

## SIMULASI STATIK DAN DINAMIK PARKING BUMPER REDESAIN MENGGUNAKAN *SOFTWARE* ANSYS 12.0

Reyhan Almer<sup>1</sup>, Bustami Syam<sup>2</sup>, Ikhwansyah Isranuri<sup>3</sup>, M. Sabri<sup>4</sup>, Marragi M<sup>5</sup>, Tugiman<sup>6</sup>,  
Syahrul Abda<sup>7</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6,7</sup>Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara  
Email: reyhanalmer@yahoo.com

### ABSTRAK

Penelitian yang telah dilakukan terhadap desain *parking bumper* memperlihatkan bahwa desain terbaik berbentuk trapesium padat [2]. Namun dalam pengujian yang dilakukan [5] memperlihatkan bahwa desain trapesium padat masih memiliki kelemahan yaitu tidak mampu menahan kecepatan mobil diatas 20 km/jam saat menuju parkir. Bila kecepatan mobil saat parkir lebih tinggi maka akan menyebabkan *parking bumper* mengalami kerusakan. Oleh sebab itu perlu dilakukan modifikasi desain (redesain) untuk mendapatkan bentuk desain yang lebih maksimal. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan pemodelan berupa redesain *parking bumper* dengan geometri trapesium sama sisi yang memiliki dimensi panjang 250 mm, lebar 200 mm, dan tinggi 130 mm. Selanjutnya meneliti hasil pengujian statik dan dinamik pada salah satu sisi miring melalui simulasi menggunakan program *Ansys 12.0 Workbench* sehingga diperoleh tegangan, regangan dan total deformasi. Berdasarkan uji statik ditentukan modulus elastisitas maksimum redesain *parking bumper* dan berdasarkan uji dinamik ditentukan gaya impact maksimum yang sanggup diterima *parking bumper* sesaat sebelum mengalami kerusakan. Terakhir membandingkan hasil penelitian yang dilakukan dengan penelitian sebelumnya [5]. Hasil pengujian statik dan dinamik pada salah satu sisi miring redesain *parking bumper* melalui simulasi menggunakan program *Ansys 12.0 Workbench* diperoleh hasil sebagai berikut: (1). Telah berhasil dilakukan redesain *parking bumper* dengan geometri berupa trapesium berongga yang diisi dengan bahan beton (*concrete*) dengan sisi miring berbentuk radius, memiliki dimensi panjang 250 mm, lebar 200 mm dan tinggi 130 mm. (2). Hasil simulasi statik dengan tekanan sebesar 2500 MPa selama selang waktu 240 s (4 menit), diperoleh tegangan rata-rata 6.909,9 Mpa, tegangan maksimum 8.884,2 MPa, regangan rata-rata 0.62812 m/m, regangan maksimum 0,80765 m/m, total deformasi rata-rata 0,034563 m, total deformasi maksimum 0,044438 m, dan modulus elastisitas maksimum 11.000 MPa. (3). Hasil simulasi dinamik dengan kecepatan jatuh bebas sebesar 10 m/s yang setara dengan 36 km/jam, diperoleh tegangan dinamik rata-rata 18,957 Mpa, tegangan maksimum 34,122 MPa, regangan impact rata-rata 0,00063424 m/m, regangan maksimum 0,0011416 m/m, total deformasi rata-rata 0,0030385 m, total deformasi maksimum 0,0054693 m dan gaya impact maksimum adalah 34.820 kN. (4). Dari hasil penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa redesain *parking bumper* berupa trapesium berongga yang diisi *concrete* dengan sisi miring radius mempunyai karakteristik yang lebih baik dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya berupa *parking bumper* berbentuk trapearium padat [5].

*Kata kunci* : redesain *parking bumper*, *Ansys 12.0 Workbench*, uji statik, uji dinamik.

### 1. PENDAHULUAN

Budidaya kelapa sawit saat sekarang ini semakin meningkat baik dalam bentuk perkebunan rakyat maupun perkebunan besar. Hal ini dapat kita lihat dari banyaknya perkebunan yang menjadikan tanaman unggulannya berupa kelapa sawit. Kelapa sawit mempunyai nilai ekonomis yang tinggi dan proses perawatan yang tidak begitu rumit. Selain itu hasil panen bisa diperoleh dalam jangka waktu yang tidak begitu lama.

