tersebut. Kendala utama yang dihadapi oleh responden adalah harga yang mahal (96%) karena amplang OBIC diproduksi dengan menggunakan bahan baku ikan yang ketersediaannya tidak banyak dan harganya mahal. Kendala yang lain dalam memperoleh produk amplang OBIC adalah produk sulit diperleh (4 %).

h. Sumber Informasi Responden

Responden yang telah mengenali kebutuhannya dalam mengkonsumsi amplang OBIC, maka tahap selanjutnya adalah pencarian informasi untuk memberikan informasi yang lengkap mengenai produk tersebut. sumber informasi responden terbanyak berasal dari keluarga atau teman sebesar 62 persen. Sumber informasi yang berasal dari keluarga atau teman nilainya cukup tinggi karena biasanya informasi yang diperoleh melalui mulut ke mulut (*word of mouth*). Promosi produk amplang OBIC yang dilakukan oleh pihak produsen belum intensif. Hal tersebut dikarenakan selama ini promosi yang dilakukan melalui brosur yang disebar hanya pada acara-acara tertentu seperti pameran. Promosi melalui surat kabar tidak pernah dilakukan, oleh karena itu informasi yang berasal dari koran tidak ada.

Berdasarkan sumber informasi yang diperoleh, fokus perhatian responden terhadap amplang OBIC adalah rasa sebesar 47,14 persen. Atribut berikutnya yang menjadi fokus responden adalah harga amplang OBIC sebesar 29 persen. Atribut merek menjadi fokus perhatian yang terendah yaitu 3 persen hal ini dikarenakan produk amplang masih jarang ditemukan sehingga belum banyak merek yang dikenal oleh masyarakat.

i. Pertimbangan Responden Dalam Membeli Amplang OBIC

Faktor-faktor yang menjadi pertimbangan bagi responden untuk melakukan pembelian amplang OBIC adalah rasa, aroma, isi/volume, harga, merek dan kemasan. 11 responden lebih mempertimbangkan atribut rasa yang dimiliki oleh produk. Prioritas selanjutnya diikuti oleh atribut harga, kemasan dan merek serta isi. Jika harga yang dimiliki produk

sesuai dengan yang diharapkan maka pertimbangan selanjutnya adalah isi/ volume, kemasan dan merek yang dimiliki produk. Bentuk kemasan amplang OBIC terdiri dari plastik dan aluminium foil. Responden lebih mempertimbangkan bentuk kemasan plastik sebesar 76 persen dan aluminium foil sebesar 24 persen. Pemilihan plastik yang dilakukan oleh responden dikarenakan harganya lebih murah dibandingkan dengan almunium foil. Responden yang memilih bentuk plastik karena warna dan bentuk amplang dapat dilihat langsung sehingga memudahkan pembeli untuk memilih.

j. Lokasi Pembelian

Hasil penelitian menunjukkan bahwa responden lebih banyak membeli di tempat produksi amplang OBIC sebesar 91 persen karena penjualan terbesar dilakukan ditempat produksinya, sedangkan di minimarket maupun toko yaitu 9 persen.

3.2. Tingkat Kepentingan

Tingkat kepentingan menunjukkan sejauh mana tingkat kepentingan suatu atribut menurut konsumen. Berdasarkan hasil penelitian memperlihatkan bahwa atribut higienis, rasa dan aroma merupakan atribut produk yang paling diperhitungkan oleh konsumen. Atribut higienis memiliki nilai 4,38, rasa memiliki nilai 4,25 dan atribut aroma memiliki nilai 4,06. Atribut higienis dinilai oleh responden sangat penting karena amplang Obic merupakan produk pangan yang dapat menjadi sumber penyakit apabila terkontaminasi oleh mikroorganisme patogen dan berakibat pada timbulnya masalah kesehatan. Untuk itu kebersihan produk (higienis) perlu diperhatikan sehingga memberikan rasa aman bagi konsumen yang mengkonsumsi amplang Obic. Atribut rasa dinilai sangat penting karena responden menginginkan rasa yang enak dan terasa khas ikan. Tingkat kepentingan atribut yang paling rendah adalah atribut kemudahan dalam memperoleh produk. Urutan tingkat kepentingan atribut dari skor tertinggi hingga terendah dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Kepentingan Responden Terhadap Atribut Amplang OBIC

Atribut	bi	Kategori tingkat Kepentingan	Urutan bi
Higienis	4,38	Sangat Penting	I
Rasa	4,25	Sanagt Penting	II
Aroma	4,06	Penting	III
Warna	4,00	Penting	IV
Kemasan	3,81	Penting	V
Harga	3,72	Penting	VI
Volume	3,68	Penting	VII
Mudah diperoleh	3,56	Penting	VIII

3.3. Tingkat Kepercayaan

Tingkat kepercayaan menunjukkan penilaian konsumen terhadap pelaksanaan atribut produk. Penilaian responden terhadap produk amplang Obic cukup baik karena tidak ada satu pun atribut produk Obic yang dinilai tidak baik. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 2 bahwa nilai kepercayaan (bi) terhadap produk Obic bernilai positif.

Tabel 2. Nilai Kepercayaan Responden Terhadap Atribut Amplang OBIC

Atribut	bi	Kategori tingkat Kepercayaan	Urutan bi
Higienis	4,60	Sangat Baik	I
Rasa	4,44	Sanagt Baik	II
Aroma	4,25	Sangat Baik	III
Harga	4,13	Baik	IV
Kemasan	4,13	Baik	V
Volume	4,03	Baik	VI
Warna	3,88	Baik	VII
Mudah diperoleh	3,88	Baik	VIII

Tingkat kepercayaan tertinggi diperoleh oleh atribut higienis dengan nilai kepercayaan sebesar 4,60. Hal ini menunjukkan bahwa Obic memberikan rasa aman bagi konsumen yang mengkonsumsinya. Kepercayaan responden terhadap atribut rasa juga dinilai sangat baik dengan nilai kepercayaan sebesar 4,44.

Tingkat kepercayaan terhadap atribut aroma dinilai sangat baik dengan nilai sebesar 4,25. Menurut responden amplang Obic dapat menimbulkan aroma ikan yang khas apabila mengkonsumsinya. Atribut kemasan memiliki tingkat kepercayaan yang sedang dengan nilai 4,13. Menurut responden bentuk kemasan dinilai layak karena kemasannya rapih sehingga tidak akan terjadi kebocoran isi produk. Namun ada juga responden yang mengatakan bahwa kemasan Obic kurang menarik. Tingkat kepercayaan atribut volume memiliki nilai sebesar 4,03 yang menunjukkan bahwa amplang Obic cukup konsisten dalam hal isi atau volume produk. Atribut dari peringkat terendah berturut-berturut adalah Kemudahan dalam memperolehnya, warna, dan volume memiliki tingkat kepercayaan yang sedang. Peningkatan atribut-atribut ini dapat dilakukan oleh pihak produsen agar tingkat kepercayaannya semakin baik.

3.4. Sikap Konsumen Terhadap Amplang OBIC

Penilaian responden secara keseluruhan terhadap Obic menyatakan sikap positif terhadap amplang Obic. Atribut amplang Obic yang dinilai positif, berturut-turut adalah higienis, rasa, aroma,

harga dan kemasan. Sedangkan atribut yang dinilai netral oleh konsumen, berturut-turut adalah volume, warna, mudah diperoleh. Nilai sikap konsumen terhadap atribut amplang Obic dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Sikap Responden Terhadap Atribut Amplang OBIC

Atribut	Ao	Kategori Sikap	Urutan Ao
Higienis	20,13	Positif	I
Rasa	18,87	Positif	II
Aroma	17,27	Positif	III
Harga	15,52	Positif	IV
Kemasan	15,75	Positif	V
Volume	15,36	Netral	VI
Warna	14,83	Netral	VII
Mudah diperoleh	13,82	Netral	VIII
TOTAL			

Higienis dinilai sangat positif oleh konsumen, karena higienis dapat memberikan rasa aman ketika mengkonsumsinya. Atribut rasa dinilai positif oleh konsumen, karena menurut konsumen Obic memiliki rasa yang enak, dan rasa daging ikanya terasa. Meskipun rasa bersifat relatif, hal ini tergantung dari selera konsumen itu sendiri yang menyukai rasa ikan atau tidak. Terdapat lima atribut yang dinilai positif dan tiga atribut yang dinilai netral oleh konsumen. Untuk itu amplang Obic harus terus meningkatkan pelaksanaan atau kinerja dari atribut tersebut agar sikap konsumen terhadap amplang Obic semakin positif.Untuk menentukan skala penilaian tertinggi sikap dicari dengan skor sikap maksimum (ei bi max). Skor sikap maksimum adalah nilai maksimum yang didapat oleh masing-masing atribut yang ditawarkan jika responden memberikan penilaian tertinggi. Nilai tersebut diperoleh dengan cara mengalikan skor evaluasi (ei) dengan skor kepercayaan (bi) yang ideal yaitu 5. Skor sikap maksimum terhadap amplang Obic adalah sebesar 157,31. Nilai total sikap yang dicapai oleh atribut-atribut amplang Obic jika dibandingkan dengan skor sikap maksimum, maka nilai sikap responden tersebut pada kenyataannya masih jauh dengan penilaian skor sikap maksimum (155,19 < 202). Hal tersebut dapat dikatakan bahwa kinerja atribut-atribut dari amplang Obic perlu lebih ditingkatkan lagi oleh pihak produsen. Skor Sikap maksimal responden terhadap amplang Obic dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Skor Sikap Maksimal Responden Terhadap Atribut Amplang OBIC

Atribut	ei	bi ideal	Urutan Ao
Higienis	4,38	5	21,88
Rasa	4,25	5	21,25
Aroma	4,06	5	20,31
Harga	4,00	5	20,00
Kemasan	3,81	5	19,06
Volume	3,72	5	18,60
Warna	3,68	5	18,40
Mudah diperoleh	3,56	5	17,81
TOTAL			157,31

4. KESIMPULAN

1. Konsumen secara keseluruhan didominasi oleh perempuan. Usia Responden terbanyak pada usia 21-30 tahun, tingkat pendidikan konsumen didomonasi oleh SLTA karena sebagian responden berstatus mahasiswa (40%). Karena banyak responden yang berstatus mahasiswa maka sebagian besar konsumen belum menikah. Amplang OBIC diperoleh dari keluarga atau teman. Pembelian Amplang OBIC oleh responden terjadi di tampat produksi. Setelah melakukan pembelian, konsumen mengevaluasi hasil pembelian dan hasilnya responden menyatakan puas terhadap Amplang OBIC. Reaksi konsumen apabila OBIC tidak tersedia di lokasi pembelian adalah membeli merek lain, dan apabila harga OBIC naik, maka konsumen akan memilih merek lain.
2. Atribut yang dinilai positif adalah atribut higienis, rasa, aroma, harga dan kemasan. Atribut yang dinilai netral adalah atribut volume, warna dan kemudahan dalam memperoleh produk. Atribut produk yang netral, agar dinilai positif maka perlu terus meningkatkan pelaksanaan atau kinerja dari atribut tersebut. Secara keseluruhan atribut produk amplang OBIC dinilai positif oleh konsumen dengan nilai sikap sebesar 157,31. Hal ini menunjukkan bahwa atribut dari amplang OBIC diterima oleh konsumen.

5. REFERENSI

Lestari, Eka Juwita. 2003. Analisis Preferensi Konsumen terhadap Produk Teh Celup Merek Gunung Mas : Studi Kasus di Kecamatan Makassar dan Pancoran DKI Jakarta. Skripsi. Jurusan Ilmu-ilmu Sosial Ekonomi Pertanian. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.

Manuhutu, D. Andre. 2003. Analisis Ekuitas Merek Atas Merek-Merek Teh dalam Botol. Skripsi. Jurusan Ilmu-ilmu Sosial Ekonomi Pertanian. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.

Sihite, Y. 2000. Analisis Persepsi dan Preferensi Konsumen Teh Botol : Studi Kasus di PT Sinar Surya. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.

Silalahi, Anggiat A. G. 2001. Analisis Perilaku Konsumen Teh Celup dan Implikasinya pada Strategi Bauran Pemasaran di daerah Kotamadya Bogor. Skripsi. Jurusan Ilmu-ilmu Sosial Ekonomi Pertanian. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.

Sumarwan, Ujang. 2002. Analisis Hubungan antara Persepsi Popularitas, Persepsi Kualitas, Persepsi Harga dengan Merek Teh Celup yang Dikonsumsi. Staff Pengajar Jurusan Gizi Masyarakat dan Sumberdaya Keluarga dan Magister Management Agribusiness. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.

Supranto, J. 2001. Pengukuran Tingkat Kepuasan Pelanggan. Edisi Kedua. PT Rineka Cipta. Jakarta.

Supriyasih. 2000. Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Teh Botol : Studi Kasus pada PT Sinar Sosro Jakarta. Skripsi. Jurusan Ilmu-ilmu Sosial Ekonomi Pertanian. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.

Susilowati, Uki. 2001. Analisis Perilaku Konsumen di Kota Bogor terhadap Teh Botol Sosro. Skripsi. Jurusan Ilmu-ilmu Sosial Ekonomi Pertanian. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.

Sutisna. 2001. Perilaku Konsumen dan Komunikasi Pemasaran PT Remaja ROSDA Karya. Bandung. Tambunan, Herlina. 2001. Analisis Perilaku Konsumen Produk Teh Siap Saji dan Implikasinya terhadap Strategi Bauran Pemasaran : Studi Kasus di PT Coca- Cola Amatil Indonesia. Program Pasca Sarjana. Jurusan Ilmu-ilmu Sosial Ekonomi Pertanian. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.

Yusastra, Riafitri. 1999. Analisis Sikap, Harapan, dan Evaluasi Konsumen terhadap Kerupuk Teh dalam Kemasan. Skripsi. Jurusan Gizi Masyarakat dan Sumberdaya Keluarga. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.

Jurnal Sistem Teknik Industri, Vol 18. No. 1, Januari 2016
ISSN 1411 – 5247

ANALISIS KELUHAN RASA SAKIT YANG DIALAMI PEKERJA PADA UKM SEPATU KULIT DI KOTA DENGAN MENGGUNAKAN KUESIONER SNQ

Rosnani Ginting[1], Alfin Fauzi Malik[2]
Departemen Teknik Industri[1], Alumni Departemen Teknik Industri[2]
Universitas Sumatera Utara (USU)
Jl. Almamater, Kampus USU Medan 20155 Indonesia
email: rosnani_usu@yahoo.co.id

Abstrak. Usaha Kecil Menengah (UKM) merupakan sumber ekonomi potensial di masyarakat yang mampu menggerakkan roda ekonomi sampai pada tataran masyarakat bawah. Berbagai keunggulan yang ada di UKM terdapat juga hal-hal yang perlu ditingkatkan salah satunya adalah metode kerja operator. UKM Bersaudara Jaya dan UKM Pak Sepatu Pak Alex yang memproduksi sepatu kulit juga merupakan UKM yang perlu mendapatkan perbaikan pada sistem kerjanya. *Standard Nordic Questionnaire* (SNQ) merupakan alat yang dapat mengetahui bagian-bagian otot yang mengalami keluhan dengan tingkat keluhan mulai dari Tidak Sakit (TS), agak sakit (AS), Sakit (S) dan Sangat Sakit. Perbaikan diawali dengan mengidentifikasi keluhan operator melalui penyebaran kuisioner *Standard Nordic Questionnaire* (SNQ). Hasil dari identifikasi ini diketahui para operator mengalami keluhan Musculoskeletal Disorders (MSDs). Kondisi ini terjadi dikarenakan seringnya operator bekerja dengan postur kerja yang janggal, yaitu postur membungkuk, duduk dan jongkok. Postur kerja ini memicu timbulnya gangguan pada otot, kesemutan, pegal, dan sakit pada sendi sehingga meninbulkan keluhan-keluhan operator. Keadaan ini mengindikasikan bahwa aktivitas tersebut tergolong kedalam kategori berbahaya dan dapat menyebabkan risiko MSDs. Pembuatan sepatu kulit dilakukan secara manual mulai dari proses penggambaran pola, pemotongan kulit dan penyesepan, pengeleman dan penjahitan potongan kulit, pemasangan busa dan lapisan kain dalam, pemotongan bagian karet alas/texon, pemasangan kulit dengan karet alas, penggerindaan sol, pengeleman sol hingga menjadi sepatu. Melihat kondisi di UKM ini dilakukanlah penelitian untuk mengetahui keluhan yang dirasakan pekerja dan selanjutnya dilakukan analisis dan perbaikan aktivitas serta postur kerja. Hal ini sebagai upaya untuk mengurangi MSDs dan keluhan-keluhan yang dirasakan oleh operator selama bekerja.
Kata Kunci : UKM, Pembuatan Sepatu Kulit, Kuisioner *Standard Nordic Questionnaire* (SNQ)

1. Pendahuluan

Pekerjaan yang dilakukan secara manual dengan postur kerja yang tidak alamiah dapat menimbulkan keluhan seperti pegal, kesemutan, dan nyeri pada tulang. Kondisi seperti ini akan berakibat pada timbulnya penyakit akibat kerja yaitu penyakit otot rangka atau Musculoskeletal Disorders (MSDs). MSDs berpengaruh signifikan pada pekerja yang menyebabkan sakit, nyri, mati rasa, kesemutan, bengkak, kekakuan, gemetar, gangguan tidur dan rasa terbakar. Menurut OSHA, MSDs adalah cidera atau gangguan pada jaringan lunak (seperti otot, tendon, ligament, sendi, dan tulang rawan) dan sistem saraf dimana cidera atau gangguan ini dapat mempengaruhi hampir semua jaringan termasuk saraf dan sarung tendon (Laraswati, 2009). Selanjutnya Peter Vi (2002) dalam Pratiwi (2010) menjelaskan bahwa, terdapat beberapa faktor yang dapat menyebabkan terjadinya keluhan otot skeletal, yaitu: 1) Peregangan otot yang berlebihan, 2) Aktivitas berulang, 3) Postur kerja tidak alamiah, 4) Faktor penyebab skunder, diantaranya: tekanan, getaran, mikrolimat, dan 5) Penyebab kombinasi, diantaranya: umur, jenis kelamin, kebiasaan merokok, kesegaran jasmani, kekuatan fisik, ukuran tubuh (antropometri).

UKM Bersaudara Jaya dan UKM Pak Sepatu Pak Alex memiliki masalah pada pekerja sehingga menggunkan Body Map Kuisioner pada pekerja untuk melihat keluhan kelelahan pekerja pada fasilitas kerja pada proses produksi. Melihat kondisi di UKM ini dilakukanlah penelitian untuk mengetahui keluhan yang dirasakan pekerja dan selanjutnya dilakukan analisis dan perbaikan aktivitas serta postur kerja. Hal ini sebagai upaya untuk mengurangi MSDs dan keluhan-keluhan yang dirasakan oleh operator selama bekerja.

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah proses penggambaran pola, pemotongan kulit dan penyesepan, pengeleman dan penjahitan potongan kulit, pemasangan busa dan lapisan kain dalam, pemotongan bagian karet alas/texon, pemasangan kulit dengan karet alas, penggerindaan sol,

pengeleman sol hingga menjadi sepatu yang dilakukan secara manual (tanpa alat bantu) dengan posisi kerja berdiri atau pun duduk yang membungkuk dan menjongkok serta dilakukan secara repetitif selama 8 jam kerja dapat mengakibatkan terjadinya risiko keluhan Musculosceletal Disorders (MSDs).

2. Landasan Teori

2.1. Keluhan Musculoskeletal

Keluhan musculoskeletal adalah keluhan pada bagian–bagian otot skeletal yang dirasakan oleh seseorang mulai dari keluhan sangat ringan sampai sangat sakit. Apabila otot menerima beban statis secara berulang dalam waktu yang lama, akan dapat menyebabkan keluhan berupa kerusakan pada sendi, ligamen dan tendon. Keluhan hingga kerusakan inilah yang biasanya diistilakan dengan Musculoskeletal disorsders (MSDs) atau cedera pada sistem muskuloskeletal. Apabila pekerjaan berulang tersebut dilakukan dengan cara yang nyaman, sehat dan sesuai dengan standar yang ergonomis, maka tidak akan menyebabkan gangguan muskuloskeletal dan semua pekerjaan akan berlangsung dengan efektif dan efisien. Secara garis besar keluhan otot yang terjadi dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu:

1. Keluhan sementara (*reversible*), yaitu keluhan otot yang terjadi pada saat menerima beban statis, namun demikian keluhan tersebut akan hilang apabila pembebanan dihentikan.
2. Keluhan menetap (persistent), yaitu keluhan otot yang bersifat menetap. Walaupun pembebanan kerja telah dihentikan, namun rasa sakit pada otot masih terus berlanjut

Peter vi (2000) menjelaskan bahwa, terdapat banyak faktor yang dapat menyebabkan terjadi keluhan musculoskeletal sebagai berikut

1. Peregangan otot yang berlebihan
   Peregangan otot yang berlebihan pada umumnya sering dikeluhakan oleh para pekerja dimana aktivitas kerjanya menuntut pengerahan tenaga yang besar seperti aktivitas mengangkat, menarik, mendorong dan menahan beban yang berat
2. Aktivitas berulang
   Aktivitas berulang merupakan pekerjaan yang dilakukan secara terus menerus seperti pekerjaan mencangkul, membelah kayu besar, angkut dan sebagainya. Keluhan otot terjadi karena otot menerima tekanan akibat beban kerja secara terus menerus tanpa memperoleh kesempatan untuk relaksasi.
3. Sikap kerja tidak alamiah
   Sikap kerja tidak alamiah adalah sikap kerja yang menyebabkan posisi bagian bagian tubuh bergerak menjauhi posisi alamiah, misalnya pergerakan tangan terangkat, punggung terlalu membungkuk, kepala terangkat dan sebagainya
4. Faktor penyebab sekunder
   Faktor penyebab sekunder ini adalah berupa tekanan langsung dari jaringan otot yang lunak atau getaran dengan frekwensi tinggi yang menyebabkan kontraksi otot bertambah.

Pengukuran terhadap tekanan fisik ini cukup sulit karena melibatkan berbagai faktor subjektif seperti kinerja, motivasi, harapan dan toleransi kelelahan. Alat ukur yang digunakan dpat dilakukan dengan berbagai cara mulai metoda yang sederhana sampai menggunakan sistem komputer. Salah satu dari metode tersebut adalah melalui *Standard Nordic Questionnaire*

2.2. *Standard Nordic Questionnaire*

Standard Nordic Questionnaire (SNQ) merupakan alat yang dapat mengetahui bagian-bagian otot yang mengalami keluhan dengan tingkat keluhan mualai dari Tidak Sakit (TS), agak sakit (AS), Sakit (S) dan Sangat Sakit (SS). Dengan melihat dan menganalisis peta tubuh maka dapat diestimasi jenis dan tingkat keluhan otot skeletal yang dirasakan oleh pekerja. SNQ merupakan suatu instrumen untuk menilai segmen-segmen tubuh yang dirasakan operator (menurut persepsi operator), apakah sangat sakit, sakit, agak sakit, dan tidak sakit. Pekerjaan ini dilakukan secara manual dengan sikap kerja yang tidak alamiah serta dilakukan dalam waktu yang lama, yaitu selama 8 jam kerja.

3. Proses Produksi Pembuatan Sepatu Kulit

Produksi dilakukan dengan 2 jenis yaitu *Make to Order* dan *Make to Stock*. MTO dilakukan karena penerimaan pesanan dari beberapa langganan. MTS dilakukan jika ingin menjual ke konsumen secara langsung.

Beroperasi setiap hari Senin sampai Sabtu, pekerja mulai beraktivitas pada pukul 9 pagi hingga pukul 6 sore. Sistem kerja yang diterapkan ialah sistem borongan dimana gaji pegawai dibayarkan setiap minggu sesuai dengan pekerjaan yang telah diselesaikannya. Jenis aliran bahan yang ada ialah jenis garis lurus. Pekerja juga sudah memiliki pembagian tugas masing-masing. Pada dasarnya pekerja dibagi dalam 2 kelompok, yakni bagian

atasan dan bagian bawahan. Bagian Atasan memiliki tugas untuk membuat bagian atas sepatu. Aktivitas yang dilakukan diantaranya ialah pengguntingan pola, pengeleman, penyesepan, dan penjahitan. Sedangkan bagian bawahan ialah pekerja yang bertugas menyatukan bagian atasan dengan tapak hingga menjadi sepatu kulit yang utuh. Selain itu ada juga bagian finishing bertugas memberikan warna pada sepatu.

Tahapan proses produksi sepatu kulit ini dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Penggambaran Pola
   Pekerja menggambar pola di atas kulit dengan didasarkan pada model sepatu yang akan dbuat. Penggambaran dilakukan secara manual dengan pensil.

Gambar 1. Kegiatan Penggambaran Pola

2. Pemotongan Kulit dan Penyesepan
   Setelah pola digambar, maka pekerja akan menggunting kulit berdasarkan pola-pola tersebut. Akan dilakukan penyesepan dengan mesin sesep pada hasil potongan agar mudah dalam pengeleman antar bagian.

Gambar 2. Kegiatan Penyesepan

3. Pengeleman dan Penjahitan Potongan Kulit
   Potongan-potongan kulit dilem dan dijahit dengan mesin jahit sehingga membentuk bagian atasan dari sepatu.
4. Pemasangan Busa dan Lapisan Kain Dalam
   Busa dan lapisan kain dijahitkan ke bagian atasan sepatu sebelum dipindahkan dipindahkan kebagian pembuatan bagian bawahan

Gambar 3. Kegiatan Pengeleman

5. Pemotongan Bagian Karet Alas/Texon
   Pekerja memotong karet sebagai alas sepatu dan menempelkannya pada mal.

Gambar 4. Kegiatan Pemasangan Sol

6. Pemasangan Kulit dengan Karet Alas
   Bagian Atasan dipasangkan pada mal dan disatukan dengan karet alas.

Gambar 5. Pemasangan Kulit dengan Karet Alas

7. Penggerindaan Sol
   Sol digerinda agar halus setelah itu diberi cairan pembersih agar permukaannya lunak dan mampu menyerap lem
8. Pengeleman Sol hingga menjadi Sepatu
   Sol kemudian dilem dengan bagian atasan sepatu. Setelah lem menempel dan mengeras, maka mal kaki dilepaskan dari sepatu.
9. Pengepresan Sepatu
   Sepatu kemudian dipress untuk menghilangkan udara-udara yangmungkin ada didalam sepatu.
10. Finishing
    Sepatu disemprotkan dengan bahan khusus untuk membuat permukaannya menjadi mengilat.
11. Pembuatan Merek
    Tahap terakhir ialah pemasangan bagian merk pada permukaan atas dari alas dengan mesin stempel merek.
12. Pengepakan
    Sepatu dikemas di dalam kotak

4. METODE PELAKSANAAN

Penelitian dilakukan dengan observasi di tempat kerja dengan sasaran yang meliputi pekerja dan fasilitas kerjanya. Tahap pertama pengambilan data adalah dengan menyebar kuesioner *Standard Nordic Questionnaire* (SNQ) untuk mengetahui pada bagian tubuh mana operator merasakan keluhan. Pada tahap ini akan dihitung tingkat resiko tertinggi pada operator.

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1.1. Body Map Kuisioner

Data ini didapatkan melalui penyebaran kuesioner SNQ. Data ini ditujukan untuk mengetahui bagian tubuh operator yang mengalami keluhan sewaktu melakukan aktivitasnya. Data hasil penyebaran Standard Nordic Questionnaire diberi penilaian atau pembobotan untuk masing-masing kategori sebagai berikut:

Tidak sakit : bobot 0
Agak sakit : bobot 1
Sakit : bobot 2
Sangat sakit : bobot 3

Kuisioner SNQ diberikan kepada 6 orang operator dan terdiri dari pertanyaan ke-0 hingga ke- 27

0 : Leher Bag. Atas
1 : Leher Bag. Bawah
2 : Bahu Kiri
3 : Bahu Kanan
4 : Lengan Atas Kiri
5 : Punggung
6 : Lengan Atas Kanan
7 : Pinggang
8 : Punggung
9 : Pantat
10 : Siku Kiri
11 : Siku Kanan
12 : Lengan Bawah Kiri
13 : Lengan Bawah Kanan
14 : Pergelangan Tangan Kiri
15 : Pergelangan Tangan Kanan
16 : Telapak Tangan Kiri
17 : Telapak Tangan Kanan
18 : Paha Kiri
19 : Paha Kanan
20 : Lutut Kiri
21 : Lutut Kanan
22 : Betis Kiri
23 : Betis Kanan
24 : Pergelangan Kaki Kiri
25 : Pergelangan Kaki Kanan
26 : Telapak Kaki Kiri
27 : Telapak Kaki Kanan

5.1.2. Perhitungan Persentase Keluhan Bagian Tubuh

Setelah dilakukan rekapitulasi skor bobot SNQ pada pengumpulan data dimana diperoleh total skor bobot SNQ sebesar 114. Kemudian data skor rekapitulasi tersebut dirubah kedalam persentase. Untuk mendapatkan persentase tersebut dapat dicari dengan rumus :

$$\%\,Keluhan = \frac{Skor\ risiko\ bagian\ tubuh\ operator}{Jumlah\ skor\ risiko\ bagian\ tubuh\ operator} \times 100\%$$

Contoh: % Skor Sakit di Leher Bagian Bawah = $\frac{11}{114}$ = 7,92%

Tabel 1. Rekapitulasi Kuesioner SNQ

Pertanyaan	Persentase
0	7,92%
1	3,96%
2	3,96%
3	4,95%
4	3,96%
5	4,95%
6	4,95%
7	8,91%
8	5,94%
9	2,97%
10	1,98%
11	1,98%
12	2,97%
13	2,97%
14	3,96%
15	3,96%
16	3,96%
17	3,96%
18	5,94%
19	5,94%
20	0,00%
21	0,00%
22	0,99%
23	0,99%
24	1,98%
25	1,98%
26	2%
27	2%

6. Kesimpulan

Setelah dilakukan perhitungan persentase keluhan secara keseluruhan, maka diperoleh bahwa rata-rata operator mengalami keluhan terbesar pada bagian tubuh antara lain :

1. Bagian pinggang (8,91 %)
2. Bagian leher bagian atas (7,92 %)
3. Bagian punggung (5,94 %)
4. Bagian betis kiri (5,94 %)
5. Bagian betis kanan (5,94 %)
5. Bagian bahu kanan (4,95 %)
6. Bagian punggung (4,95 %)
7. Bagian lengan kanan atas (4,95 %)

Dengan mengetahui presentasi keluhan yang sering dialami oleh pekerja pada UKM sepatu kulit Pak Alex dan Bersaudara Jaya, maka dapat diberikan sosialisasi kepada para pekerja untuk memperbaiki postur kerja bila perlu dilakukan pengadaan alat untuk membantu operator dalam bekerja.

DAFTAR PUSTAKA

Ginting, Rosnani. 2007. *Sistem Produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu

Sinulingga Sukaria, 2008. *Pengantar Teknik Industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu

Sutalaksana, dkk. 1979. Teknik Tata Cara Kerja. Bandung: Penerbit Laboratorium Tata Cara Kerja dan Ergonomi Departemen Teknik Industri ITB.

Wignjosoebroto, Sritomo. 2005. Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu. Surabaya: Guna Widya.

REKAYASA PRODUKTIVITAS DENGAN PENDEKATAN *GREEN ENGINEERING* PADA PT. ABC

Sukaria Sinulingga[1], A. Rahim Matondang[1], Yusnia Sinambela[2]
Program Magister Teknik Industri[1], Alumni Program Magister Teknik Industri[2]
Jl. Prof.T.Maas Kampus USU, Medan 20155
Email: yusnia_snbl@yahoo.co.id
Email: sukaria_sinulingga@yahoo.com
Email: rahim@usu.ac.id

***Abstrak*.** PT.ABC merupakan perusahaan yang bergerak di bidang produksi pembuatan pintu. Dalam melakukan proses produksi perusahaan ini memiliki potensi untuk menghasilkan limbah. Permasalahan yang dialami perusahaan adalah banyaknya limbah padat berupa scrap kayu yaitu sebanyak 23% dari bahan baku setiap bulannya dan nilai produktivitasnya cendrung tidak stabil. Melalui pendekatan Green Engineering yang digunakan dalam penelitian ini diharapkan usaha reduksi limbah yang dilakukan dapat berpengaruh terhadap perbaikan kondisi lingkungan sekaligus meningkatkan produktivitas perusahaan. Penelitian diawali dengan mengidentifikasi sumber penyebab masalah, menentukan tujuan dan target, menyusun alternatif serta mengestimasi kontribusi alternatif terpilih terhadap produktivitas dan kinerja lingkungan. Alternatif perbaikan dirumuskan dan dipilih berdasarkan kelayakan dari segi ekonomi, segi lingkungan, dan segi social, kemudian dilakukan usulan perencanaan implementasi alternatif di dalam lokasi. Hasil penelitian, didapatkan alternatif solusi untuk mengatasi permasalahan perusahaan dengan melakukan rekayasa berbasis teknologi dan pemanfaatan kembali scrap kayu menjadi briket arang kayu. Alternatif ini memberikan kontribusi terhadap peningkatan produktivitas penggunaan material sebesar 17%, manusia 24%, modal 7%, energi 25%, pajak karbon menurun sebesar 53,29% dan waste menurun sebesar 87,44%. Penerapan Green Engineering dan pemantauan rona lingkungan secara keseluruhan dapat membantu perusahaan memenuhi salah satu persyaratan ISO 14001.
Kata Kunci: Green Productivity Index, Enviromental Performance, Limbah Padat, ISO 14001.

Abstract. *PT.ABC is a company engaged in the production of the manufacture of doors. In the production process of this company has the potential to produce waste. The problems experienced by the company is the number of solid waste such as scrap wood as many as 23% of raw materials every month and the value of productivity tends to be unstable.Through the Green Engineering approaches used in this study are expected waste reduction efforts made can affect the improvement of environmental conditions and increase productivity begins. By identifying the source of the cause of the problem, setting objectives and targets, prepare alternatives and alternative contribution elected productivity and environmental performance. Alternative repair formulated and selected based on feasibility in terms of economy, in terms of the environment, and socially, then do the planning proposals alternative implementations within the premises. The results of the research, found an alternative solution to overcome problems with the company's engineering and technology-based reuse of scrap wood into charcoal briquettes. This alternative contributes to the increased productivity of material usage by 17%, men 24%, capital 7%, energy 25%, carbon tax decreased by 53.29% and waste decreased by 87.44%. Green Engineering and environmental monitoring a whole can help companies meet one of the requirements of ISO 14001.*
Keywords: *Green Productivity Index, Environmental Performance, Solid Waste, ISO 14001.*

1. PENDAHULUAN

Produktivitas merupakan satu hal yang sangat penting bagi perusahaan sebagai salah satu cara untuk memantau kinerja produksinya. Pengukuran produktivitas dilakukan untuk mengetahui kinerja perusahaan secara keseluruhan serta dapat dijadikan sebagai pedoman untuk melakukan perbaikan yang terus-menerus (continual improvement). PT. ABC adalah suatu perusahaan manufaktur yang bergerak dalam bidang pembuatan pintu. Dalam melaksanakan produksinya, PT. ABC menggunakan kayu sebagai material utama. Seiring dengan peningkatan produksi, ternyata timbul permasalahan lingkungan di sekitarnya. Permasalahan tersebut disebabkan karena proses. Selama proses produksi, PT.ABC menghasilkan limbah cemaran di berbagai stasiun kerja terdiri atas limbah padat, limbah cair dan limbah udara. Limbah cair berasal dari pencucian mesin, dan pengeleman bahan dengan *mal glue*, untuk limbah gas berasal dari aktivitas motor hidrolik dan dapur boiler.

Hasil analisa dengan standar PerMenkertrans No.13/MEN/X/2011 dan Kep.MENLH/51/10/1996 bahwa kandungan zat-zat kimia dalam limbah cair dan limbah udara telah memenuhi baku mutu limbah yang telah ditetapkan dan aman bagi lingkungan. Dari pengamatan di lapangan, untuk limbah padat terdapat adanya *scrap* kayu di berbagai stasiun kerja. Rendemen pemanfaatan bahan baku selama proses produksi sampai dengan bahan jadi dan gambaran jumlah *scrap*/m^3 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rendemen Kayu Olahan Tahun 2014

Bulan	Rendemen (%)	*Scrap* (%)	*Scrap* (m^3)
Januari	72	28	153,9145
Februari	73	27	107,541
Maret	74,6	25,4	97,4665
April	75,07	24,95	98,8971
Mei	74,6	25,4	111,4284
Juni	75,48	24,52	42,7666
Juli	75,33	24,67	139,3016
Agustus	68	32	159,5201
September	73	27	180,4582
Oktober	70	30	149,3660
November	70	30	180,6278
Desember	68,22	31,78	122,3166

Upaya yang dilakukan perusahaan dalam menangani Limbah padat tersebut dengan memanfaatkan 45% untuk pemanasan di dapur boiler, sebagian diberikan kepada yang membutuhkan, ditumpuk di sekitar pabrik, dan jika darurat di buang ke TPA (Tempat Pembuangan Akhir).

Dampak dari limbah padat tersebut jika ditimbun dan membusuk dapat menimbulkan penurunan kualitas udara dan kerusakan permukaan tanah dan jika limbah padat tersebut keberadaannya dalam jumlah yang besar tanpa dikelola, maka akan sulit bagi mikroba perombak untuk mengurainya di alam menjadi bahan-bahan anorganik,dan mengakibatkan pencemaran lingkungan di sekitar lokasi penumpukan. Selain menjadi sarang hewan-hewan yang kemungkinan bisa menjadi sumber penyakit, tumpukan sampah padat kayu tersebut akan menurunkan nilai estetika di lokasi sekitar. Jika limbah padat dibakar maka akan menimbulkan peningkatan emisi CO_2 (Anonim,2000).

Pada saat ini kayu adalah bahan yang cukup sulit diperoleh maka diperlukan efisiensi penggunaan bahan kayu. Jika dilakukan pemanfaatan *scrap* dari terhadap estimasi produk diatas, maka estimasi jumlah pintu yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Estimasi Jumlah Produk dari *Scrap*

Bulan	*Scrap* (m^3)	Estimasi Jumlah Produk dari *Scrap* (Pintu)
Januari	153,9145	3078
Februari	107,541	2151
Maret	97,4665	1949
April	98,8971	1978
Mei	111,4284	2229
Juni	42,7666	855
Juli	139,3016	2786
Agustus	159,5201	3190
September	180,4582	3609
Oktober	149,3660	2987
November	180,6278	3613
Desember	122,3166	2446

Pemanfaatan jumlah *scrap* tersebut akan membantu perusahaan dalam meningkatkan produktivitas perusahaan. Permasalahan perusahaan tersebut memerlukan solusi dan alternatif usulan perbaikan. Suatu pendekatan yang tepat untuk membantu perusahaan agar mampu meningkatkan produktivitas sekaligus menurunkan dampak lingkungan adalah dengan menggunakan metode *Green Engineering.*

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. ABC yang bergerak dalam bidang produksi pembuatan pintu.

Perusahaan berlokasi Penelitian beralamat di Jl. Batang Kuis, Km 2 Desa Buntu Bedimbar Tanjung Morawa Sumatera Utara. Waktu penelitian dilakukan pada bulan April 2015.

2.2. Jenis dan Objek Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian tindakan (*action research*) yaitu suatu penelitian yang dilakukan untuk mendapatkan temuan praktis untuk keperluan operasional (Sinulingga, 2013). Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan suatu solusi yang akan digunakan pada perusahaan sebagai bentuk perbaikan dari sistem semula. Objek penelitian yang diamati adalah proses produksi yang terjadi pada bagian produksi PT. ABC.

2.3. Desain Penelitian

Sumber data yang digunakan dalam penelitian adalah data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dengan cara pengamatan atau pengukuran langsung. Data yang termasuk kategori ini adalah:

a. Data *environment weather map*
b. Data daerah penumpukan *waste*
c. Data penilaian skor untuk *waste*

Data sekunder diperoleh berdasarkan data dokumentasi perusahaan. Data yang termasuk kategori ini adalah:

a. Data penggunaan jenis kayu
b. Data jenis pintu
c. Data penggunaan bahan
d. Data biaya dan harga
e. Data kandungan energi

Selain itu, metode pengumpulan data dilakukan dengan melakukan wawancara atau tanya jawab dengan penanggung jawab bagian produksi mengenai hal-hal yang berhubungan dengan penelitian dan mengumpulkan data sekunder yang diambil dari dokumen-dokumen perusahaan yang berhubungan dengan penelitian.