Perkembangan industri kelapa sawit semakin pesat, akibatnya produk limbahnya pun semakin bertambah. Salah satu hasil industri sawit yang kerap menjadi limbah yaitu tandan kosong kelapa sawit (TKKS), selain itu juga pelepah sawit, bungkil sawit, lumpur sawit (*sludge*) dan serabut sawit yang setiap tahunnya menghasilkan perhektar sebanyak ±23,3 ton limbah sawit[1]. Pada umumnya material ini dimanfaatkan sebagai pupuk organik dilahan perkebunan dengan cara dibakar atau dibuang kembali ke lahan tersebut dan dibiarkan mengalami proses fermentasi secara alami. Namun dewasa ini limbah TKKS semakin dikembangkan menjadi produk-produk yang bermanfaat bahkan telah menjadi produk-produk yang memiliki nilai jual. Pemanfaatan TKKS sangat beralasan yaitu: mudah tersedianya bahan baku, umur pakai dapat lebih lama, mudah didesain, dapat didaur ulang, bebas korosi, daya tahan tinggi dan mampu menyerap suhu panas, serta ekonomis [2].

Banyak penelitian ilmiah yang berhubungan dengan limbah TKKS yang telah dikerjakan seperti pembuatan papan partikel dengan perekat *fenol formaldehyde* [3], dan bahan baku kertas [4]. Selain itu serat TKKS juga telah digunakan sebagai bahan pembuat *parking bumper* [2 dan 5].

Dari penelitian terdahulu telah diteliti tentang respon *parking bumper* bahan komposit *polymeric foam* diperkuat TKKS akibat beban tekan statik dan dinamik [5]. Selain itu desain struktur dan pembuatan *parking bumper* dari bahan *polymeric foam* diperkuat serat TKKS terhadap beban impak dan tekan dilakukan pula [2]. Penelitian yang telah dilakukan [2] terhadap desain *parking bumper* memperlihatkan bahwa desain terbaik berbentuk trapesium padat. Namun dalam pengujian yang dilakukan [5] memperlihatkan bahwa desain trapesium padat masih memiliki kelemahan yaitu tidak mampu menahan kecepatan mobil diatas 20 km/jam saat menuju parkir. Bila kecepatan mobil saat parkir lebih tinggi maka akan menyebabkan *parking bumper* mengalami kerusakan. Oleh sebab itu perlu dilakukan modifikasi desain untuk mendapatkan bentuk desain yang lebih maksimal. Hal ini sesuai dengan pendapat [6] yaitu desain sebuah produk dapat saja dimodifikasi sesuai dengan kebutuhan dan persyaratan yang diinginkan. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan kualitas produk yang lebih baik sesuai keperluannya.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan [2 dan 5], selanjutnya peneliti akan melanjutkan penelitian dalam bentuk redesain atau modifikasi desain terhadap *parking bumper* dari trapesium padat menjadi trapesium berongga. Selanjutnya rongga yang ada diisi dengan material semen beton (*concrete*). Sedangkan sisi miring yang sama sisi pada trapesium dimodifikasi berbentuk radius. Redesain ini diberi istilah trapesium berongga yang diisi *concrete* dengan sisi miring radius. Tujuan pengisian rongga dengan *concrete* adalah untuk mengatasi kelemahan *parking bumper* yang bisa hanyut atau terapung jika berada di jalanan yang digenangi air. Selain itu bagian bawah yang licin akan mudah mengalami slip waktu digunakan. Dengan adanya bagian yang menggunakan semen beton, maka sebagian permukaan bawahnya akan lebih kasar sehingga tidak mudah slip waktu dikenai oleh roda kendaraan sewaktu kendaraan berhenti atau roda mengenai *parking bumper*. Geometri trapesium sama sisi yang dibuat memiliki dimensi panjang 250 mm, lebar 200 mm, dan tinggi 130 mm. Pengujian redesain dilakukan melalui simulasi numerik menggunakan *Software Ansys 12.0*. Pengujian yang akan dilakukan adalah melalui simulasi uji statik dan dinamik menggunakan *Software Ansys 12.0* dengan program *Ansys 12.0 Workbench*.