2.4. Tahapan Penelitian.

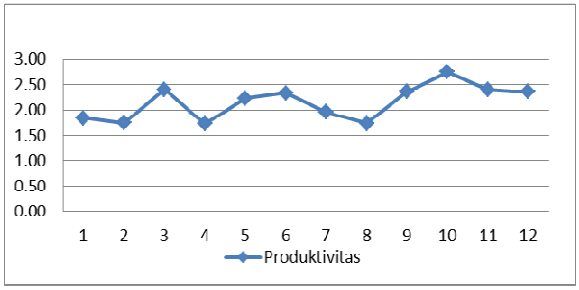
Langkah-langkah metode *Green Engineering* adalah sebagai berikut:

a. Perhitungan Produktivitas.
b. Identifikasi Masalah dan Penyebabnya.
   Identifikasi masalah dilakukan dengan studi lapangan (*walk trough survey*),sedangkan identifikasi penyebabnya menggunakan tool diagram sebab akibat (*cause effect diagram*).
c. Menentukan Tujuan dan Target.
   Identifikasi masalah dan penyebab timbulnya *waste*,selanjutnya dapat ditentukan tujuan dan target penelitian yang ingin dicapai yaitu meminimalisir *waste* dan meningkatkan produktivitas perusahaan dengan metode *Green Engineering.*
d. Menyusun Alternatif Solusi.
   Pada tahap ini dikembangkan beberapa alternatif solusi untuk menyelesaikan permasalahan yang ada, tujuannya untuk mengoptimalkan penggunaan input (material, tenaga kerja, energi). Pada tahap ini alternatif yang dibuat harus memiliki aspek ramah lingkungan, meminimalisir timbulnya *waste* selama produksi serta dapat meningkatkan produktivitas perusahaan.
e. Memilih Alternatif Solusi.
   Terdapat hal yang menjadi dasar pertimbangan pemilihan alternatif solusi yaitu:
   1. Analisis finansial dari tiap alternatif solusi yang telah dibuat dengan metode Deret Seragam (*Annual Worth).*
   2. Estimasi kontribusi tiap alternatif terhadap tingkat produktivitas.
   3. Estimasi kontribusi tiap alternatif terhadap *waste.*
   4. Estimasi Kontribusi Tiap Alternatif Terhadap Pendapatan Masyarakat
   5. Estimasi Kontribusi Tiap Alternatif Terhadap Pertimbangan Emisi Karbon.
f. Menyusun Rencana Implementasi.
   Setelah didapatkan alternatif solusi perbaikan yang memiliki kontribusi terbesar terhadap peningkatan produktivitas dan pengurangan *waste* selanjutnya dilakukan penyusunan rencana implementasi dari alternatif solusi yang terpilih. Pada tahap ini dilakukan perencanaan tindakan-tindakan yang akan dilakukan pihak pelaksana solusi yang terpilih serta sumber daya yang akan digunakan.
g. Melakukan Pemantauan dan Evaluasi
   Alternatif Solusi terpilih maka dilakukan pemantauan dan evaluasi dengan analisis IRR (*Internal Rate Return*) selama periode tertentu.
h. Analisis mendapatkan Sertifikasi ISO 14001.
   Pada tahapan ini alternatif solusi diintergrasikan menjadi bagian dalam manajemen harian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Perhitungan Produktivitas

Produktivitas diperoleh dengan membandingkan antara output dan input. Nilai input didapatkan dari penjumlahan biaya bahan baku, biaya tenaga kerja, biaya energi, biaya modal yang dikeluarkan selama proses produksi dalam satu tahun. Gambaran Nilai Produktivitas Perusahaan tahun 2014 dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Produktivitas Bulan Januari – Desember 2014

Berdasarkan Gambar 1 di atas dapat dilihat bahwa nilai produktivitas menunjukkan ketidakstabilan. Pada bulan Februari dan April mengalami penurunan dan mulai mengalami peningkatan di bulan mei, bulan Agustus sampai bulan Oktober dan bulan November sampai Desember kembali mengalami penurunan.

3.2. Identifikasi Masalah

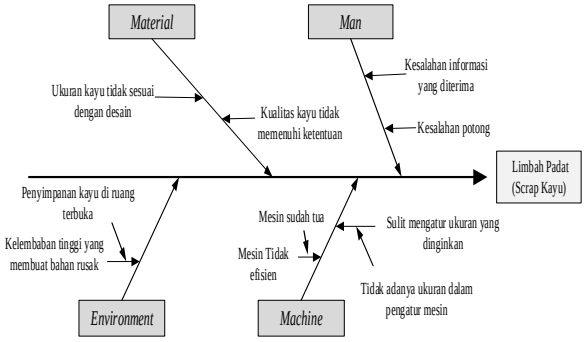
Identifikasi masalah dilakukan dengan analisa 5W+1H, untuk mengetahui permasalahan limbah yang paling dominan. Permasalahan yang terjadi diidentifikasi penyebabnya menggunakan *cause effect diagram* dapat dilihat pada Gambar 2 dapat dijelaskan faktor-faktor penyebab terjadinya limbah padat selama proses produksi karena beberapa faktor berikut:

a. Material
Material yang digunakan pada saat proses pembelian bahan baku dari *supplier* tidak ada ketentuan ukuran dan proses pemeriksaan adanya bahan yang tidak sesuai kualitas seperti kayu basah. retak dan berjamur. Hal ini menjadi penyebab timbulnya *waste*.

b. Mesin
Proses pembuatan pintu dari awal pembuatan hingga akhir membutuhkan pengukuran dan mengikuti ukuran yang sudah ditetapkan. Mesin yang digunakan PT.ABC 80% mesin semiotomatis. mesin-mesin tersebut tidak memiliki ukuran sehingga pada saat pengukuran bahan baku dilakukan secara manual dengan alat ukur seperti meteran. Mesin yang digunakan juga performanya menurun disebabkan karena mesin sudah lama. sehingga efisiensi proses tidak optimal.

c. Man
Dalam pembuatan pintu ada batas toleransi yang harus di ikuti oleh operator. Misalnya pada proses pemilihan bahan. toleransi yang diterima panjang ± 2 mm. Lebar ± 2 mm. Tebal ± 0.01 mm. Diluar batas toleransi tersebut tidak dapat dipergunakan (*reject*) maka menghasilkan *scrap*. Karyawan harus dengan teliti dalam mengukur dan bagian *Quality Control* juga harus memberikan informasi dengan jelas kepada Operator.

d. *Environment*
Bahan baku disimpan di ruang yang luas dan tidak adanya kontrol ventilasi dan aliran udara. Jika bahan baku kelembabannya tinggi akan merusak kayu tersebut. Hal tersebut mengakibatkan limbah kayu.



Gambar 2. C*ause Effect Diagram*

3.3. Menentukan Tujuan dan Target

Berdasarkan identifikasi masalah, maka masalah target yang ingin dicapai yaitu mereduksi *scrap* kayu pada bagian produksi dengan melakukan reduksi tersebut akan meningkatkan produktivitas perusahaan dan menurunkan dampak negatif *scrap* terhadap lingkungan.

3.4. Menyusun Alternatif Solusi

Dari permasalahan yang timbul akibat volume limbah padat, maka disusun alternatif solusi yang dapat memperbaiki hal tersebut. Tiga alternatif perbaikan yang telah disusun, akan dipilih satu alternatif solusi nantinya akan digunakan sebagai rencana implementasi. Adapun alternatif tersebut adalah:

1. Sebagai pembanding maka kondisi sekarang diusulkan sebagai alternatif.
2. Dilakukan pembelian mesin CNC untuk mengurangi *scrap* kayu di bagian pemotongan. Berdasarkan hierarki pencegahan polusi dengan *reuse* (material digunakan kembali dalam proses produksi). Scrap kayu berupa sisa potongan. sisa gergajian dapat di proses menjadi serbuk kayu. Serbuk kayu tersebut dipress dan dapat dimanfaatkan sebagai *partical board* yang merupakan bahan tambahan pembuatan pintu. Perusahaan dalam memenuhi bahan tambahan tersebut membeli dari perusahaan produksi *Partical Board*. Untuk dapat memenuhi alternatif ini.

diperlukan:Mesin *wood crusher* sebagai alat penghancur dan mesin *press* untuk membentuk hasil olahan serbuk. Pengganti bahan bakar pada proses pemanasan yaitu menggantikan energi pemanasan di boiler yang cukup ekonomis dengan cangkang kelapa sawit. Emisi CO_2 cangkang sawit lebih kecil dibandingkan *Scrap* kayu.

3. Alternatif dengan *recycle* memungkinkan untuk dilakukan dengan memanfaatkan limbah serbuk kayu untuk dijadikan bahan baku briket arang. *Scrap* kayu berupa sisa potongan. sisa gergajian dapat di proses menjadi serbuk kayu dan diperlukan mesin *wood crusher* sebagai alat penghancur. Untuk dapat memenuhi alternatif ini. diperlukan mesin *wood crusher* dan mesin yang mendukung pembuatan briket. Briket arang akan dimanfaatkan untuk pemanasan di dapur boiler. Briket kayu memiliki nilai kalor yang lebih besar dari *scrap* kayu (79%) dan Emisi CO_2 lebih rendah dari pemanfaatan *scrap* kayu. Menggunakan Rekayasa berbasis Teknologi dengan *Maintenance Management.* Mesin yang efisien mengurangi timbulnya *scrap* kayu misalnya ketika campuran bahan jadi dimasukkan ke dalam mesin. terdapat campuran bahan jadi yang tidak mengalami proses pengangkatan dan dihisap oleh pipa penghisap untuk di bawa ke proses selanjutnya.

3.5. Memilih Alternatif Solusi

Pemilihan Alternatif solusi pada penelitian ini berdasarkan beberapa hal yang menjadi bahan pertimbangan yaitu estimasi alternatif terhadap produktivitas, estimasi *waste*, Pertimbangan Emisi Karbon, Pendapatan Masyarakat dan Aspek Finansial dengan metode deret seragam. Kontribusi setiap Alternatif dapat dilihat pada Tabel 3. Berdasarkan Tabel 3 di bawah ini, maka akan membantu peneliti dalam memilih alternatif solusi perbaikan yang memperhatikan aspek lingkungan, aspek sosial dan aspek ekonomi.

Dari bahan pertimbangan tersebut maka dipilih Alternatif 3 adalah alternatif yang dipilih untuk diimplementasikan sebagai solusi perbaikan karena memiliki kontribusi yang besar terhadap kinerja produktivitas perusahaan dan kinerja lingkungan.

3.6. Menyusun Rencana Implementasi

Setelah didapatkan alternatif solusi perbaikan yang memiliki kontribusi terbesar terhadap peningkatan produktivitas dan kinerja lingkungan, maka berikutnya dilakukan penyusunan rancangan implementasi dari alternatif yang telah terpilih tersebut yaitu alternatif 3.

Tabel 3. Kontribusi Alternatif

Pertimbangan	Kontribusi Alternatif 2	Kontribusi Alternatif 3
Produktivitas		
Human	9%	24%
Material	25%	7%
Modal	10%	7%
Energy	24%	25%
Waste	-85.71%	-87.44%
Emisi Karbon	-27.68%	-53.33%
Biaya Kerusakan Lingkungan	-27.92%	-53.29%
Aspek Pendapatan masyarakat	1.66 %	2%
Indeks BCR	2.85	4.51

Dalam menerapkan alternatif/usulan dilantai pabrik produksi diperlukan beberapa urutan pekerjaan yaitu *Trial and small scale implementation, Regular meetings and trouble shooting session, Follow-up and accountability, Allocate resources, Management support needed, Review and refinement of option,* dan *Capture information "before" and "after" implemented option.*

3.7. Melakukan Pemantauan dan Evaluasi

Setelah dilakukan usulan implementasi alternatif 3, maka dilakukan *monitoring and review* dengan melakukan analisi IRR selama periode 5 tahun kedepan. Untuk perhitungan *basic data* maka asumsi yang diperlukan yaitu Pajak 20%, *Commision Fee* 5%, biaya tenaga kerja diperkirakan meningkat 15%, biaya energi 10%. Hasil perhitungan NPV pada tingkat suku bunga 26% menunjukkan nilai negatif, sedangkan pada tingkat suku bunga 25% menunjukkan nilai positif sehingga IRR berada antara 25% dan 26%. Besarnya nilai IRR yaitu 25,31%. Hasil perhitungan IRR menunjukkan bahwa tingkat pengembalian dari perusahaRekayasa Produktivitas dengan Pendekatan *Green Engineering* pada PT.Sumatera Timberindo Industry.an ini lebih tinggi dibanding tingkat suku bunga bank yaitu 18% sehingga dapat dikatakan usaha ini layak. Nilai IRR jauh lebih tinggi menunjukkan bahwa pengembalian perusahaan ini masih jauh lebih baik.

3.8. Analisis mendapatkan Sertifikasi ISO 14001.

Penerapan Green Engineering pada Perusahaan dapat memenuhi salah satu syarat Sertifikasi ISO 14001 yaitu memperhatikan kinerja lingkungan.

4. KESIMPULAN

1. Persentase penurunan jumlah *scrap* dengan efektif adalah dengan mengimplementasikan alternatif ketiga, dimana diusulkan adanya tambahan mesin *wood crusher* dan mesin lainnya untuk mengolah *scrap* yang ada di pabrik menjadi briket arang kayu dan melakukan *maintenance management*. Dengan demikian, penggunaan kayu menjadi lebih efektif. Pengadaan mesin-mesin pendukung pembuatan briket tidak memerlukan tambahan luas lahan karena dapat ditempatkan di ruangan yang ada.
2. Penerapan atau implementasi dari alternatif perbaikan yang dipilih dengan melakukan urutan pengerjaan dan sosialisasi maka diestimasikan mampu memberikan kontribusi peningkatan produktivitas serta mampu memberikan kontribusi terhadap perbaikan kualitas atau kinerja lingkungan.
3. Perusahaan sudah memenuhi salah satu syarat Sertifikasi ISO 14001 karena sudah memperhatikan kinerja lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

Asian Productivity Organization. 2006. *Handbook on Green Productivity*. Canada.

David T.Allen.2012. *Green Engineering: Environmantaly Conscius,Design Of Chemical Process and Products.* AICHE Journal.

Dian Anggraini. 2011. *Upaya Pengelolaan Limbah Industri PT TEL Pulp and Paper*. Jurnal Internet.

Ginting, Rosnani. 2007. *Sistem Produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Graedel, Thomas E. dan Jennifer A. Howard-Grenville. 2004. *Greening the Industrial Facility*. USA: Springer.

Heinz Werner Engel. 2002. *Ecomapping*. *International Network for Environmental Management* (INEM).

Indri, Cyrilla.2015. *Evaluasi Produktivitas dan Kinerja Lingkungan Industri Tahu melalui Pengukuran EPI.* Jurnal Nasional IENACO.2015.issn 2337-4349.

Jilla Decena. 2009. *Green Productivity Initiatives: Intel Malaysia's Experience and Perspectives*. Corporate Social Responsibility in Asia.

K.D.Bhardwaj. *Green Productivitty and Sustainable Wate Management in the Asia-Pasific Region to Promote Eco Town Model.* Industry Department:APO

Kementerian Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia. 2009. *Emisi Gas Rumah Kaca dalam Angka*.

Khane, Abd-El Rahman. TT. M*anual for the Preparation of Industrial Feasibility Studies*. UNIDO.

Ridiawan, Hari dan I Made Purna. 1991. *Dampak Pariwisata Terhadap Masyarakat Sekitarnya*. Direktorat Jenderal Kebudayaan. Jurnal Internet.

Singgih, Moses L, Mokh Suef, dan Chandra Adi Putra. 2010. *Waste Reduction with Green Productivity Approach for Increasing Productivity*. Jurnal Internet.

Singgih, Moses L. 2011. *Penerapan Green Productivity pada Pabrik Pengolahan dan Pendinginan Ikan*. Jurnal Internet.

Sutalaksana, Iftikar Z, Ruhana Anggawisastra, dan Jann H. Tjakraatmadja. 1979. *Teknik Tata Cara Kerja*. Bandung: ITB.

Santono, Haryi dan Puji Nugroho. 2015. *Penerapan Green Productivity untuk Meningkatkan Productivitas dan kinerja Lingkungan di Pabrik gula Sragi. Jurnal Nasional IENACO 2015. Issn:2337-4349.*

Widuri, Endang.2015. Analisis Produktivitas Proses Penyepuhan dengan Menggunakan Metode *Green Productivity. Jurnal Nasional IENACO 2015. Issn : 2337-4349.*

PERENCANAAN DAN PENJADWALAN PRODUKSI *GREEN TEA* DENGAN PENDEKATAN *THEORY OF CONSTRAINT* PADA PT. XYZ

Humala Napitupulu[1], Meilita T. Sembiring[1], Nurul Asmah Hidayah[2]
Departemen Teknik Industri[1], Alumni Departemen Teknik Industri[2]
Universitas Sumatera Utara
Jl. Almamater Kampus USU, Medan 20155
Email : Humala_N@yahoo.co.id
Email : Meilita_tryana@yahoo.co.id
Email : Nurulasmah92@gmail.com

Abstrak. Perencanaan produksi dalam proses produksi manufaktur merupakan salah satu bagian dari sistem produksi. Perencanaan produksi menentukan pengukuran kemampuan perusahaan dalam penyediaan produk. Pengaturan perencanaan produksi yang tidak baik akan menyebabkan terjadinya penumpukan (*bottleneck*). *Bottleneck* stasiun kerja mengakibatkan perusahaan tidak mampu memenuhi permintaan. PT. XYZ adalah sebuah perusahaan manufaktur dalam bidang produksi *green tea* yang mengalami masalah tidak mampu memenuhi permintaan akibat adanya *bottleneck* pada salah satu stasiun. Hal ini dapat dilihat dari jumlah produksi *green tea* lebih kecil dari jumlah permintaan produk *green tea.* Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan penjadwalan produksi *green tea* dengan menggunakan pendekatan *theory of constraint* (TOC) untuk menghilangkan kendala (*constraint*) yang menghambat aliran produksi. Metode penjadwalan dengan prinsip-prinsip dasar *theory of constraint* (TOC) adalah sistem penjadwalan *drum buffer rope* (DBR) dengan menggunkan *time buffer*, dimana stasiun kerja yang mengalami *bottleneck* diperbaiki sehingga menjadi stasiun kerja *non bottleneck*. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa stasiun kerja IV merupakan stasiun kerja *bottleneck.* Penyebab *bottleneck* pada stasiun kerja IV adalah kurangnya kapasitas tersedia (CA).
Kata kunci: *bottleneck, theory of constraint, drum buffer rope,* penjadwalan produksi

1. Pendahuluan

PT. XYZ adalah perusahaan manufaktur yang bergerak dalam bidang produksi *green tea*. Proses produksi dapat berjalan dengan melakukan perencanaan produksi. Perencanaan produksi merupakan kegiatan penyusunan jadwal produksi sebelum kegiatan produksi dilakukan. Pengaturan rencana produksi yang tidak baik akan menyebabkan terjadinya penumpukan (*bottleneck*) pada stasiun kerja. *Bottleneck* adalah stasiun kerja yang memiliki kapasitas lebih kecil dari kapasitas yang dibutuhkan (Sonia nur, 2014). Dalam jangka panjang *bottleneck* stasiun kerja akan mengakibatkan perusahaan mengalami keterlambatan produksi sehingga permintaan tidak dapat terpenuhi.

Perusahaan saat ini mengalami masalah pada bagian produksi dikarenakan ketidakmampuan dalam memenuhi permintaan yang diakibatkan oleh penumpukan (*bottleneck*). Berdasarkan pengamatan dapat dilihat bahwa tidak semua aliran produksi berjalan lancar sehingga menyebabkan terjadinya *bottleneck* terutama pada stasiun pengeringan I (SK III) dan pengeringan II (SK IV). Penyebab penumpukan (*bottleneck*) stasiun kerja adalah adanya perbedaan kapasitas antar stasiun kerja.

Tabel 1. Daftar Penumpukan (*Bottleneck*)

Tanggal Pengamatan	Rencana Produksi (Kg)	Jumlah Produksi (Kg)	Penumpukan (Kg)
10 November	10580	7180	3400
11 November	10200	6940	3260
12 November	10340	7034	3306

Sumber : PT. XYZ

Tabel 1 menunjukkan daftar penumpukan (*bottleneck*) pada stasiun kerja IV periode kerja 10 November – 12 November.