Nilai modulus elastisitas bahan dapat diketahui melalui *slope* garis elastis linear. Secara matematis, nilai modulus elastisitas akibat beban statik dapat ditulis dengan menggunakan persamaan (1) [18].

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \dots \dots \dots (1)$$

dimana:

- E = Modulus elastisitas (Pa).
- σ = Tegangan normal (Pa).
- ε = Regangan.

Tegangan normal akibat beban tekan aksial dapat ditentukan dengan persamaan (2).

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (2)$$

dimana:

F = Beban tekan (N).

A = Luas penampang yang dikenai beban tekan (m<sup>2</sup>).

Regangan akibat beban statik tekan tersebut diperoleh dengan persamaan (3).

$$\varepsilon = \frac{\Delta \ell}{\ell} \dots \dots \dots (3)$$

dimana:

$\Delta \ell$  = perubahan panjang yang terjadi (m).

$\ell$  = Panjang awal (mula-mula) (m).

Dengan mensubstitusikan persamaan (2) dan (3) ke persamaan (1), maka diperoleh persamaan (4).

$$E = \frac{F \cdot \ell}{A \cdot \Delta \ell}$$

$$\Delta \ell = \frac{F \cdot \ell}{A \cdot E} \dots \dots \dots (4)$$

Gaya impact pada uji dinamik dapat diperoleh dengan mensubstitusikan persamaan momentum

$$p = m \cdot v \dots \dots \dots (5)$$

dengan persamaan impuls

$$I = F \cdot t \dots \dots \dots (6)$$

Jika perubahan momentum sama dengan impuls atau

$$I = p \dots \dots \dots (7)$$

Maka besar nilai gaya dapat dinyatakan dengan persamaan

$$F = \frac{m \cdot v}{t} \dots \dots \dots (8)$$

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah: Bagaimanakah hasil analisis pengujian simulasi statik dan dinamik menggunakan *software* Ansys 12.0 *Workbench* terhadap redesain *parking bumper*?

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan desain *parking bumper* yang memiliki sifat yang lebih maksimal melalui simulasi uji statik dan dinamik dari redesain *parking bumper* dengan menggunakan *software* Ansys 12.0 *Workbench*.

Sedangkan Tujuan Khusus (1). Membuat pemodelan berupa redesain *parking bumper* dengan geometry yang trapesium sama sisi yang memiliki dimensi panjang 250 mm, lebar 200 mm, dan tinggi 130 mm. (2). Meneliti hasil pengujian simulasi statik pada sisi miring redesain *parking bumper* yaitu berupa tegangan dan regangan maksimal, total deformasi serta modulus elastisitas maksimum. (3). Meneliti hasil pengujian simulasi dinamik pada sisi miring redesain *parking bumper* yaitu berupa tegangan dan regangan maksimal, total deformasi, serta gaya impact maksimum yang sanggup diterima *parking bumper* sesaat sebelum mengalami kerusakan. (4). Membandingkan kemampuan *parking bumper* hasil redesain dengan hasil penelitian sebelumnya yaitu *parking bumper* berbentuk trapesium padat.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Teknik mesin Fakultas Teknik USU pada bagian International Center for Science, Technology, & Art (IC STAR) menggunakan *Software* Ansys 12.0 *Workbench*. Pengukuran yang dilakukan adalah berupa simulasi uji statik dan dinamik terhadap redesain *parking bumper* yang terbuat dari bahan *polymeric foam* diperkuat serat TKKS.

Langkah simulasi statik dengan menggunakan program *Ansys Workbench* dapat dilakukan dalam 3 golongan proses pengerjaan yaitu: *Preprocessing*, *Solution*, *Post Processing*. Langkah-langkah pengujian statik dan dinamik adalah sebagai berikut: (1). *Ansys Workbench* (2). *Engineering Data* (3.) *Ansys Design Modeler* (4). *Ansys Mechanical* (5). *Ansys Solver* (6). *Ansys Post-Processor* dan (7). Klik *Solve*.