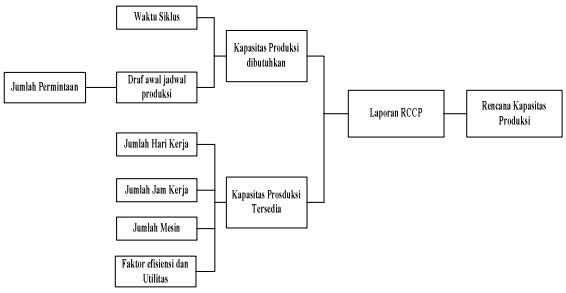
Penelitian akan dilakukan perhitungan perencanaan kapasitas secara kasar dan membandingkannya dengan kapasitas tersedia dengan menggunakan analisis RCCP (*rought cut capacity planning*). Pemecahan masalah akan diselesaikan dengan melakukan penjadwalan produksi menggunakan pendekatan *theory of constraint* dengan menerapkan 5 langkah-langkah *theory of constraint.* Metode penjadwalan yang digunakan dengan prinsip-prinsip dasar *theory of constraint* (TOC) adalah sistem penjadwalan *drum*

buffer rope (DBR) dengan menggunkan *time buffer*, dimana stasiun kerja yang mengalami *bottleneck* diperbaiki sehingga menjadi stasiun kerja *non bottleneck.*

2. METODE PENELITIAN

Tempat penelitian pada pabrik pengolahan *green tea* di Sumatera Barat. Waktu penelitian dilakukan pada bulan Agustus 2015 sampai Januari 2016. Objek penelitian yang diamati adalah bagian produksi *green tea*. Jenis rancangan penelitian yang dipakai dalam penelitian adalah penelitian terapan, karena penelitian ini mencari permasalahan yang ada untuk mengambil tindakan perbaikan (Sekaran, U. 2003). Tujuan dari penelitian adalah untuk menyusun rencana kapasitas produksi. Perencanaan kapasitas dilakukan untuk menyeimbangkan kapasitas tersedia (CA) dan kapasitas yang dibutuhkan (CR).

Dalam penelitian ini dibutuhkan kerangka teoritis untuk menunjukkan hubungan logis antara faktor/variabel yang diidentifikasi untuk menganalisis masalah penelitian (Sukaria, 2013). Kerangka teoritis penelitian dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1. Kerangka Teoritis

Gambar 1 menunjukkan rangkaian hubungan antar variabel yang digunakan dalam penelitian. Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Jumlah permintaan
2. Waktu siklus
3. Jumlah hari kerja dan jam kerja
4. Jumlah mesin produksi
5. Faktor efisiensi dan utilitas
6. Draf awal jadwal induk produksi
7. Kapasitas produksi yang dibutuhkan
8. Kapasitas produksi yang tersedia
9. RCCP
10. Jadwal induk produksi

Langkah awal dari penelitian ini adalah menghitung waktu baku dari setiap stasiun kerja. Selanjutnya meramalakan jumlah permintaan *green tea* untuk 12 bulan kedepan yang merupakan *input* awal untuk menghitung kebutuhan kapasitas dari stasiun kerja sehingga dapat teridentifikasi stasiun kerja *bottleneck* dan *non bottleneck.* Selanjutnya dilakukan penyusunan jadwal produksi *green tea* dengan pendekatan *theory of constraint*. Langkah-langkah dari *theory of constraint* adalah:

1. Identifikasi Kendala
2. Ekploitasi Kendala
3. Subordinasi
4. Elevasi Kendala
5. Mengurangi Proses

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perhitungan Waktu Baku

Waktu baku adalah waktu yang diperlukan pekerja untuk menyelesaikan suatu aktivitas (Sritomo, 1995). Waktu baku dari setiap stasiun kerja dapat dilihat pada Tabel 2.

Tanel 2. Waktu Baku Stasiun Kerja

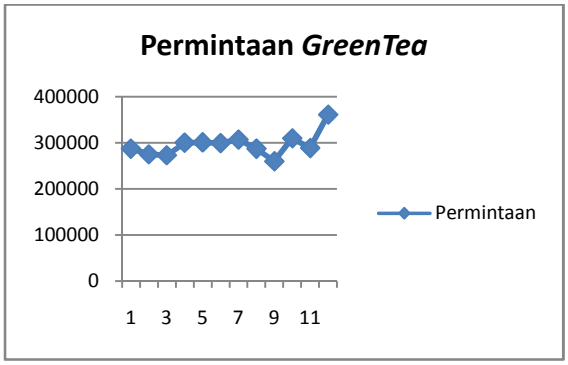
Stasiun Kerja	Waktu Siklus	All	Rf	Waktu Baku (Detik)
I	1860	11,2	1,02	2137,15
II	1813	12,5	1,04	2155,13
III	3533	11,5	1,02	4071,99
IV	50400	11,5	1,02	58088,14
V	607	11,5	1,02	700,12

Sumber : Pengolahan Data

Tabel 2 menunjukkan waktu baku pada setiap stasiun kerja yang diperoleh dari hasil waktu siklus dengan pertimbangan *allowance* dan *rating factor*.

3.2 Peramalan Permintaan

Peramalan permintaan dilakukan untuk 12 bulan kedepan. Penentuan metode peramalan dilakuakn dengan melihat pola data dari diagram pencar (*scatter* diagram) dari data permintaan *green tea*.



Gambar 2. Diagram Pencar

Gambar 2 menunjukkan pola data permintaan *green tea.* Berdasarkan pola data permintaan *green tea* metode peramalan yang digunakann adalah linear dan siklis. Hasil perhitungan tingkat *error* SEE diperoleh

metode peramalan siklis lebih baik dari metode peramalan linear. Hasil peramalan metode siklis dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Permalan Metode Siklis

Bulan	Jumlah Produksi
Agustus (2015)	311818
September (2015)	301430
Oktober (2015)	289517
November (2015)	279272
Desember (2015)	273439
Januari (2016)	273582
Februari (2016)	279662
Maret (2016)	290051
April (2016)	301963
Mei (2016)	312209
Juni (2016)	318041
Juli (2016)	317898

Sumber : Pengolahan Data

Tabel 3 menunjukkan hasil peramalan untuk 12 bulan kedepan. Hasil peramalan akan digunakan sebagai *input* untuk menghitung kapasitas yang dibutuhkan (CR).

3.3 Menyusun Rencana Produksi

3.3.1 Perhitungan Kapasitas yang dibutuhkan (CR)

Perhitungan kapasitas yang dibutuhkan (*Capacity requirement*/CR). dilakukan untuk mengetahui kapasitas yang dibutuhkan pada setiap stasiun untuk dapat memproduksi produk sesuai dengan hasil peramalan. Berdasarkan informasi dari perusahaan bahwa jumlah *output* produksi yang diperoleh adalah sekitar 65 % dari bahan baku yang diolah perusahaan. Jumlah bahan baku untuk produksi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Jumlah Bahan Baku

Bulan	Jumlah Bahan Baku
Agustus (2015)	476732
September (2015)	460849
Oktober (2015)	442636
November (2015)	426972
Desember (2015)	418055
Januari (2016)	418274
Februari (2016)	427569
Maret (2016)	443452
April (2016)	461665
Mei (2016)	477329
Juni (2016)	486246
Juli (2016)	486027

Sumber : Pengolahan Data

Tabel 4 menunjukkan jumlah bahan baku yang menjadi *input* awal stasiun kerja, dimana *Input* dari stasiun kerja ini digunakan untuk menghitung kapasitas yang dibutuhkan. Perhitungan untuk kapasitas yang dibutuhkan menggunakan rumus :

$CR = \sum_{k=1}^{n} a_k b_k$ untuk semua i, k.

a_{ik} = waktu standard pengerjaan elemen k pada stasiun kerja i

b_{ik} = Jumlah produk k yang akan dijadwalkan

Data kapasitas yang dibutuhkan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kapasitas yang Dibutuhkan

SK I	SK II	SK III	SK IV	SK V
7954617	1811656	2134192	21285640	546589
8038580	1830779	2156719	21510316	552359
8123430	1850104	2179484	21737365	558189
8209175	1869632	2202489	21966810	564081
8295826	1889366	2225737	22198676	570035
8383391	1909309	2249231	22432990	576052
8471880	1929463	2272972	22669778	582132
8561304	1949829	2296964	22909064	588277
8651671	1970410	2321209	23150877	594486
8742992	1991208	2345710	23395242	600761
8835277	2012226	2370470	23642186	607103
6939658	1580501	1861883	18569727	476848

Sumber : Pengolahan Data

Tabel 5 menunjukkan hasil perhitungan kapasitas yang dibutuhkan untuk dapat memenuhi hasil peramalan pada 12 bulan kedepan.

3.3.2. Perhitungan Kapasitas Tersedia

Perhitungan kapasitas tersedia (*Capacity Available*/CA) dilakukan untuk mengetahui kapasitas yang tersedia di pabrik untuk setiap stasiun kerja. Perhitungan CA dilakukan dengan rumus:

CA= (Total Jam Kerja x Jumlah Mesin) x utilitas x efisiensi

Hasil perhitungan kapasitas Tersedia dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6.Kapasitas Tersedia

SK I	SK II	SK III	SK IV	SK V
11425536	4379789	4194374	19363277	8759578
11031552	4228762	4049741	18695578	8457523
11819520	4530816	4339008	20030976	9061632
11425536	4379789	4194374	19363277	8759578
9455616	3624653	3471206	16024781	7249306
11425536	4379789	4194374	19363277	8759578
10637568	4077734	3905107	18027878	8155469
11819520	4530816	4339008	20030976	9061632
11425536	4379789	4194374	19363277	8759578
11819520	4530816	4339008	20030976	9061632
11819520	4530816	4339008	20030976	9061632
9455616	3624653	3471206	16024781	7249306

Sumber : Pengolahan Data

Tabel 6 menunjukkan hasil perhitungan kapasitas tersedia, dimana kapasitas tersedia merupakan kemampuan pabrik dalam melakukan produksi.

3.3.3. Identifikasi Stasiun kerja *Bottleneck*

Perhitungan varians antara kapasitas yang dibutuhkan (CR) dan kapasitas yang tersedia (CA) serta perhitungan persentase beban dilakukan untuk mengetahui stasiun kerja mana yang mengalami *bottleneck* dan *non-bottleneck*. Kriteria stasiun kerja *bottleneck* adalah nilai varians positif dan persentase beban stasiun kerja di atas 100 %. Hasil perhitungan nilai varians dan persentase beban menunjukkan bahwa stasiun kerja I, II, III, V merupakan stasiun kerja *non-bottleneck* dan stasiun kerja IV adalah stasiun kerja *bottleneck.*

3.3.4. Pengaturan Kembali Jadwal Induk Produksi dengan Pendekatan *Theory of constraint*

Pengaturan kembali jadwal induk produki *green tea* dengan pendekatan *theory of constraint* akan dilakukan untuk menghilangkan kendala sistem yaitu *capacity constraint* pada stasiun kerja sehingga dapat memenuhi permintaan konsumen. Dalam konsep penyelesaian dengan pendekatan *theory of constraint* digunakan penyangga waktu pada stasiun kerja *bottleneck* untuk menyeimbangkan aliran produksi. Langkah-langkah penyelesaian dengan pendekatan *theory of constraint* adalah:

1. Identifikasi Kendala

   Identifikasi kendala dilakukan pada *capacity constraint* untuk mendapatkan rencana kapasitas yang dapat memenuhi kapasitas stasiun kerja bottleneck. *Capacity constraint* pada sistem adalah stasiun kerja IV.

2. Eksploitasi Kendala

   Tahap ini merupakan inti dari langkah *theory of constraint* karena pada tahap ini akan ditentukan pemecahan masalah. Kendala pada kapasitas akan di selesaikan dengan sistem penambahan *time buffer* (penyangga waktu) pada stasiun kerja IV.

3. Subordinasi

   Pada langkah ini *bottleneck* pada stasiun kerja dihiilangkan dengan cara pengurangan antar kapasitas yang dibutuhkan dengan kapasitas tersedia. Perhitungan *time buffer* dilakukan dengan rumus:

   $$K = CR - CA$$

   K = *Time buffer*

   CR = Kapasitas yang dibutuhkan

   CA = Kapasitas Tersedia

4. Elevasi Kendala

   Pada langkah 3 semua *capacity constraint* sudah dapat teratasi. Hal ini menunjukkan bahwa stasiun kerja IV sudah terpenuhi kapasitasnya dan menjadi stasiun kerja *non bottleneck.*

5. Mengurangi Proses

   Seluruh stasiun sudah terpenuhi kapasitas yang dibutuhkan sehingga tidak perlu melakukan pengurangan proses. Maka langkah perbaikan selesai.

Time buffer yang ditambahkan pada stasiun kerja IV dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. *Time Buffer* Stasiun Kerja IV

Bulan	***Time Buffer* (Detik)**	***Time Buffer* (Jam)**
Agustus	10619929	164
September	10295196	159
Oktober	7221409	111
November	6912957	107
Desember	10540986	163
Januari	6264915	97
Februari	8674379	134
Maret	7282172	112
April	9497488	147
Mei	9805940	151
Juni	10470263	162
Juli	15604804	241
Rata-rata	9432536	146

Tabel 7 menunjukkan *time buffer* yang dibutuhkan agar dapat memenuhi stasiun kerja IV dan untuk menghilangkan *bottleneck* pada stasiun kerja IV.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian yaitu:

1. Hasil laporan RCCP diperoleh bahwa stasiun kerja IV adalah stasiun kerja *bottleneck* dan stasiun kerja I, II, III, dan V adalah stasiun kerja *non bottleneck.*
2. Perencanaan produksi yang merupakan draft awal jadwal induk produksi diperoleh dari hasil peramalan 12 bulan kedepan yaitu bulan Agustus 2015 – Juli 2016.
3. Setelah dilakukan pengaturan jadwal induk produksi yang optimal dengan penerapan *theory of constraint* dengan menggunakan sistem penjadwalan *drum buffer rope* dengan penambahan *time buffer* diperoleh bahwa stasiun kerja IV sudah menjadi stasiun kerja *non bottleneck.*
4. Hasil revisi jadwal induk produksi dapat digunakan sebagai jadwal induk produksi *green tea* dengan penambahan rata-rata *time buffer* 146 jam setiap bulannyastasiun kerja I, II, III, dan V adalah stasiun kerja *non bottleneck.*

DAFTAR PUSTAKA

Elwood S, Buffa. 1983. *Manajemen produksi/Operasi Modern.*Jakarta: Erlangga.

Ginting, Rosnani.2007. *Sistem Produksi*, Edisi Pertama. Yogyakarta:Graha Ilmu.

Rimawan, Erry. 2007. *Usulan Penjadwalan Produksi dengan Menggunakan Teknik Theory of Constraint di PT.XXX*. Universitas Mercu Buana: Departemen Teknik Industri.

Shabrina, Dina nur, *dkk.* 2012. *Rancangan Sistem Penjadwalan Buku Fiksi dengan Pendekatan Theory of Constraints di PT. Mizan Grafika Sarjana*. Bandung: Teknik Industri Institut Teknologi Nasional (Itenas).

Sinulingga, Sukaria.2009. *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Cetakan I. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Sinulingga, Sukaria.2013. *Metode Penelitian*. Edisi III. Medan: USU Press.

Sodikin, Imam, *dkk.* 2013. *Analisis capacity constrained Resources Guna Mengoptimalkan Aliran Produksi dengan Pendekatan Theory of Constraints.* Yogyakarta: Teknik Industri FTI.

Suci, Sonia Nur Indah, dkk, 2009. *Peningkatan Kapasitas Produksi Melalui Penerapan Theory Of Constraint, Penjadwalan Mesin Paralel, dan Bottleneck Schedulling pada Perusahaan Sheet Metal Work.* Jakarta: Universitas Trisakti.

Sutalaksana, Iftikar Z. 1979. *Teknik Tata Cara Kerja.* Bandung: Institut Teknologi Bandung

PERANCANGAN KONSEP *DISTRIBUTION RESOURCE PLANNING* (DRP) DALAM MENDUKUNG SISTEM *SUPPLY CHAIN MANAGEMENT* (SCM) PADA PT. XYZ

Sukaria Sinulingga[1], Nazaruddin Matondang[1], Donni Syahrial Hanafi Daulay[2]
Dosen Magister Teknik Industri[1], Alumni Magister Teknik Industri[2]
Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara
Jl. Almamater Kampus USU, Medan 20155
Email : drial46@ymail.com

Abstrak. PT. Gold Coin Indonesia-Medan merupakan perusahaan yang bergerak dalam industri pakan ternak memiliki rantai distribusi dari *Central Supply Facilities* (CSF) di Medan ke *Distribution Center* (DC) yang berada di Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat dan Riau serta Kepulauan Riau. Proses pendistribusian mengalami kendala dalam proyeksi permintaan pada masing-masing DC pada masa yang akan datang sebab masih cenderung menggunakan metode estimasi dan *trial and error*. Hal ini menyebabkan terjadinya keterlambatan pengiriman dan kekurangan jumlah produk pada DC sehingga tidak terpenuhinya permintaan pelanggan. Manajemen rantai pasok (*Supply Chain Management*) yang ada tidak berjalan lancar karena mengalami kendala pada rantai pasok manufaktur dan distribusi tersebut. Oleh karena itu, penulis mengambil judul penelitian "*Perancangan Konsep Distribution Resource Planning (DRP) Dalam Mendukung Sistem Supply Chain Management (SCM) Pada PT. Gold Coin Indonesia – Medan*."Penyelesaian permasalahan pendistribusian dilakukan dengan melakukan peramalan (*forecasting*) data permintaan pada setiap DC, melakukan perhitungan *order quantity*, perhitungan frekuensi pemesanan, perhitungan *safety stock*, dan penyusunan DRP *worksheet*. Konsep DRP memberikan aliran produk dari CSF ke setiap DC pada waktu dan jumlah yang sudah terintegrasi, sehingga dapat menjaga kelancaran pengiriman produk dalam memenuhi kebutuhan atau permintaan serta meningkatkan pelayanan terhadap pelanggan melalui perencanaan pendistribusian yang memproyeksikan kebutuhan yang akan datang sehingga dapat mengurangi *stock out*. Penggunaan *Distribution Resource Planning* (DRP) menyebakan penurunan biaya distribusi sebesar Rp. 58,443,442;- atau 10 % dari kondisi aktual perusahaan selama ini. Perhitungan *safety stock* dilakukan sebagai acuan pemesanan kembali pada masing-masing DC. Hasil perhitungan *safety stock* untuk masing-masing DC adalah DC 1 sebanyak 46 ton, DC 2 sebanyak 58 ton, DC 3 sebanyak 58 ton, dan DC 4 sebanyak 120 ton. Sedangkan untuk *order quantity* yang diperoleh untuk masing-masing DC adalah DC 1 sebanyak 852 ton, DC 2 sebanyak 504 ton, DC 3 sebanyak 470 ton, dan DC 4 sebanyak 360 ton. Dengan jumlah pemesanan sebagai berikut Jumlah pemesanan untuk masing-masing DC selama 13 periode yaitu DC 1 sebanyak 4 kali, DC 2 sebanyak 4 kali, DC 3 sebanyak 4 kali, dan DC 4 sebanyak 8 kali. Hal ini dapat meminimalkan biaya distribusi.
Kata Kunci: Forecasting, Order Quantity, Safety Stock, DRP dan SCM

Abstract. *PT. Gold Coin Indonesia-Medan is the company that moves in feeed mill industry which have the chain of distribution from Central Supply Facilities (CSF) in Medan to Distribution Center (DC) Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Riau, and Kepulauan Riau. The process of distribution have constraint in projected demand at each DC in future because of using estimate and trial and error.This situation resulted delivery delays and shortage of product in the DC so that the customer demand was unfulfilled. Supply Chain Management which not good flow because have problem at the manufacture and distribution. Problem solving of distribution is done with doing the forecasting of demand for data on each DC, make calculation order quantity, frequency of reservations, safety stock, and the preparation of DRP worksheet. DRP concept provides a steady stream of product from CSF to any DC at the time and the amount already integrated to maintain the smooth delivery of goods to meet the needs and to improve the service to customers through the distribution planning that project the future needs so the stock out can be reduced. The use of Distribution Resource Planning (DRP) cause the number of distribution cost decreased among Rp. 58,443,442;-;- or 10 % from company actual condition. Calculation of safety stock carried as a reference in reordering at each DC. The result calculation of safety stock for each DC are DC 1 is 46 tons, DC 2 is 58 tons, DC 3 is 58 tons, dan DC 4 is 120 tons. For order quantity each DC are DC 1 is 852 tons, DC 2 is 504 tons, DC 3 is 470 tons, dan DC 4 is 360 tons. The number of order each DC for 13 periods are DC 1 is 4 times, DC 2 is 4 times, DC 3 is 4 times, and DC 4 is 8 times. That's can reduce the distribution cost.*
Keywords: Forecasting, Order Quantity, Safety Stock, DRP and SCM

1. PENDAHULUAN

Perkembangan industri pakan ternak dewasa ini semakin maju di Indonesia khususnya di wilayah Sumatera Utara. Para investor semakin tertarik untuk menanamkan sahamnya untuk mendirikan pabrik-pabrik pakan ternak. Hal ini ditandai dengan semakin banyaknya pabrik-pabrik pakan ternak baru maupun pabrik yang berekspansi untuk meraih pangsa pasar yang semakin luas.