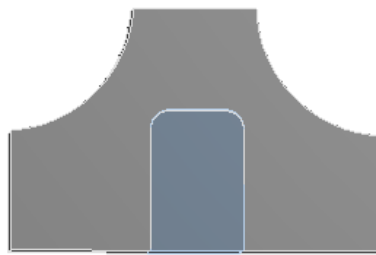
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian terhadap desain dilakukan dengan simulasi menggunakan program *Ansys 12.0 Workbench*. Simulasi yang dilakukan adalah berupa uji tekan statik dan dinamik terhadap sisi miringnya. Besarnya tegangan yang diterapkan pada simulasi uji statik pada sisi miring didasari oleh penelitian sebelumnya yaitu tegangan rata-rata pada uji statik sisi miring 2500 MPa. Tujuannya adalah untuk mendapatkan distribusi tegangan, regangan dan total deformasi dari desain yang dibuat.

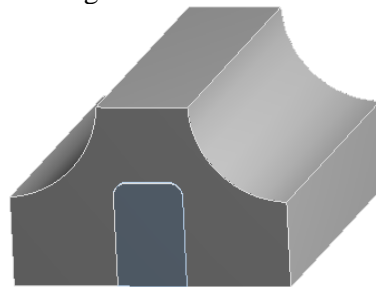
Untuk simulasi uji dinamik digunakan uji impact jatuh bebas. Penelitian sebelumnya yang dilakukan terhadap redesain yang sama, kecepatannya jatuh bebasnya  $8,28 \text{ m/s} = 29,6 \text{ km/jam}$ . Harga ini diperoleh karena adanya keterbatasan alat yang ada. Oleh karena itu maka pada penelitian simulasi uji dinamik melalui uji impact digunakan kecepatan lebih tinggi yaitu 10 m/s. Tujuannya untuk melihat respon dari redesain yang dibuat, apakah dengan kecepatan 10 m/s yang bersesuaian dengan 36 km/jam redesain yang dibuat masih sanggup bertahan.

#### 3.1. Geometri redesain *parking bumper*

Geometri dasar dari *parking bumper* yang diteliti adalah berbentuk trapesium padat [5]. Redesain yang dilakukan adalah berupa trapesium berongga di mana bagian rongga diisi dengan material semen beton (*concrete*) dan sisi miring berbentuk radius. Dimensi dari redesain yaitu panjang 250 mm, lebar 200 mm, dan tinggi 130 mm. Gambar dua dimensi dari redesain trapesium berongga yang diisi dengan *concrete* dengan sisi miring radius dapat dilihat pada Gambar 1 dan gambar tiga dimensinya pada Gambar 2.



Gambar 1. Gambar dua dimensi dari redesain *parking bumper* trapesium berongga yang berisi *concrete* dengan sisi miring berbentuk radius.



Gambar 2. Gambar tiga dimensi dari redesain *parking bumper* trapesium berongga yang berisi *concrete* dengan sisi miring berbentuk radius.

Pada gambar 1 dan 2 terlihat bahwa bahan pembuat redesain *parking bumper* terdiri dari 2 jenis atau 2 fase yaitu komposit polimer sebagai bahan dasar trapesium berongga, dan *concrete* untuk mengisi rongganya. Tujuan pemberian *concrete* adalah agar rongga tidak kosong dan *parking bumper* semakin berat sehingga tidak mengapung bila berada di jalanan yang digenangi air. Selain itu

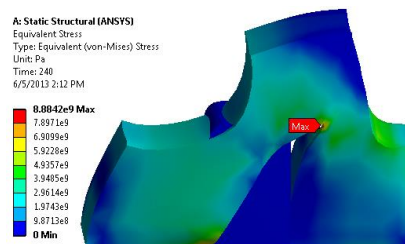
diharapkan *parking bumper* hasil redesain memiliki kekuatan dan kualitas yang lebih baik. Dengan adanya bagian semen beton pada permukaan bawah akan menyebabkan permukaan gesek lebih kasar sehingga tidak mudah slip. Sedangkan bentuk permukaan miring yang langsung bersentuhan dengan ban mobil dimodifikasi berupa radius. Diharapkan sisi miring berbentuk radius dapat menahan ban mobil yang berhenti secara tiba-tiba dengan kecepatan tinggi seperti pada jalan mendaki, sehingga ban mobil tidak mudah slip atau naik melewati *parking bumper*.

### 3.2. Simulasi uji tekan statik pada redesain *parking bumper*

Hasil uji tekan statik yang diperoleh dari simulasi menggunakan program *Ansys 12.0 Workbench* adalah berupa respon dari specimen dalam bentuk tegangan, regangan dan total deformasi. Tegangan yaitu gaya persatuan luas permukaan. Regangan yaitu perbandingan perubahan panjang terhadap panjang awal. Total deformasi yang dialami specimen adalah perubahan bentuk specimen saat dikenai gaya.

Hasil simulasi uji tekan statik pada salah satu sisi miring menggunakan *software Ansys 12.0 Workbench* dengan tekanan yang diberikan sebesar 2.500 MPa selama selang waktu 240 s (4 menit), diperoleh tegangan rata-rata 6.909,9 Mpa dan tegangan maksimum 8.884,2 MPa. Adapun besar regangan rata-rata 0.62812 m/m dan regangan maksimum yang diperoleh dari simulasi ialah 0,80765 m/m. Sedangkan total deformasi rata-rata yang diperoleh dari simulasi adalah 0,034563 m dan total deformasi maksimum adalah 0,044438 m.

Distribusi tegangan, regangan dan total deformasi dapat dilihat pada Gambar 3, 4 dan 5. Pada bagian berikut akan diperlihatkan distribusi tegangan dari simulasi uji statik yang dilakukan terhadap sisi miring *parking bumper*.

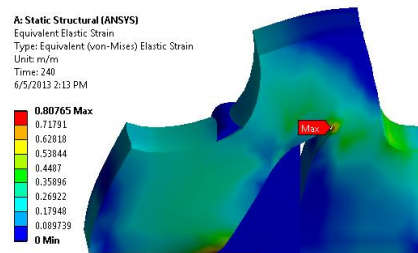


Gambar 3. Hasil simulasi tegangan dari pengujian tekan statik pada sisi miring parking bumper trapesium berongga berisi concrete dengan sisi miring berbentuk radius.

Dari gambar 3 terlihat bahwa distribusi tegangan pengujian statik pada pemodelan *parking bumper* hanya mempengaruhi bahan komposit, sedangkan pada bagian *concrete* kurang berpengaruh. Hal ini disebabkan karena bahan *concrete* tidak elastis. Namun tekanan yang terus menerus menyebabkan terpisahnya bagian *concrete* dari bahan komposit, sehingga pada bagian yang terpisah terbentuk rongga. Tegangan maksimum dari simulasi uji statik pemodelan *parking bumper* terjadi tepat di atas rongga yang terbentuk. Jadi kemungkinan kerusakan akan terjadi adalah pada posisi di atas rongga.

Besar tegangan maksimum yang terjadi adalah 8884,2 MPa. Bila dibandingkan dengan tegangan maksimum *parking bumper* berbentuk trapesium padat dari penelitian sebelumnya [5] yaitu 1,167 Mpa maka tegangan maksimum dari redesain yang dilakukan berupa *parking bumper* trapesium berongga dengan rongga berisi *concrete* memiliki desain yang lebih kuat karena tegangan maksimumnya lebih besar. Ini berarti diperlukan gaya yang lebih besar untuk merusaknya. Dengan arti kata kemampuan desain *parking bumper* yang dibuat untuk menahan beban sebelum mengalami perpatahan atau kerusakan lebih besar dari bentuk trapesium komposit yang padu untuk dimensi yang sama. Hal ini disebabkan karena adanya *concrete* yang meredam tegangan yang terjadi.

Bentuk distribusi regangan dapat dilihat pada Gambar 4.