PT. XYZ memiliki jaringan distribusi yang cukup luas. Perusahaan ini memiliki beberapa *Distribution Center* (DC) yang berada di Padang, Payakumbuh, Pekan Baru, Batam serta wilayah Sumatera Utara dan sekitarnya. Kemudian dari masing-masing DC produk akan didistribusikan kepada pelanggan. Perusahaan ini dituntut untuk memiliki kemampuan dalam mengelola sistem distribusi dengan baik oleh manajemen dan pelanggan.

Pemenuhan permintaan yang tidak terpenuhi dengan tepat waktu dapat mengakibatkan pengangkutan (*truck*) menunggu cukup lama (berjam-jam sampai berhari) di stasiun muat produk jadi (*loading bay*) karena produk jadi yang diinginkan tidak tersedia di lantai produksi. Produk yang tidak tersedia di gudang diakibatkan oleh penjadwalan produksi yang kurang baik yang tidak memiliki dasar peramalan yang baik serta adanya variasi dalam pengiriman produk sehingga mengakibatkan pendistribusian produk tidak lancar.

Untuk dapat meminimumkan kendala-kendala tersebut maka perlu dilakukan perbaikan pada sistem yang ada pada perusahaan. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk memperbaikinya adalah dengan menganalisis sistem produksi yang ada terutama dalam dasar peramalan, penentuan persediaan dan penjadwalan pendistribusian yang diharapkan dapat mendukung sistem *Supply Chain Management* (SCM) dapat berjalan dan berintegrasi dengan baik pada setiap sub komponen yang ada pada perusahaan.

Dengan merancang konsep *Distribution Resource Planning* (DRP) yang terarah, diharapkan dapat mendukung sistem SCM pada perusahaan dalam menyelesaikan permasalahan permintaan yang tidak terpenuhi yang berdampak pada pendistribusian yang tidak lancar.

Dengan DRP perusahaan dapat memulai penjadwalan distribusi dengan lebih akurat dan pada saat yang sama dapat mencapai stabilitas produksi. DRP dapat mengolah informasi untuk memperlancar dan mengatur pemasaran, sehingga dapat menyeimbangkan antara permintaan dan pendistribusian.

Sistem SCM dengan karakteristiknya memberikan kemudahan dalam hal interaksi antar *stakeholder* dinilai mampu menjawab permasalahan yang ada. SCM dapat meminimalkan permasalahan berkaitan penyediaan dan pendistribusian dengan sistem SCM tersebut.

2. METODE PENELITIAN

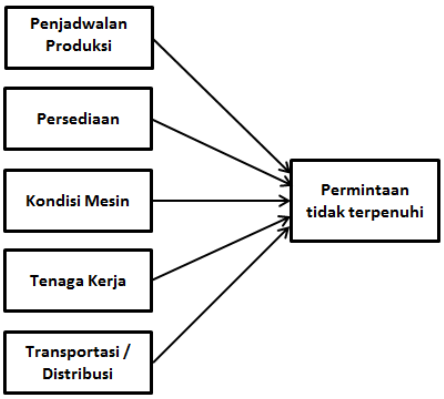
Metode penelitian merupakan tahapan-tahapan, petunjuk pelaksanaan, atau petunjuk teknis dalam melakukan pencarian masalah, penentuan solusi, dan mencari solusi dari masalah penelitian. Kerangka pikir merupakan gambaran proses berpikir dalam memecahkan permasalahan penelitian

2.1. Variabel Penelitian

Variabel yang mempengaruhi dalam penelitian ini antara lain:

1. Permintaan dan Pendistribusian
   Yang termasuk sub kriteria pada kriteria ini adalah:
   a. Waktu produksi dan perjalanan dalam pendistribusian produk
   b. Kapasitas waktu produksi suatu produk dan waktu kendaraan
   c. Penjadwalan produksi yang baik
   d. Kemampuan mengatasi kerusakan mesin saat beroperasi serta pada saat melayani kebutuhan pelanggan
   e. Pengelolaan persediaan untuk memenuhi permintaan.
2. *Distribution Requirement Planning* (DRP)
   Yang termasuk sub kriteria pada kriteria ini adalah:
   a. Peramalan permintaan
   b. Penentuan *Safety Stock*
   c. *Order Quantity*
   d. *Lead Time* pemesanan
   e. Wilayah tujuan konsumen
3. *Supply Chain Management* (SCM)
   Yang termasuk sub kriteria pada kriteria ini adalah:
   a. Inventarisasi kebutuhan *stakeholder*
   b. Identifikasi *supply chain*
   c. Jalur *supply chain*
   d. Perencanaan dan eksekusi *supply chain management*

Penelitian dapat terlaksana secara terstruktur dan menjadi lebih mudah apabila tersedia kerangka konseptual penelitian yang akan dilakukan. Kerangka konseptual dalam penelitian ini dapat dilihat seperti pada Gambar 1 di bawah ini :



Gambar 1. Kerangka Konseptual Penelitian

2.2. Metode Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan ada dua jenis yaitu:

1. Data primer berupa mekanisme dan aktivitas *supply chain* khususnya pada aspek distribusi perusahaan
2. Data sekunder berupa data yang diperoleh melalui pihak perusahaan dan karyawan PT. XYZ yaitu:

a. Data permintaan masing-masing DC selama 26 minggu periode bulan Juli 2015 sampai dengan Desember 2015
b. Persediaan periode sebelumnya dan *Lead time*
c. Informasi biaya yang digunakan seperti biaya pemesanan, biaya pengiriman, dan ongkos simpan.

2.3. Metode Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan metode *Distribution Resources Planning*:

1. Tahapan pertama yang dilakukan adalah melakukan peramalan terhadap jumlah permintaan untuk periode berikutnya. Peramalan dilakukan untuk mengetahui perkiraan permintaan untuk 13 minggu periode bulan dari Januari 2016 sampai dengan Maret 2016, dimana data yang digunakan sebagai dasar dalam melakukan peramalan adalah data permintaan 26 minggu sebelumnya. Metode peramalan yang digunakan adalah *double exponential smoothing* dengan satu parameter Brown dan *double exponential smoothing* dengan dua parameter Holt dan pemilihan peramalan terbaik dilakukan dengan membandingkan kesalahan peramalan. Peramalan terbaik adalah peramalan yang memiliki kesalahan terkecil.
2. Selanjutnya dilakukan penentukan Q optimum, *reorder point*, *safety stock* dengan menggunakan model Q dengan sistem *back order*.
3. Penentuan aplikasi perencanaan produksi dan distribusi dengan menggunakan metode *Distribution Resources Planning* yang ditampilkan pada *Distribution Resources Planning Worksheet*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Perancangan Konsep

Dari hasil perhitungan *order quantity* yang dilakukan untuk mengetahui jumlah optimum yang akan dikirimkan untuk setiap kali pemesanan. Perhitungan jumlah optimum dilakukan agar dapat memenuhi permintaan *Distribution Center* (DC) dan meminimalkan biaya distribusi. Jumlah optimum yang diperoleh setelah dilakukan perhitungan menggunakan model Q probabilistik dengan *back order* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. *Order Quantity* Setiap DC Menggunakan Model Q Probabilistik *Back Order*

Order Quantity (ton)	DC			
	1	2	3	4
	852	504	470	360

Berdasarkan tabel 1 di atas dapat dilihat dengan mendapatkan *order quantity* dari masing-masing DC maka akan dapat meminimalisir terjadinya variasi pengiriman produk.

Berdasarkan hasil perhitungan *reorder point* yang dilakukan untuk mengetahui titik pemesanan kembali yang dilakukan oleh DC, maka rekapitulasi perhitungan *reorder point* sebagai berikut:

Tabel 2. Rekapitulasi Perhitungan *Reorder Point* Masing-masing DC

Reorder Point (ton)	DC			
	1	2	3	4
	274	153	133	226

Reorder point hasil perhitungan DRP memberikan dampak pada proses pengiriman yang dilakukan setiap bulannya.

Dari hasil perhitungan *safety stock* yang dilakukan untuk mengetahui persediaan pengaman yang ada di gudang masing-masing DC, maka rekapitulasi perhitungan *safety stock* masing-masing DC dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 3. Rekapitulasi Perhitungan *Safety Stock* Masing-masing DC

Safety Stock (ton)	DC			
	1	2	3	4
	46	58	58	120

3.2. Biaya Distribusi

Perbandingan biaya distribusi yang dilakukan perusahaan dengan distribusi menggunakan DRP ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Biaya Distribusi Aktual Perusahaan dengan Biaya Distribusi Hasil DRP

DC	Biaya Distribusi (Rp)		DC		Biaya Distribusi (Rp)
	Aktual				Metode DRP
1	153,268,059		1		125,958,909
2	133,188,123		2		118,987,347
3	118,507,223		3		104,303,747
4	199,763,375		4		197,033,335
Total	604,726,782		Total		546,283,340

Persentase penurunan biaya distribusi yang diperoleh setelah menggunakan metode DRP dengan penggabungan DC yaitu sebesar :

$$= \frac{(604,726,782 - 546,283,340)}{604,726,782} x100\%$$

= 10 %

Dari Tabel 4 dan perhitungan di atas dapat dilihat bahwa setelah dilakukan perhitungan biaya distribusi dengan metode DRP, perusahaan akan menghemat biaya sebesar Rp 58,443,442 atau 10 % dari biaya yang dikeluarkan perusahaan.

3.3. DRP *Worksheet*

Dari jumlah permintaan selama 13 periode, maka dapat disusun perencanaan DRP untuk setiap DC dalam *time bucket* bulanan sebab *lead time* masing-masing DC satu bulan.

Tabel 5. DRP Worksheet *Distribution Center* 1

On Hand Balance 300 *Lead Time (week)* 0

Safety Stock 46 *Order Quantity* 852

	Past Due	Week												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Demand Forecast		282.90	273.67	264.44	255.22	245.99	236.76	227.53	218.31	209.08	199.85	190.63	181.40	172.17
In Transit														
Projected on Hand	300	869.10	595.43	330.99	75.77	681.78	445.02	217.49	851.18	642.10	442.25	251.62	70.22	750.05
Planned Shipments - Receipt Date		852				852			852					852
Planned Shipments - Ship Date		852				852			852					852

Dari Tabel 5, dapat dilihat DRP *worksheet* pada setiap *distribution centre* dimana memperlihatkan sistem kegiatan perencanaan dan penjadwalan distribusi di *distribution centre* yang didasarkan pada peramalan. DRP *worksheet* dibuat untuk memperlihatkan secara detail dan jelas jumlah permintaan, *safety stock*, *order quantity* dan *lead time*.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa: Faktor-faktor yang menyebabkan distribusi tidak lancar adalah penjadwalan produksi dan pengiriman yang tidak baik, persediaan yang tidak mencukupi, mesin yang rusak, serta tenaga kerja yang kurang kompeten dan disiplin. *Distribution Resource Planning* (DRP) yang dapat mengoptimalkan pendistribusian dengan menyesuaikan jadwal dan jumlah pengiriman sesuai dengan DRP *worksheet* dan *pegging information.* Hal ini dapat menghemat biaya pendistribusian sebesar Rp. 58,443,442;- atau 10 % dari biaya yang dikeluarkan perusahaan. Dengan hasil perhitungan jumlah pengiriman atau *order quantity* masing–masing DC yaitu DC 1 sebanyak 852 ton, DC 2 sebanyak 504 ton, DC 3 sebanyak 470 ton, dan DC 4 sebanyak 360 ton. Jumlah pemesanan untuk masing-masing DC selama 13 periode yaitu DC 1 sebanyak 4 kali, DC 2 sebanyak 4 kali, DC 3 sebanyak 4 kali, dan DC 4 sebanyak 8 kali. Hal ini dapat meminimalkan biaya distribusi. Besar jumlah persediaan pengaman yang harus disediakan perusahaan untuk memenuhi permintaan pelanggan adalah DC 1 sebanyak 46 ton, DC 2 sebanyak 58 ton, DC 3 sebanyak 58 ton, dan DC 4 sebanyak 120 ton.

DAFTAR PUSTAKA

Abdillah, Adib Fahrozi. (2009), *Perencanaan dan Penjadwalan Aktivitas Distribusi Hasil Perikanan Dengan Menggunakan Distribution Requirement Planning (DRP)*, Jurusan Teknik Industri, fakultas Teknologi Industri, Universitas Pembangunan Nasional.

Akbar, Muhammad Fakhri. (2013*). Studi Aplikasi Distribution Resource Planning Dalam Pendistribusian Produk Mi Instan Pada PT. "X" DI Tanjung Morawa*, Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara.

Baroto, Teguh. (2002), *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*, Jakarta, Ghalia Indonesia.

Camito Paz, Juan. (2015), *Redesign of a Supply Network by Considering Stochastic Demand*, Universidad Javeriana Cali, Colombia

Fogarty, Blakstone, Hoffmann. (1991), *Production & Inventory Management Second Edition*, Cincinnati, Ohio, South – Western Publishing Co.

Gaspersz, Vincent. (2009) *Production Planning and Inventory Control : Berdasarkan Pendekatan Sistem Terintegrasi MRP II dan JIT Menuju Manufacturing 21*, Jakarta, PT. Gramedia Pustaka Utama.

Gimenez, Gerusa. (2000), *Implementing a Distribution Requirement Planning System in a Distribution Company*, Universitat de Girona

Ginting, Rosnani. (2007) *Sistem Produksi*, Yogyakarta, Graha Ilmu.

Houshyar, Afsaneh Noori, dkk. (2013), *Simulating Effects of Transportation Disruption on Supply Chain Based on Vendor Managed Invertory Approach*, University Putra Malaysia & University Kebangsaan Malaysia

Kundu, Soumita. Tripti Chakrabarti, (2015), *An Integreted Multi-Stage Supply Chain Inventory Model with Imperfect Production Process*, University of Calculta, India and Growing Science Ltd.

Martin, Andre J. (1995) *DRP : Distribution Resource Planning*, Canada, John Wiley & Sons, Inc.

Miguel, Priscila Lacynski de Souza, Luiz Arthur Ledur Brito. (2011), *Supply Chain Management Measurement and its Indluence on Operational Performance*, JOSCM.

Noeryanti, Ely Oktafiani, Fera Andriyani. (2012), *Aplikasi Pemulusan Eksponensial Dari Brown Dan Dari Holt Untuk Data Yang Memuat Trend*, Jurusan Matematika, Fakultas Sains Terapan, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta.

Pujawan, I Nyoman. (2005), *Supply Chain Management Edisi Pertama*, Surabaya, Guna Widya.

Sekhar JVD, Chandra, Balasubramanian V. (2012), *DRP: A Novel Aprroach for Requirement planning in Supply Chain Mangement*, School of Company Science and Engineering, VIT University, India.

Sinulingga, Sukaria. (2008), *Pengantar Teknik Industri*, Yogyakarta, Graha Ilmu.

Sinulingga, Sukaria. (2009), *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*, Yogyakarta, Graha Ilmu.

Sinulingga, Sukaria. (2014), *Metode Penelitian*, Edisi 3, Medan, USU Press.

Sinulingga, Sukaria. (2014), *Rekayasa Produktivitas*, Medan, USU Press.

Sofyan, Diana Khairani. (2013), *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*, Yogyakarta, Graha Ilmu.

Sri Wiyono, Didiek. Wahyudi Sutopo, (2009), *Perancangan Model Distribusi Komoditas Padi Paska – Panen Berbasis Supply Chain Management (Studi Kasus Sistem SAPA)*, Jurusan Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret, Surakarta

Jurnal Sistem Teknik Industri, Vol 18. No. 1, Januari 2016
ISSN 1411 – 5247

ANALISIS KEUNGGULAN DAN KELEMAHAN MERK FRUIT TEA

Sukaria Sinulingga[1], Humala Napitupulu[1], Ferdyanta Sitepu[2]
Program Magister Teknik Industri[1], Alumni Program Magister Teknik Industri[2]
Fakultas, Universitas Sumatera Utara
Jl. Almamater Kampus USU, Medan 20155
Email: yantaonline@gmail.com
Email: sukaria_sinulingga@yahoo.com
Email : humala_n@yahoo.com

Abstrak: Penelitian Ini bertujuan melakukan mengidentifikasi dan menganalisis faktor–faktor Ekuitas Merek *(Brand Equity)*, yang terdiri dari *Brand Awareness, Brand Association* dan *Perceived Quality – Marketing Mix*, yang mempengaruhi loyalitas konsumen *(Brand Loyalty)* didalam membeli suatu produk minuman teh rasa buah dalam kemasan, sehingga diketahui faktor faktor *Brand Equity* yang paling menentukan keunggulan dan kelemahan produk merek Fruit Tea yang diproduksi oleh PT. Sinar Sosro dibandingkan dengan merek Frestea yang diproduksi oleh PT. Coca-Cola Indonesia, berdasarkan preferensi konsumen di didalam memilih merek minuman teh rasa buah dalam kemasan.Dua ratus Responden Mahasiswa Universitas Sumatera Utara dilibatkan dalam penelitian yang dipilih menggunakan Teknik *Non probability sampling*, dimana pemilihan sampel ditentukan dengan model *Purposive* dan *Judgment sampling* dengan pertimbangan tertentu yaitu pernah mengkonsumsi produk dengan merek Fruit Tea maupun produk merek Fres Tea kemasan apa saja. Pengumpulan data dilakukan dengan menyebar kuesioner, dan metode analisis data dilakukan dengan Analisis Regresi Linier Berganda, Koefisien Determinasi, Signifikansi Simultan *(Uji F)*, Signifikansi Parsial *(Uji T)*, Perbandingan Berpasangan *(Paired – Samples t Test)*, *Customer Satisfaction Index*, Analisis Tingkat Kepentingan dan Kinerja Atribut Dimensi Kualitas Produk, dan Analisis Loyalitas Konsumen.Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara garis besar dari 3 pembentuk variable *Brand Equity*, diketahui merek Fres Tea unggul pada *Brand Awareness* dan *Perceived Quality*, sedangkan merek Fruit Tea unggul pada *Brand Association*. Secara keseluruhan atribut–atribut pembentuk *Brand Equity* produk merek Fres Tea lebih unggul dibanding dengan merek Fruit Tea termasuk tingkat Loyalitas Responden *(Brand Loyalty)* didalam membeli produk merek Frestea.
Kata Kunci : Ekuitas Merek, Bauran Pemasaran, Loyalitas Konsumen, Kepuasan Konsumen.

Abstract: This research is aims to identify the factors of brand equity which consists of Brand Awareness, Brand Association and Perceived Quality - Marketing Mix, which affects consumer loyalty (Brand Loyalty) in the purchase of a fruit-flavored tea drinks in pack. thus the brand Equity factor most decisive advantages and disadvantages fruit-flavored tea drinks in pack. which is produced by PT. Sinar Sosro compared with Frestea brand produced by PT. Coca-Cola Indonesia is known, which is done by identification and analysis of factors of brand equity, based on the preferences of consumers in the area of Medan in choosing fruit-flavored tea drinks in pack. Two hundred respondents of North Sumatra University students included in the study were selected using non-probability sampling technique in which the sample selection is determined by the model of purposive sampling with particular consideration that is person who ever consumed Fruit Tea and FresTea brands. Data collected by spreading questionnaire and method of data analysis was done with Analysis Regression, Coefficient of Determination, Significance Simultaneous (Test F), Significance Partial (Test T), Pairwise Comparison (Paired - Samples t Test), Customer Satisfaction Index, Analysis of Product Performance and Importance and Customer Loyalty Analysis.The results showed that Frestea more superior Brand Awareness and Perceived Quality, while the Fruit Tea superior in Brand Association. Overall, attributes Brand Equity forming Frestea product is superior compared to Fruit Tea including Customer Loyalty in buying product Frestea.
Keywords : *Brand Equity, Customer Loyalty, Marketing Mix, Customer Satisfaction*

1. PENDAHULUAN

Menurut Ismani, 2008 dalam Rizan & Saidani, (2012), melalui penelitiannya mengatakan, bahwasanya munculnya berbagai macam produk dalam satu kategori dengan kualitas produk yang sudah menjadi standar dan dapat dengan mudah ditiru dan dimiliki oleh siapapun mengakibatkan sulitnya suatu perusahaan untuk mempertahankan dirinya sebagai pemimpin pasar. Dewasa ini salah satu jenis industri yang mengalami perkembangan industri yaitu yang menawarkan produk minuman. PT. Sinar Sosro bukan hanya sebagai pabrik

minuman teh siap saji pertama di Indonesia tetapi juga di dunia. Bahkan di bawah kendali Sinar Sosro, merek Fruit Tea tumbuh menjadi pemimpin pasar dan menjadi *Umbrella Brand* (merek penguat) bagi merek-merek lain diluar merek Teh Botol Sosro yang diproduksi oleh PT. Sinar Sosro dan pada tahun 2004 memperoleh *Indonesia Best Brand Award* sebagai *Most Potential Brand In Non-Carbonated Drink Category*. Namun, dominasi PT. Sinar Sosro dimasuki pendatang baru yang mengikuti varian rasa Fruit Tea yaitu merek Frestea yang diproduksi oleh PT. Coca-Cola, yang berusaha mengambil pangsa pasar Fruit Tea. Hal ini terlihat dari Penurunan nilai *Top Brand* merek Furit Tea yang mengindikasikan sebagian konsumen merek Fruit Tea mulai berpindah ke merek yang lain dan hal ini merupakan dampak dari menurunya pemasaran di pangsa pasar minuman teh dalam bentuk kemasan yang terjadi di beberapa cabang yang salah satunya adalah PT. Sinar Sosro cab. Tanjung Morawa. Selain turunnya citra merek, Fruit Tea juga mengalami volume penjualan yang berfluktuasi, dan penuruan volume penjualan produk merek Fruit Tea terjadi secara signifikan dari tahun 2012 s/d 2014. Penurunan persentase market share yang terjadi yang sangat signifikan mengindikasikan adanya permasalahan loyalitas merek dari pelanggan Fruit Tea. Dapat dikatakan juga bahwasanya penurunan pangsa pasar *(Market Share)* yang dialami oleh Fruit Tea diiringi dengan kenaikan persentase pangsa pasar dari beberapa merek pesaingnya. Hal ini mengindikasikan bahwa sebagian konsumen Fruit Tea mulai berpindah ke merek lain.Untuk itu, perlu di lakukan identifikasi dan analisis terhadap faktor-faktor ekuitas merek yang menentukan keunggulan dan kelemahan merek Fruit Tea dibanding merek pesaing berdasarkan preferensi konsumen didalam memilih suatu merek. Untuk itu, perlu di lakukan identifikasi dan analisis terhadap faktor-faktor ekuitas merek yang menentukan keunggulan dan kelemahan merek Fruit Tea dibanding merek pesaing berdasarkan preferensi konsumen. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk Melakukan identifikasi dan analisis faktor-faktor Ekuitas Merek *(Brand Equity)*, yang menjadi keunggulan dan kelemahan merek Fruit Tea dibandingkan dengan merek pesaing berdasarkan preferensi konsumen di wilayah Kota Medan didalam memilih merek minuman teh rasa buah dalam kemasan dan Merekomendasi alternatif strategi peningkatan citra merek Fruit Tea berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Universitas Sumatera Utara selama bulan September 2014 sampai dengan Agustus 2015. Populasi dalam penelitian ini adalah Mahasiswa/i Universitas Sumatea Utara.. Sedangkan Sampel dari penelitian ini adalah sebagian dari Mahasiswa Universitas Sumatera Utara (USU) yang pernah mengkonsumsi minuman teh rasa buah dalam kemasan merek Fruit Tea maupun merek Frestea yaitu sebanyak 200 orang. Jenis penelitian ini dikategorikan merupakan penelitian penelitian gabungan antara penelitian survey dan juga sebab akibat *(causal research)*. Sedangkan pendekatan yang digunakan pada penelitian ini adalah pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Teknik pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Non probability sampling* dan pemilihan sampel ditentukan dengan model *Purposive sampling*, yaitu mahasiswa yang pernah mengkonsumsi minuman teh rasa buah dalam kemasan. Pertimbangan lain yaitu di wilayah Perguruan Tinggi karena lebih mudah untuk mendapatkan produk, tingkat kemungkinan yang besar untuk mendapatkan para responden yang membeli dan/atau sedang minuman teh rasa buah dalam kemasan (merek Fruit Tea maupun Frestea) sehingga mudah dalam mendapatkan responden. Sedangkan tipe pengambilan sampel menggunakan metode *Judgement Sampling*. Sampel diambil berdasarkan kriteria yang telah dirumuskan terlebih dahulu oleh peneliti yaitu mahasiswa yang pernah mengkonsumsi merek Fruit Tea maupun Frestea.

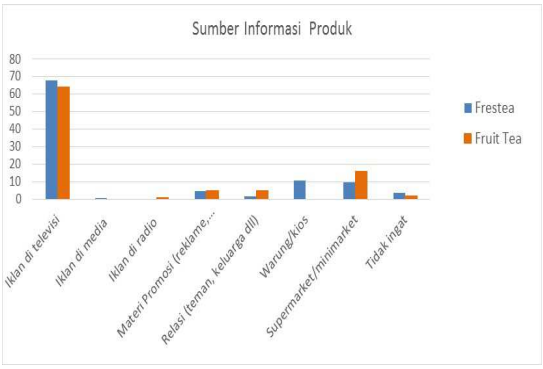
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Analisis Data Kualitatif.

i. Sumber Informasi tentang merek Fruit Tea dan Frestea.

Berdasarkan hasil dari data yang telah diperoleh pada Gambar 1., terlihat bahwa jumlah persentase responden yang mendapat informasi tentang produk merek Frestea dari iklan televisi sebanyak 68%, sedangkan merek Fruit Tea adalah 64%. Selain itu, jumlah responden yang mendapat informasi dari iklan di media cetak maupun di media sosial, berturut – turut hanya 1% dan 4%.

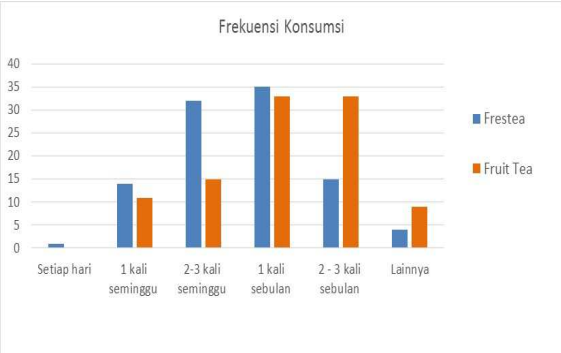
ISSN 1411 – 5247



Gambar 1. Sumber Informasi Produk merek Fruit Tea dan Frestea

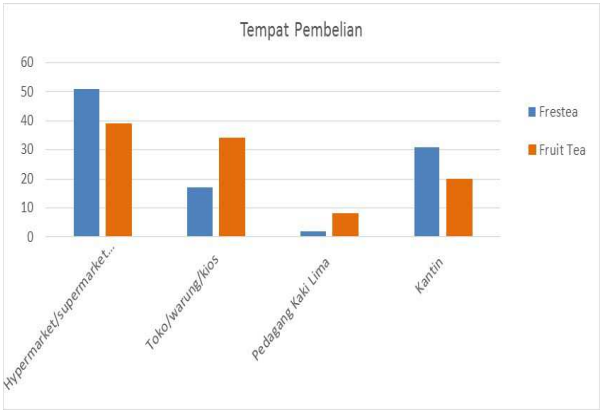
ii. Frekuensi Konsumsi merek Fruit Tea dan Frestea

Pada gambar 2, terlihat bahwa kelompok responden yang rata-rata konsumsi merek Fruit Tea, 1 dan 2–3 bulan sekali memiliki persentase terbesar, yaitu sebasar 33%. Urutan selanjutnya adalah kelompok responden yang mengkonsumsi merek Fruit Tea sebanyak 2–3 kali seminggu, yaitu sebesar 15%. Responden yang mengkonsumsi merek Fruit Tea 1 kali seminggu sebanyak 11%. Sementara itu konsumen yang mengkonsumsi merek Frestea 1 kali seminggu sebesar 14% dan 2 – 3 kali seminggu sebesar 32%.



iii. Distribusi/ Tempat Pembelian.

Berdasarkan data yang telah dikumpulkan, terlihat gambar 3., bahwa kelompok responden paling banyak melakukan pembelian produk merek Frestea di Supermarket yaitu sebanyak 56% sedangkan pembelian produk merek Fruit Tea 42%. Urutan selanjutnya responden melakukan pembelian di warung/kios/toko kelontong yaitu sebanyak 25% untuk pembelian produk merek Frestea. Sedangkan pembelian produk merek Fruit Tea sebesar 40%.



Gambar 3. Tempat Pembelian Produk merek Fruit Tea dan Frestea

iv. Perbandingan Berpasangan *(Paired T test)* merk Fruit Tea vs Fres Tea.

1. *Perceived Quality*

Hasil pengolahan data pengujian berpasangan *Perceived Quality–Marketing Mix* antara merek Frestea dengan merek Fruit Tea dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Perbandingan *Perceived Quality – Marketing Mix* Merek Fruit Tea dan Frestea

No.	Atribut	Fruit Tea		Fres Tea		t value	Sig.	Sig.
		μ	SD	μ	SD		(2 tail)	(1 tail)
1	Banyaknya varians rasa buah	4,02	,745	3,60	1,013	4,240	,000	,000
2	Desain Logo dan kemasan menarik	3,33	,888	3,79	0,967	-4,826	,000	,000
3	Pelepas dahaga/Kesegaran	3,72	,869	3,33	1,002	4.051	,000	,000
4	Rasa buah	3,65	,844	3,75	0,938	-1,069	,286	,143
5	Aroma teh rasa buah	3,60	,930	3,15	0,802	-4,930	,000	,000
6	Harga lebih murah dibanding dengan produk lain yang sejenis	3,06	1,475	3,26	1,005	-1,857	,065	,032
7	Kemasan praktis & mudah dibawa	3,46	,937	3,59	1,129	-1,300	,195	,098
8	Banyaknya iklan di Media	3,27	0,846	3,52	0,917	-2,684	,008	,004
9	Kemudahan mendapatkan produk di pasar.	3,29	0,874	3,43	0,819	-1,612	,109	,054

Dari hasil pengolahan data pada Tabel 5. diatas, melakukan hipotesis satu sisi *(one tailed)*, yaitu = *(Hi:*$\mu_{Frestea} > \mu_{Fruit\ \ Tea}$*)*. Dari Sembilan atribut *Perceived Quality–Marketing Mix* yang dinilai, diketahui bahwa purata *Perceived Quality – Marketing Mix* pada atribut ke 2,4,6,7,8 dan 9 merek Fres Tea lebih besar jika dibandingkan dengan purata produk merek Fruit Tea, namun atribut yang memiliki nilai *p–value* lebih kecil dari α = 0,05 adalah atribut ke 1,2,3,5,6 dan 8. Sedangkan untuk atribut ke 1,3, dan 5, yaitu masing–masing atribut "rasa buah, kemasan praktis dan mudah dibawa, serta Kemudahan mendapatkan produk dipasar", diketahui purata *Perceived Quality–Marketing Mix* produk Fruit Tea lebih besar dibandingkan dengan purata produk merek Fres Tea, namun berdasarkan hasil perhitungan uji berpasangan diketahui bahwa atribut ke 4,7 dan 9 yang memiliki nilai *p – value* masing–masing lebih besar dari α = 0,05. Sehingga secara garis besar terdapat perbedaan antara Kesan Kualitas–Bauran Pemasaran merek Fruit
Tea dengan disbanding merek FresTea. Dimana produk merek FresTea 70% lebih unggul dibandingkan dengan produk merek Fruit Tea, dengan kata lain produk merek Fruit Tea belum memenuhi harapan konsumen dibandingkan dengan merek Frestea.

2. *Brand Awareness*

Dari hasil pengolahan data pada Tabel 2 dibawah, diketahui bahwa purata *Brand Awareness* pada atribut ke 1 dan 2 merek Fres Tea lebih besar jika dibandingkan dengan purata produk merek Fruit Tea, dan juga memiliki nilai *p – value)* lebih kecil dari α = 0,05, sehingga merupakan bukti kuat untuk menolak *(Ho:*$\mu_{Frestea} \leq \mu_{Fruit\ \ Tea}$*)* dan menerima *(Hi:*$\mu_{Frestea} > \mu_{Fruit\ Tea}$*).* Sedangkan pada atribut ke 3, diketahui bahwa purata merek Fruit tea lebih besar dibanding dengan purata merek Fres Tea, dan juga nilai *p – value* lebih besar dari α = 0,05, sehingga merupakan bukti kuat untuk menerima *Ho* dan menolak *Hi.*

Secara garis besar produk merek Fres Tea lebih unggul pada atribut 1 dan 2. Sedangkan pada atribut ke 3, tidak terdapat perbedaan, karena responden sama – sama sadar akan kehadiran produk merek Fruit Tea maupun produk merek Fres Tea yang merupakan produk minuman teh rasa buah dalam kemasan. Namun, secara garis besar, kesadaran responden terhadap produk merek Fres Tea lebih besar dibandingkan dengan produk merek Fruit Tea.

3. *Brand Association.*

Pada Tabel 3, dapat dilihat bahwa dari tiga atribut *Brand Asasociation* yang dinilai, diketahui bahwa purata *Brand Association* pada atribut ke 1 dan 2 merek Fres Tea lebih besar jika dibandingkan dengan purata produk merek Fruit Tea, namun hanya atribut ke 2 yang memiliki nilai *p – value* lebih kecil dari α = 0,05, sehingga merupakan bukti kuat untuk menerima *Hi.* Sedangkan untuk atribut ke 1, memiliki nilai *p – value* lebih besar dari α = 0,05, sehingga bukti kuat untuk menerima *Ho* Sementara itu, pada atribut ke 3, diketahui bahwa purata merek Fruit Tea lebih besar dibanding dengan purata merek Fres Tea, namun nilai *p – value* lebih besar dari α = 0,05, sehingga merupakan bukti kuat untuk menerima *Ho* dan menolak *Hi.*

Tabel 2. Perbandingan Berpasangan *Brand Awareness* Merek Fruit Tea dan Frestea

No.	Atribut	Fruit Tea		Fres Tea		t value	Sig. (2 tailed)	Sig. (1 tailed)
		μ	SD	μ	SD			
1	Saya dapat mengingat cepat Logo Atau Simbol Merek Fruit Tea/ FresTea dengan hanya melihat bentuk botol atau kemasan	3,30	1,50	3,57	0,04	-2,496	0,013	0.007
2	Merek Fruit Tea/ FresTea adalah merek pertama kali muncul dalam benak saya ketika membeli minuman teh rasa buah	3,37	1,49	3,73	1,22	-3,425	0,001	0.000
3	Apabila diminta menyebutkan Nama Merek produk minuman teh rasa buah, maka Fruit Tea/ FresTea adalah merek yang pertama kali muncul dibenak saya	3,61	1,37	3,52	1,30	0,817	0,415	0.208

Tabel 3. Perbandingan Berpasangan *Brand Association* Merek Fruit Tea dan Frestea

No.	Atribut	Fruit Tea		Fres Tea		t value	Sig. (2 tailed)	Sig. (1 tailed)
		μ	SD	μ	SD			
1	Saya bangga mengkonsumsi produk merek Fruit Tea/Fres Tea	3,46	1,26	3,34	1,26	1,011	0,314	0,157
2	Fruit Tea/Fres Tea adalah minuman teh rasa buah dalam kemasan merek dari perusahaan terkenal.	3,59	1,28	3,34	1,26	2,604	0,010	0,005
3	Informasi yang terdapat pada Iklan maupun kemasan produk merek Fruit Tea/Fres Tea tentang isi kandungan, rasa buah dan manfaatnya membuat saya menyukainya.	3,39	1,49	3,52	1,46	1,527	0,128	0,064

Dari tiga atribut *Brand Asasociation* yang dinilai, diketahui bahwa purata *Brand Association* pada atribut ke 1 dan 2 merek Fres Tea lebih besar jika dibandingkan dengan purata produk merek Fruit Tea, namun hanya atribut ke 2 yang memiliki nilai *p–value* lebih kecil dari α = 0,05. Sedangkan untuk atribut ke 1, memiliki nilai *p–value* lebih besar dari α = 0,05, Sementara itu, pada atribut ke 3, diketahui bahwa purata merek Fruit Tea lebih besar dibanding dengan purata merek Fres Tea, namun nilai *p–value* lebih besar dari α = 0,05, sehingga merupakan bukti kuat untuk menerima *Ho* dan menolak *Hi.* Secara garis besar, , diketahui responden lebih mengenal dengan baik produk merek Fres Tea yang dibandingkan dengan produk merek Fruit Tea, sehingga responden merasa yakin akan kualitas produk yang dikeluarkan oleh PT. Coca – cola Company.

v. Indeks *Customer Satisfaction Index*

Atribut kepuasan konsumen dan kepentingan atribut terdiri dari 9 atribut, yaitu dapat dilihat pada table 4 berikut:

Tabel 4. Atribut Kepuasan dan Kepentingan Atribut.

No	Atribut
1	Banyaknya varians pilihan rasa buah
2	Desain Logo dan kemasan yang menarik
3	Pelepas dahaga/Kesegaran
4	Rasa buah
5	Aroma teh rasa buah
6	Harga lebih murah dibanding dengan produk lain yang sejenis
7	Kemasan praktis dan mudah dibawa
8	Banyaknya penayangan iklan di Media
9	Kemudahan untuk mendapatkan produk di pasar.

Berdasarkan tingkat kepuasan konsumen yang terlihat pada tabel 5. terhadap produk merek Fruit Tea, maka dilihat dari nilai *Customer Satisfaction Index (CSI)* menunjukan hasil 80%. Dilihat dari indeks kepuasan konsumen, maka dapat dikatakan seluruh atribut dimensi kualitas yang diuji masuk ke dalam kategori puas (60 % < CSI ≤ 80%).

Tabel 5. *CSI* merek Fruit Tea

Atribut	MIS	MSS	WF	WS
1	3,90	4,02	0,12	0,499
2	4,45	3,33	0,14	0,472
3	4,10	3,72	0,13	0,486
4	3,83	3,65	0,12	0,445
5	3,78	3,60	0,12	0,433
6	4,46	3,06	0,14	0,435
7	4,09	3,46	0,13	0,451
8	4,33	3,27	0,14	0,451
9	3,50	3,29	0,11	0,367
Jumlah	36,44	31,40		4,03
CSI = (4,039 : 5) x 100% = 80%				

Walaupun CSI menunjukkan nilai 80%., setiap waktu kepuasan konsumen dapat berubah, hal ini bisa terjadi tergantung dari tingkat kepentingan yang dibutuhkan oleh konsumen. Untuk itu manajemen PT. Sinar Sosro perlu memprioritaskan perbaikan beberapa atribut merek fruit tea, hal ini dikarenakan sebesar 20% menunjukkan ketidakpuasan para responden.

vi. Tingkat Kepentingan dan Kinerja Dimensi Kualitas Merek Fruit Tea

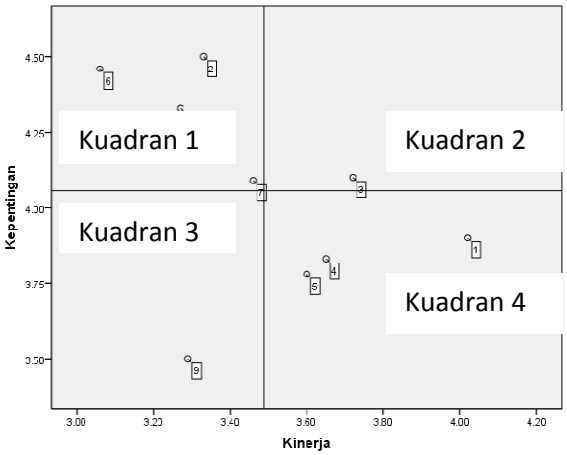
Adapun Penilaiaan konsumen terhadap tingkat kepentingan atribut-atribut dapat dilihat pada Tabel 6 Tabel ini menunjukan seberapa penting suatu atribut merek Fruit Tea yang dikonsumsi oleh responden.

Tabel 6. Tingkat Kepentingan dan Kinerja Pelayanan Atribut Merek Fruit Tea

Atribut	Kepentingan	Kategori Penilaian	Kinerja	Kategori Penilaian
1	3,90	P	4,02	B
2	4,45	SP	3,33	CB
3	4,10	P	3,72	B
4	3,83	P	3,65	B
5	3,78	P	3,60	B
6	4,46	SP	3,06	CB
7	4,09	P	3,46	B
8	4,33	SP	3,27	CB
9	3,50	P	3,29	CB
Rata–rata	4,04		3,48	

Dari 9 atribut merek fruit tea yang dinilai tingkat kepentingannya berdasarkan persepsi 193 responden,

diketahui bahwa 6 (enam) atribut merek Fruit Tea berada pada kriteria Penting, yaitu. Sedangkan 3 (tiga) atribut sisanya berada pada kriteria Sangat Penting untuk diperhatikan oleh PT. Sinar Sosro. Sehingga secara keseluruhan, rata–rata tingkat kepentingan atribut merek fruit tea dinilai penting oleh responden. Sementara itu, analisis kualitas produk merek Fruit Tea berada pada rentang nilai $2{,}6 < X \leq 3{,}4$, dimana rentang skala ini menunjukkan kinerja merek Fruit Tea cukup baik. Untuk mengetahui Posisi penempatan masing-masing atribut menurut persepsi konsumen, terlihat pada diagram kartesius. Tiap kuadran pada diagram kartesius *Importance Performance Analysis* (IPA) tersebut dibagi oleh garis tengah yang diperoleh dari nilai total rata–rata tingkat kepentingan, yaitu 4,04 dan nilai total rata-rata tingkat kinerja, yaitu 3,48.. Diagram kartesius dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Diagram Kartesius Penilaian Responden Terhadap Atribut

Pada gambar 4, menunjukkan bahwa terdapat 3 (tiga) atribut yang perlu mendapat perhatian serius dari pihak PT. Sinar Sosro, karena berada pada kuadaran I (satu) yang memuat atribut yang dinilai penting oleh responden namun pelaksanaan atau kinerja atribut masih rendah. Pada kuadran ini, tingkat kepuasan konsumen masih rendah sehingga perusahaan perlu meningkatkan kinerja merek fruit tea, adapun atribut – atribut tersebut yaitu: (1) Desain logo dan kemasan yang menarik, (2) Harga yang lebih murah dibanding dengan produk lain yang sejenis, (3) Kemasan praktis dan mudah dibawa, dan (4) Banyaknya penayangan iklan di media.

vii. Analisis Loyalitas Konsumen merek Fruit Tea dan merek Fres Tea

1. Analisis *Switcher Buyer*.

Berdasarkan tabel 11 menunjukkan rata-rata responden merek Fruit Tea cukup sering untuk berganti merek, ini ditunjukkan oleh nilai rata-rata sebesar 3,36. Berdasarkan rentang skala, hal ini kurang bagus bagi merek Fruit Tea. Sedangkan Rata-rata responden merek Fres Tea yang membeli dikarenakan kebiasaan ditunjukkan oleh nilai rata-rata sebesar 3,38.

2. Analisis Satisfied *Buyer*.

Berdasarkan tabel 11, Golongan pembeli yang merasa puas terhadap merek Fruit Tea ditunjukkan oleh nilai rata-ratanya sebesar 3,36, yang menyatakan sikap yang “biasa saja” atas produk yang mereka konsumsi. Sedangkan rata-rata responden yang sudah merasa puas atas produk Fres Tea ditunjukkan oleh nilai rata-rata sebesar 3,62

3. Analisis *Liking the brand.*

Rata-rata konsumen merek Fruit Tea yang menyatakan setuju menyukai produk merek Fruit Tea ditunjukkan oleh nilai rata-rata sebesar 3,25. atau dapat dikategorikan biasa saja. Sedangkan untuk responden yang menyukasi produk mer Fres Tea sebesar 54% atau 106 responden. Hal ini menunjukkan bahwasanya responden yang menyukai produk mer Fres Tea lebih banyak dibandingkan yang menyukai produk merek Fruit Tea.

4. Analisis *Committed Buyer*.

Secara umum sikap responden merek Fruit Tea cenderung biasa saja atau agak jarang dalam melakukan kegiatan promosi, ini ditunjukkan oleh nilai rata-rata sebesar 3,03. Hal ini menunjukkan bahwa kemauan responden untuk mempromosikan produk merek Fruit Tea yang dikonsumsinya ke orang lain masih sangat rendah. Sedangkan Rata-rata responden yang ditunjukkan oleh tindakan merekomendasikan dan mempromosikan merek Fres Tea kepada orang lain sebesar 3,13. Hal ini juga menunjukkan kemauan responden untuk mempromosikan produk merek Fres Tea ke orang lain sama rendah dengan produk merek Fruit Tea

Adapun penilaian responden terkait loyalitas dalam membeli produk merek fruit tea maupun merek fres Tea dapat dilihat secara keseluruhan pada tabel 7 berikut:

Tabel 7. Perbandingan Loyalitas merk

Komponen Brand Loyalty	Fruit Tea		Fres Tea	
	μ	BL	μ	BL
Switcher Buyer	3,36	62%	3,51	61%
Habitual Buyer	3,46	57%	3,38	59%
Satisfied Buyer	3,36	56%	3,62	64%
Liking the Brand	3,25	49%	3,37	54%
Committed Buyer	3,03	39%	3,13	44%

viii. Implikasi Terhadap *Marketing Mix* merek Fruit Tea

1. Strategi Harga

Dalam penelitian ini, meskipun asosiasi merek Frestea lebih tinggi dibanding merek frestea, namun harga jual merek fruit tea lebih mahal dari merek Frestea. Agar dapat bersaing, PT. Sinar Sosro perlu mengurangi harga produknya atau meningkatkan ekuitas merekmya. , Perusahaan PT. Sinar Sosro memiliki prinsip *cost profit,* yang dengan beraninya menetapkan harga merek fruit tea yang lebih tinggi dari produk merek frestea yang diproduksi oleh PT. Coca – cola Indonesia. Meskipun begitu, terkait dengan harga premium tersebut, disarankan kepada pihak PT. Sinar Sosro, untuk lebih mengkaji ulang penetapan harga tersebut melalui riset pasar dengan menggunakan pendekatan *"conjoint"*or *"trade-off"* analysis.

2. Strategi Produk

Perusahaan Sinar Sosro harus memperbaiki kinerja atribut pada produk yang mempunyai tingkat kepentingan yang tinggi bagi konsumen karena hal ini mempunyai pengaruh yang besar terhadap kepuasan konsumen. Prioritas utama atribut yang diperbaiki adalah atribut harga serta desain logo dan botol.

3. Strategi Promosi

Keberhasilan iklan Fruit Tea baru pada tahap konsumen hanya mengetahui keberadaan produk. Selain itu, selama ini iklan yang dibuat hanya bertujuan untuk menarik konsumen unuk minum tanpa memberikan nilai pendidikan pada iklannnya, promosi yang dilakukan Fruit Tea hanya untuk memperkuat tujuan Fruit Tea dalam mencapai *market share*. Strategi promosi yang dilakukan hendaknya merupakan strategi untuk meningkatkan jumlah segmentasi konsumen sekaligus meningkatkan konsumsi pelanggan yang telah loyal terhadap merek Fruit Tea dari segi produk maupun dapat merespon pembelian ulang produk.

4. Strategi Distribusi

Atribut kemudahan memperoleh produk menunjukkan bahwa keadaan saluran distribusi belum terlalu baik. Alternatif strategi yang dapat dilakukan terkait dengan hal ini adalah dengan menjalin hubungan yang baik dengan menyediakan prasarana penjualan seperti mesin pendingin dan menambah dan meningkatkan pelayanan distributor untuk melayani para responden terutama mahasiswa USU, sehingga terjadi hubungan yang saling menguntungkan antara pihak perusahaan dengan para pemilik Warnet maupun pemilik Rental komputer

4. KESIMPULAN.

Hasil perbandingan berpasangan *(Paired–Samplet T test)* masing – masing atribut Ekuitas Merek *(Brand Equity)* menunjukkan bahwasanya para responden lebih sering melihat produk merek Fres Tea ditayangkan melalui iklan diberbagai media, seperti media televisi maupun media elektronik lainnya yang berdampak terhadap lebih sadarnya *(aware)* responden akan kehadiran produk merek Fres Tea dibanding produk merek Fruit Tea, sehingga responden dengan mudah mengingat bahwa produk merek Fres Tea adalah merek yang pertama kali muncul dalam benak mereka ketika hendak membeli minuman teh rasa buah dalam kemasan. Selain itu juga, desain logo dan kemasan yang menarik, membuat nilai tambah bagi merek Fres Tea, karena responden lebih cepat mengingat dan mengenali produk merek Fres Tea hanya dengan melihat bentuk botol ataupun kemasannya. Selain itu juga, Hasil dari analisis tingkat Loyalitas Responden *(Brand Loyalty)* produk merek Fruit Tea menunjukkan masih dibawah produk merek Frestea. Hal ini diketahui dari analisis *Switcher Buyer, Habitual buyer, Satisfied Buyer, Liking The Brand* dan *Committed Buyer,* yang menunjukkan bahwasanya kemauan responden untuk mempromosikan produk merek Fruit Tea yang dikonsumsinya ke orang lain masih sangat rendah, yaitu hanya 77 responden atau 39% yang benar-benar menjadi pembeli merek Fruit Tea yang berkomitmen. Hal ini juga terlihat dari seringnya responden mengalihkan pembeliannya atau berpindah ke merek lain apabila ada merek lain sejenis yang menawarkan harga yang lebih murah atau disebabkan faktor lain. Untuk itu, PT. Sinar Sosro perlu memperbaiki beberapa kinerjanya karena sebesar 20% menunjukkan ketidakpuasan para responden sebagaimana merujuk pada hasil analisis *Importance Performance Analysis.*

5. DAFTAR PUSTAKA

Aaker, D.A. (1996), *Measuring Brand Equity Across Products And Markets*", California Management Review, Vol. 38 No. 3.

Atilgan, E., Aksoy, S. and Akinci, S. (2005), *Determinants of the brand equity. Averification approach in the beverage industry in Turkey*, Marketing Intelligence and Planning,Vol. 23 No. 3.

Behnaz Pouromid., Soleyman Iranzadeh., (2012).*The Evaluation of the Factors Affects on the Brand Equity of Pars Khazar Household Appliances Based on the Vision of Female Consumers*. Middle-East Journal of Scientific Research 12 (8): 1050-1055.

Durianto D, et al, (2001). *Strategi Menaklukkan Pasar Melalui Riset Ekuitasdan Perilaku*

Konsumen. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta

Erfan Severi., Kwek Choon Ling., (2013).*The Mediating Effects of Brand Association, Brand Loyalty, BrandImage and Perceived Quality on Brand Equity*.Asian Social Science; Vol. 9, No. 3.

Kevin Lane Keller (1993), *Conceptualing, Measuring, Managing Customer Based Brand Equity*. Published by: American Marketing Association Journal of Marketing, Vol. 57, No. 1

Michael E. Porter., (2008),*The Five Competitive that Forces Strategy.* Harvard Bussiness Review. Harvard Publishing.

Mishra. Pallabi, Datta. Biplab, (2011), *Perpetual Asset Management of Customer-Based Brand Equity-The PAM Evaluator*, India, Journal of Social Sciences 3 (1).

Srinivasan, V., Chan Su Park and Dae Ryun Chang (2005). *An Approach to the Measurement, Analysis, and Prediction of Brand Equity and Its Sources*. Management Science.

Sinulingga, S., (2015). *Metodologi Penelitian*, Edisi 3. USU Press.

Tjiptono, Fandy (2008). *Strategi Pemasaran.Yogyakarta*: Andi Ofset.

Yoo, B., Donthu, N. and Lee, S. (2000). *An Examination of Selected Marketing Mix Elements and Brand Equity*. Journal of the Academy of Marketing Science. Vol. 28 No. 2.

Jurnal Sistem Teknik Industri, Vol 18. No. 1, Januari 2016
ISSN 1411 – 5247

DESAIN EKSPERIMEN EKSTRAKSI DNA BAWANG PUTIH

Elisabeth Ginting[1], Khalida Syahputri[1]
Departemen Teknik Industri[1]
Universitas Sumatera Utara (USU)
Jl. Almamater, Kampus USU Medan 20155 Indonesia
Email:ir.elisabethginting@gmail.com
Email: syahputrikhalida@gmail.com

Abstrak. Desain eksperimen adalah suatu rancangan percobaan yang dilakukan untuk mendapatkan informasi yang berhubungan dengan atau diperlukan untuk persoalan yang sedang diteliti dapat dikumpulkan. Percobaan yang dibuat adalah percobaan ekstraksi DNA bawang putih. Tujuan dari percobaan ini adalah untuk mengetahui berapa banyak takaran garam, sabun, dan kadar alkohol yang efektif agar menghasilkan volume DNA bawang putih yang sebanyak mungkin untuk keperluan medis lanjutan, seperti klonning, untuk menangani kelainan-kelainan genetik dan penemuan obat-obat baru, pada bidang pertanian, peternakan, kehutanan untuk meningkatkan produk-produk baik tanaman maupun hewan unggul maupun di bidang lingkungan dalam hal mengatasi polutan serta perannya dalam kemajuan produksi pangan. Data diperoleh dari percobaan yang dilakukan dengan melihat berapa banyak volume DNA bawang putih yang keluar. DNA bawang putih yang diamati berupa benang-benang putih dan halus yang mengapung ke permukaan cairan. Volume yang didapat merupakan data primer yang akan digunakan untuk pengolahan data keterkaitan antara taraf faktor jumlah garam, jumlah sabun, dan kadar alkohol terhadap volume DNA bawang putih yang dihasilkan. Hasil pengujian kenormalan data dengan uji *Anderson Darling* maka diperoleh bahwa nilai *p-value*=0,2540 sedangkan α = 0,05 sehingga data yang didapat berdistribusi normal. Dalam pengujian homogenitas varians terhadap jumlah sabun, jumlah garam dan kadar alkohol dapat digunakan uji *Bartlet*. Pengujian homogenitas varians melalui uji *Bartlett*, diperoleh bahwa varians untuk interaksi faktor jumlah sabun, jumlah garam, dan kadar alkohol adalah sama. Hasil perhitungan ANAVA menunjukkan untuk setiap perlakuan didapatkan H_o diterima yang artinya setiap taraf faktor tidak memberikan efek signifikan terhadap perubahan volume DNA bawang putih. Persamaan regresi yang digunakan adalah regresi linear berganda, sehingga diperoleh persamaan regresi $Y = 9{,}367 + (-0{,}079)X_1 + 0{,}975\ X_2 + 0{,}625\ X_3$. Dari perhitungan persamaan regresi didapat untuk hubungan jumlah sabun(X_1), jumlah garam(X_2), dan kadar alkohol (X_3). Koefisien korelasi antara jumlah sabun (X_1) dengan perubahan volume DNA bawang putih (Y) sebesar -0,8679 yang artinya bahwa untuk faktor jumlah sabun memiliki hubungan terbalik terhadap perubahan volume DNA bawang putih. Sebaliknya, koefisien korelasi jumlah garam (X_2) dan kadar alkohol (X_3) dengan perubahan volume DNA bawang putih (Y) didapatkan sebesar 0,411 dan 0,2635 yang artinya bahwa untuk faktor jumlah garam memiliki hubungan searah dengan perubahan volume DNA bawang putih.

Kata Kunci : Desain Eksperimen, Ekstraksi DNA Bawang Putih, Uji Kenormalan Data, Uji Homogenitas Varians, ANAVA, Regresi, Korelasi, Uji Hipotesis

1. Pendahuluan

Desain eksperimen adalah suatu rancangan percobaan (dengan tiap langkah tindakan yang betul-betul terdefinisikan) sedemikian sehingga informasi yang berhubungan dengan atau diperlukan untuk persoalan yang sedang diteliti dapat dikumpulkan. Dengan kata lain, desain sebuah eksperimen merupakan langkah-langkah lengkap yang perlu diambil jauh sebelum eksperimen dilakukan agar supaya data yang semestinya diperlukan dapat diperoleh sehingga akan membawa kepada analisis obyektif dan kesimpulan yang berlaku untuk persoalan yang sedang dibahas.

Percobaan yang dibuat adalah percobaan ekstraksi DNA bawang putih. Tujuan dari percobaan ini adalah untuk mengetahui berapa banyak takaran garam, sabun, dan kadar alkohol yang efektif agar menghasilkan volume DNA bawang putih yang sebanyak mungkin untuk keperluan medis lanjutan, seperti klonning, untuk menangani kelainan-kelainan genetik dan penemuan obat-obat baru, pada bidang pertanian, peternakan, kehutanan untuk meningkatkan produk-produk baik tanaman maupun hewan unggul maupun di bidang lingkungan dalam hal mengatasi polutan serta perannya dalam kemajuan produksi pangan

Biologi Sel dan Molekuler merupakan bidang ilmu yang terus menerus berkembang. Ilmu ini bermanfaat hampir di semua bidang. Baik dalam bidang medis untuk menangani kelainan-kelainan genetik dan penemuan obat-obat baru, pada bidang pertanian, peternakan, kehutanan untuk meningkatkan produk-produk baik tanaman maupun hewan unggul maupun di bidang lingkungan dalam hal mengatasi

polutan serta perannya dalam kemajuan produksi pangan.

Isolasi DNA merupakan teknik yang penting dalam pengembangan ilmu ini. Derajat kemurnian dan kualitas dalam isolasi DNA sangat mempengaruhi hasil yang akan diperoleh. Secara umum, prosedur ekstraksi yang baik untuk isolasi DNA mencakup tiga hal penting, yaitu harus bisa dihasilkan DNA dengan kemurnian yang tinggi, DNAnya harus utuh, dan jumlahnya mencukupi (konsentrasi tinggi).

Isolasi DNA juga merupakan langkah pertama dalam studi sekuen DNA dari populasi DNA kompleks dan dalam analisis struktur genom dan ekspresi gen. Kuantitas, kualitas dan integritas DNA akan mempengaruhi hasil yang diperoleh secara langsung.

Dengan meningkatnya kebutuhan teknik DNA rekombinan dalam penelitian tumbuhan, metode yang digunakan dalam isolasi DNA menjadi perhatian utama. Metode yang biasa digunakan saat ini merupakan metode yang membutuhkan biaya dan peralatan yang sangat mahal, sehingga di tingkat perguruan tinggi lebih banyak diberikan sebatas teori saja, mahasiswa tidak diberikan pengalaman secara langsung melalui praktikum, hal ini menyebabkan penelitian di bidang ini belum banyak berkembang.

Dengan adanya teknik isolasi DNA yang lebih murah, mudah dan cepat, seorang dosen diharapkan dapat memberikan bekal ketrampilan kepada mahasiswa mengenai suatu teknik dasar yang dapat digunakan untuk mengembangkan sumber daya hayati negara kita yang sangat kaya, agar mahasiswa tersebut dapat mulai berpikir obyektif dan benar dalam mengembangkan teknologi, sehingga penelitian di bidang ini dapat berkembang.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah faktor kadar alkohol, jumlah detergen, dan jumlah garam berpengaruh terhadap volume DNA bawang putih yang keluar. Dengan melakukan desain eksperimen faktorial, dapat dianalisa efek dari taraf setiap faktor dan efek interaksi dari taraf faktor yang satu dengan yang lainnya.

Data yang diperoleh adalah hasil pengukuran yang didapat dari percobaan tentang perbedaan volume DNA bawang putih yang keluar setelah bawang dicampur dengan alkohol, garam, dan sabun. Selanjutnya diolah dengan uji kenormalan data yaitu uji kenormalan secara manual dan uji kenormalan dengan Minitab, lalu uji homogenitas varians yaitu uji homogenitas varians untuk setiap faktor dan untuk interaksi faktor, perhitungan ANAVA secara manual dengan metode Yates (2^3) dan dengan menggunakan *software* SPSS, uji rata-rata sesudah ANAVA yaitu uji sesudah ANAVA untuk interaksi semua faktor dengan menggunakan uji Tukey HSD, dilakukan juga perhitungan persamaan & kelinearan regresi secara manual ataupun dengan *software* SPSS, selain itu juga dilakukan penghitungan koefisien korelasi baik dengan cara manual maupun dengan menggunakan *software* SPSS dan koefiensi determinansinya. Terakhir dilakukan pengujian hipotesis korelasi.

2.1. Metode Percobaan

Rancangan faktorial yang digunakan adalah rancangan faktorial 2x2x2 atau rancangan faktorial 2^3. Adapun faktor-faktor yang digunakan dalam menentukan volume DNA bawang putih adalah faktor-faktor yang dianggap berpengaruh terhadap proses ekstraksi DNA bawang putih. Faktor-faktornya adalah alcohol (70% dan 96%), garam (1 sdm dan 2 sdm) dan sabun (1 sdm dan 2 sdm).

Langkah kerja pada percobaan ini, yaitu:

1. Disiapkan semua alat dan bahan.
2. Ditimbang bawang putih sebanyak 25 gram dan dicincang halus
3. Dicampur bawang putih dengan air, garam, dan sabun kedalam gelas kemudian aduk hingga rata.
4. Dipanaskan gelas yang berisi campuran bawang putih ke dalam panci berisi air sesuai waktu yang ditetapkan.
5. Diletakkan gelas ke dalam air es sesuai waktu yang ditetapkan.
6. Disaring air campuran bawang putih ke dalam gelas ukur.
7. Dituangkan alkohol dingin sebanyak 60 ml
8. Dihitung volume DNA bawang putih yang tampak.

3. Hasil dan Pembahasan

Berikut ini tampilan dari hasil pengukuran volume DNA bawang putih.

Tabel 3.1. Hasil Pengukuran Volume DNA Bawang Putih(ml)

Faktor		Jumlah Sabun			
		1 sdm		2 sdm	
		Jumlah Garam			
		1 sdm	2 sdm	1 sdm	2 sdm
Kadar Alkohol	70%	5,5	6	6,5	7,0
		5,3	5,9	6,4	7,1
		5,6	6	6,4	7,0
	96%	3,5	4,1	4,3	5,0
		3,4	3,9	4,0	5,0
		3,3	4,0	4,4	5,1

3.1. Uji Kenormalan Data

Uji kenormalan data yang diperoleh dilakukan dengan menggunakan *Anderson Darling Test.* Tahapan pengujian kenormalan data menggunakan *Anderson Darling Test* adalah sebagai berikut:

1. Data pengamatan diurutkan mulai dari pengamatan dengan nilai terkecil sampai nilai terbesar.

2. Dihitung nilai Z dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$(Z) = \frac{X - \bar{X}}{\sigma} = \frac{3{,}3 - 5{,}1958}{1{,}2114} = -1{,}5651$$

3. Tentukan nilai dari AD:

$$AD = -N - \frac{2i-1}{N}\left(\ln\left(F\left(Z_i\right)\right) + \ln\left(1 - F\left(Z_{N+1-i}\right)\right)\right)$$

4. Hitung nilai AD*:

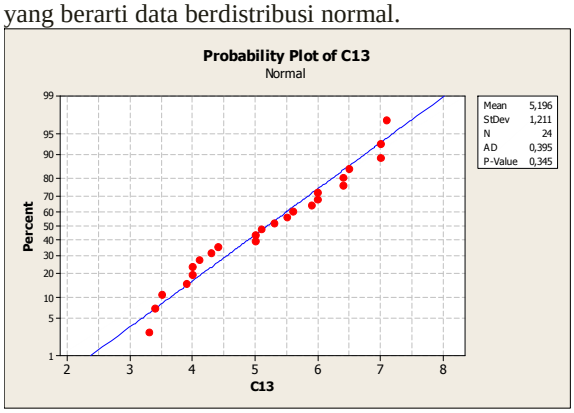
$$AD^* = 0{,}3952\left(1 + \frac{0{,}75}{24} + \frac{2{,}25}{24^2}\right) = 0{,}4091$$

5. Hitung nilai dari *p-value*

$$p\text{-value} = \exp(0{,}9177 - 4{,}279(AD^*) - 1{,}38(AD^*)^2 = 0{,}3540$$

6. Kriteria pengambilan keputusannya adalah:
   Ho : Data tersebut tidak berdistribusi Normal
   H1 : Data tersebut berdistribusi Normal
   Jika *p-value*> α, maka Ho ditolak
   Jika *p-value* ≤ α, maka Ho diterima

Bandingkan antara nilai *p-value* dengan α,*p-value* > α (0,3540> 0,05). Kesimpulannya, Ho ditolak yang berarti data berdistribusi normal.



Gambar 3.1. Grafik Kenormalan dengan *Minitab*

3.2. Uji Homogenitas Varians

Uji homogenitas ini dilakukan dengan menggunakan uji *Bartlett*. Uji ini digunakan untuk membuktikan kesamaan variansi untuk beberapa taraf faktor untuk suatu faktor.

Uji *Bartlett* dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menentukan hipotesis.
   Ho : $S_1^2 = S_2^2 = S_3^2 = S_n^2$
   Hi : Tidak semua variansi sama
2. Menentukan nilai α
3. Menentukan Daerah Kritis
   Daerah Kritis : $b_{hitung} > b_k\ (0{,}05 ; n)$
4. Perhitungan :

$$S_p^{\,2} = \frac{\sum_{i=1}^{i}\left(n_i - 1\right)S_i^{\,2}}{N - k}$$

$$b = \frac{\left[\left(S_1^{\,2}\right)^{n_1-1}\left(S_2\right)^{n_2-1}\ldots\left(S_i^{\,2}\right)^{n_i-1}\right]^{\frac{1}{N-k}}}{S_p^{\,2}}$$

5. Kesimpulan: Ho diterima jika $b_{hitung} > b_k\ (0.05 ; n)$

Hasil uji *Bartlett*, yaitu;

1. Uji *Bartlett* untuk Faktor Alkohol
   $b_{hitung} > b_2\ (0.05 ; 12)$. 0,9998>0,8332
   maka Ho diterima. Variansi kedua taraf faktor alkohol sama
2. Uji *Bartlett* untuk Faktor Jumlah Sabun
   $b_{hitung} > b_2\ (0{,}05 ; 12)$(0,9883>0,8332)
   maka Ho diterima. Variansi kedua taraf faktor jumlah sabun sama
3. Uji *Bartlett* untuk Faktor Jumlah Garam
   $b_{hitung} > b_2\ (0{,}05 ; 12)$ (0,9994>0,8332)
   maka Ho diterima. Semua variansi kedua taraf faktor jumlah garam sama
4. Uji *Bartlett* untuk Interaksi Faktor
   $b_{hitung} > b_3\ (0{,}05 ; 3)$, (3,1966>0.520)
   maka Ho diterima. Semua variansi untuk interaksi ketiga taraf faktor adalah sama.

3.3. Perhitungan ANAVA

Jenis eksperimen pada percobaan mengukur volume DNA bawang putih yaitu faktor jumlah sabun, jumlah garam dan alkohol yang masing-masing terdiri dari 2 taraf. Eksperimen dilakukan dengan menggunakan model acak axbxc.

Perhitungan ANAVA dengan model acak dilakukan untuk melihat apakah perlakuan-perlakuan yang diberikan pada perbandingan yang berpengaruh secara signifikan terhadap hasil yang didapat.

Syarat:

H_o :Faktor yang diberikan tidak mempengaruhi volume DNA bawang putih secara signifikan.

H_1 : Faktor yang diberikan mempengaruhi volume DNA bawang putih secara signifikan.

Jika F hitung <F tabel, maka $H_o$diterima.

Jika F hitung> F tabel, maka $H_o$ditolak

Tabel 3.2. Tabel ANAVA untuk Eksperimen Faktorial 2^3 Model Acak

Sumber Variasi		Dk	JK	KT	F hitung	F tabel	Keterangan
Rata-rata		1	647,9204	647,9204	-	-	-
PERLAKUAN	**A**	1	5,7037	5,7037	-	-	Tidak ada uji eksak yang dapat digunakan
	B	1	2,3437	2,3437	-	-	
	C	1	25,4204	25,4204	-	-	
	AB	1	0,0338	0,0338	9,0000	161	H0 diterima
	AC	1	0,0104	0,0104	2,7778	161	H0 diterima
	BC	1	0,0338	0,0338	9,0000	161	H0 diterima
	ABC	1	0,0037	0,0037	0,3000	161	H0 diterima
Kekeliruan		16	0,2000	0,0125		-	-
Jumlah		24	681,6700	681,6700	-	-	-

Keterangan:
A = faktor jumlah sabun
B = faktor jumlah garam
C = faktor alkohol
AB = interaksi faktor jumlah sabun dan jumlah garam
AC = interaksi faktor jumlah sabun dan alkohol
BC = interaksi faktor jumlah garam dan alkohol
ABC = interaksi faktor jumlah sabun, jumlah garam dan alkohol

3.4. Uji Persamaan Regresi

Dari data yang diperoleh dapat dibuat suatu persamaan regresi. Adapun persamaan yang akan digunakan dalam perhitungan persamaan regresi adalah sebagai berikut.

1. $\Sigma Y = an + b\Sigma x_1 + c\Sigma x_2 + d\Sigma x_3$
   124,7 = 24a + 1992b + 36c + 36d
2. $\Sigma Yx_1 = a\Sigma x_1 + b\Sigma x_1^2 + c\Sigma x_1x_2 + d\Sigma x_1x_3$
   10029 = 1992a + 169392b + 2988c + 2988d
3. $\Sigma Yx_2 = a\Sigma x_2 + b\Sigma x_2x_1 + c\Sigma x_2^2 + d\Sigma x_2x_3$
   192,9 = 36a + 2988b + 60c + 54d
4. $\Sigma Yx_3 = a\Sigma x_3 + b\Sigma x_3x_1 + c\Sigma x_3x_2 + d\Sigma x_3^2$
   190,8 = 36a + 2988b + 54c + 60d

Dari persamaan regresi di atas maka dapat dinyatakan dalam bentuk matriks sebagai berikut.

$$\left(\begin{array}{cccc|c} 24 & 1992 & 36 & 36 & 124{,}7 \\ 1992 & 169392 & 2988 & 2988 & 10029 \\ 36 & 2988 & 60 & 54 & 192{,}9 \\ 36 & 2988 & 54 & 60 & 190{,}8 \end{array}\right)$$

Untuk mendapatkan nilai-nilai a, b, c, dan d, maka dilakukan eliminasi matriks dengan metode *Gauss-Jordan*.

$$\left(\begin{array}{cccc|c} 1{,}0000 & 0{,}0000 & 0{,}0000 & 0{,}0000 & 9{,}367 \\ 0{,}0000 & 1{,}0000 & 0{,}0000 & 0{,}0000 & -0{,}079 \\ 0{,}0000 & 0{,}0000 & 1{,}0000 & 0{,}0000 & 0{,}975 \\ 0{,}0000 & 0{,}0000 & 0{,}0000 & 1{,}0000 & 0{,}625 \end{array}\right)$$

Dari perhitungan di atas akan diperoleh:
a = 9,367
b = -0,079
c = 0,975
d = 0,625

Dari nilai-nilai tersebut, diperoleh hasil perhitungan persamaan regresi untuk pengukuran volume DNA adalah sebagai berikut.

$Y = 9{,}367 + (-0{,}079)X_1 + 0{,}975X_2 + 0{,}625\ X_3$

Dari perhitungan persamaan regresi didapat untuk hubungan jumlah sabun(X_1), jumlah garam (X_2), dan kadar alkohol (X_3)

3.5. Pengujian Kelinearan Regresi

Uji kelinearan regresi dilakukan untuk mengetahui apakah garis regresi yang diperoleh linear atau tidak linear. Adapun langkah-langkah yang dilakukan pada pengujian kelinearan regresi adalah sebagai berikut.

1. Penentuan hipotesis
   H_0 : garis regresi tidak linear
   H_i : garis regresi linear
   Apabila F_{Hitung} berada di dalam wilayah kritik, maka Ho ditolak yang berarti Hi diterima sedangkan apabila F_{Hitung} berada di luar wilayah kritik, maka Ho diterima.
2. Penentuan wilayah kritik
   Dengan taraf nyata sebesar 0,05, diperoleh $F_{0,05(3,23)}$sebesar 3,028 dengan interpolasi yang menyebabkan wilayah kritik F >3,028.
3. Penentuan F_{Hitung}
   Penentuan F_{Hitung} dapat dilakukan dengan menggunakan perhitungan ANAVA.
   a. Jumlah Kuadrat Regresi (JKR)
   $$JKR = \sum\left(\hat{y} - \bar{y}\right)^2 = 33{,}3658$$
   b. Jumlah Kuadrat *Error* (JKE)
   $$JKE = \sum\left(Y - \hat{y}\right)^2 = 0{,}2866$$
   c. Jumlah Kuadrat Total (JKT)
   $$JKT = \sum\left(Y - \bar{y}\right)^2 = 33{,}7496$$

Nilai *Degree of freedom* (Df) regression adalah 3 disebabkan v = n – 1, dimana n adalah 4 koefisien pada persamaan regresi yaitu a, b, c, dan d. sedangkan untuk Df residual bernilai 23 karena selisih antara Df total dengan Df regression, dimana Df total = banyaknya percobaan dikurang satu.

Setelah diperoleh nilai-nilai di atas, selanjutnya ditentukan nilai F_{Hitung} yang dapat dilihat pada Tabel 5.20.

Tabel 5.20. Penentuan F_{Hitung}

Sumber Variasi	JK	Df	KT	F Hitung	F Tabel
Regression	33,3658	3,0000	11,1219	776,1406	3,0280
Residual	0,2866	20,0000	0,0143	-	-
Total	33,7496	23,0000	11,1363	-	-

3.6. Perhitungan Fungsi Koefisien Korelasi

$$r = \frac{n\sum_{i=1}^{n} XiYi - \left(\sum_{i=1}^{n} Xi\right)\left(\sum_{i=1}^{n} Yi\right)}{\sqrt{\left[n\sum_{i=1}^{n} Xi^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} Xi\right)^2\right]\left[n\sum_{i=1}^{n} Yi^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} Yi\right)^2\right]}}$$

Perhitungan korelasi dilakukan dengan menggunakan perhitungan korelasi tunggal untuk melihat hubungan antara faktor Jumlah Sabun,

Jumlah Garam dan Kadar Alkohol dengan perubahan Volume DNA bawang.

1. Perhitungan Koefisien Korelasi Jumlah Sabun Terhadap Perubahan Volume DNA
   r = - 0,8679.
   Hasil perhitungan korelasi ini menyatakan bahwa untuk faktor Jumlah Sabun memiliki hubungan terbalik terhadap perubahan volume DNA. Artinya jika nilai variabel Jumlah Sabun besar maka nilai variabel perubahan volume DNA menjadi rendah.
2. Perhitungan Koefisien Korelasi Jumlah Garam Terhadap Perubahan Volume DNA
   r = 0,411.
   Hasil perhitungan korelasi ini menyatakan bahwa untuk faktor Jumlah Garam memiliki hubungan searah terhadap Volume DNA. Artinya jika nilai variabel Jumlah Garam semakin besar maka nilai variabel perubahan Volume DNA semakin tinggi.
3. Perhitungan Koefisien Korelasi Kadar Alkohol Terhadap Perubahan Volume DNA
   r = 0,2635
   Hasil perhitungan korelasi ini menyatakan bahwa untuk faktor kadar alkohol memiliki hubungan searah. Artinya jika nilai variabel kadar alkoholbesar, maka nilai variabel perubahan Volume DNA semakin tinggi.

3.7. Perhitungan Korelasi Berganda

Korelasi berganda merupakan korelasi dari beberapa variabel bebas (X) secara serentak dengan variabel terikat (Y) dengan menggunakan persamaan berikut :

$$r_{y\,x_1,x_2,x_3}{}^2 = \sqrt{\frac{a_1\sum x_1 y + a_2\sum x_2 y + a_3\sum x_3 y}{\sum y^2}}$$

$$r_{y\,x_1,x_2,x_3} = 0{,}844$$

Pada perhitungan koefisien korelasi berganda diperoleh nilai r =0,844. Hasil perhitungan korelasi berganda ini menyatakan bahwa untuk faktor-faktor memiliki hubungan searah dengan korelasi sangat kuat terhadap perubahan Volume DNA karena nilai r >0.

3.8. Perhitungan Hipotesis Korelasi

Langkah-langkah pengujian hipotesis:

1. Penetapan hipotesis
   H_0 : Koefisien korelasi tidak signifikan
   H_1 : Koefisien korelasi signifikan
2. Penetapan wilayah kritik
   Wilayah kritik $t_{hitung} > t_{\alpha/2.}$ dan $-t_{hitung} < t_{\alpha/2}$
   Wilayah kritik $t_{hitung} > t_{0.025}$ dan $-t_{hitung} < t_{0.025}$
   Wilayah kritik t_{hitung} >2,069 dan $-t_{hitung}$ < -2,069
3. Menghitung nilai t_{hitung}

$$t = \frac{\sqrt{n-3}}{2}\ln\left(\frac{1+r}{1-r}\right)$$

Hasil pengujian hipotesis korelasi pada tiap taraf faktor adalah sebagai berikut:

1. Pengujian Hipotesis Korelasi Faktor Jumlah Sabun

$$t = \frac{\sqrt{24-3}}{2}\ln\left(\frac{1+(-0{,}8679)}{1-(-0{,}8679)}\right) = -6{,}0691$$

Wilayah kritik t_{hitung} <2,069 dan $-t_{hitung}$ > -2,069. H_0 ditolak yang artinya koefisien korelasi signifikan.

2. Pengujian Hipotesis Korelasi Faktor Jumlah Garam

$$t = \frac{\sqrt{24-3}}{2}\ln\left(\frac{1+(0{,}4111)}{1-(0{,}4111)}\right) = 2{,}0022$$

Wilayah kritik t_{hitung} >2,069 dan $-t_{hitung}$ > -2,069. H_0 diterima yang artinya koefisien korelasi tidak signifikan.

3. Pengujian Hipotesis Korelasi Faktor Kadar Alkohol

$$t = \frac{\sqrt{24-3}}{2}\ln\left(\frac{1+(0{,}2635)}{1-(0{,}2635)}\right) = -1{,}2638$$

Wilayah kritik t_{hitung} >2,069 dan $-t_{hitung}$ > -2,069. H_0 diterima yang artinya koefisien korelasi tidak signifikan.

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian pada pengukuran volume DNA bawang putih adalah:

1. Data yang dikumpulkan pada desain eksperimen berdasarkan faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan volume DNA bawang putih berdistribusi normal sesuai dengan hasil pengujian kenormalan data dengan uji *Anderson Darling*.
2. Dari hasil uji keseragaman data yang menggunakan uji *Bartlet* didapatkan bahwa semua data faktor jumlah sabun, jumlah garam, kadar alcohol dan interaksi antara ketiga faktor adalah seragam.
3. Dari data pengukuran volume DNA, diperoleh persamaan regresinya adalah
   $Y = 9{,}367 + (-0{,}079)X_1 + 0{,}975\ X_2 + 0{,}625\ X_3$, sehingga dapat diramalkan volume DNA bawang putih dengan taraf faktor tertentu.
4. Pada perhitungan koefisien korelasi diperoleh bahwa jumlah sabun memiliki hubungan yang terbalik dengan jumlah garam dan kadar alkohol yang memiliki hubungan searah dengan perubahan volume DNA bawang putih.
5. Dari hasil perhitungan ANAVA didapatkan bahwa faktor jumlah sabun, jumlah garam, kadar alcohol dan interaksi antara ketiga faktor tidak

terdapat efek faktor-faktor karena H_o untuk setiap perlakuan diterima.

DAFTAR PUSTAKA

Sudjana. 1994. *Desain dan Analisis Eksperimen*. Surabaya: ITS

Walpole, Ronald E. 1995. *Pengantar Statistik Edisi Ketiga*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama

Montgomery, Doughlas C. 1991. *Design and Analysis of Experiment. Third Edition*. New York:John Wiley & Sons,.