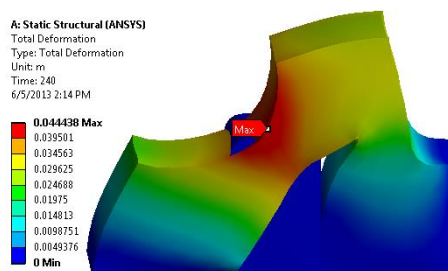


Gambar 4. Hasil simulasi regangan dari pengujian tekan statik pada sisi miring *parking bumper* trapesium beronggaberisi *concrete*dengan sisi miring berbentuk radius.

Dari gambar 4 terlihat bahwa distribusi regangan terjadi pada bahan komposit, sedangkan pada bahan *concrete* tidak terjadi regangan. Hal ini menyebabkan terjadi rongga pada tempat yang mengalami regangan maksimum. Akibatnya daerah disekitar *concrete* memiliki perbedaan regangan yang cukup besar sehingga bahan pengisi *concrete* dapat terpisah dari kompositnya.

Regangan maksimum yang dialami specimen sebelum patah adalah 0,80765 m/m. Jika dibandingkan dengan regangan maksimum penelitian *parking bumper* berbentuk trapesium padat [5] yaitu 0,026 m/m terlihat bahwa harga regangan maksimum trapesium berongga yang diisi *concrete* lebih besar, hal ini disebabkan oleh pemberian beban tekan yang besar pula.

Selanjutnya pada gambar berikut akan diperlihatkan hasil simulasi total deformasi yang telah dilakukan.



Gambar 5. Hasil simulasi total deformasi dari pengujian tekan statik pada sisi miring *parking bumper* trapesium beronggaberisi *concrete*dengan sisi miring berbentuk radius.

Total deformasi maksimum yang diperoleh dari simulasi adalah 0,044438 m dapat dilihat pada gambar 3. Pada total deformasi ini titik maksimumnya terdapat pada sisi miring pemodelan *parking bumper* yang diberi gaya tekan, berarti bagian sisi miring mengalami perubahan bentuk akibat tetapan statis sebesar 4,4438 cm. Sehingga pemodelan *parking bumper* ini mengalami keretakan (berongga) antara bahan komposit dengan bahan *concrete*. Timbulnya kerusakan adalah akibat penggunaan tegangan atau gaya tekan statik yang terlalu besar. Dengan adanya rongga ini maka merupakan kelemahan yang harus diatasi melalui penelitian lain.

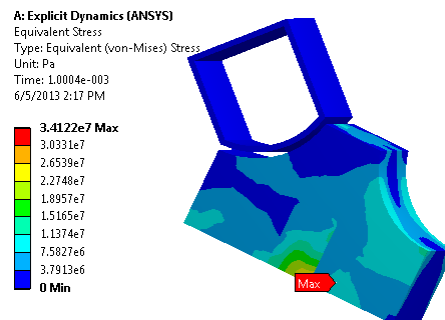
Jika harga tegangan maksimum yaitu 8.884,2 MPa dan regangan maksimum yang diperoleh melalui simulasi sebesar 0,80765 m/m, maka dapat dihitung modulus elastisitas maksimum dari *parking bumper* trapesium berongga yang diisi *concrete* dengan sisi miring radius menggunakan persamaan  $(2.1)E = \frac{\sigma}{\epsilon}$ . Besarnya modulus elastisitas maksimum redesain *parking bumper* adalah 11.000 MPa. Harga elastisitas ini memperlihatkan bahwa gaya maksimum yang dapat diterima sesaat sebelum rusak oleh *parking bumper* seluas 1m<sup>2</sup> pada saat tepat mengalami kerusakan adalah sebesar

1.100 MN atau setara dengan beban 110 Mkg atau 110.000 ton. Berarti untuk *parking bumper* hasil redesain seluas 1 m<sup>2</sup> dapat menahan beban maksimum dengan bobot maksimum 110.000 ton. Karena *parking bumper* yang dibuat hanya mempunyai luas bidang tekan 0,03 m<sup>2</sup>, maka kemampuan menahan gaya maksimum sebesar 33.000 kN yang setara dengan beban maksimum saat akan hancur adalah 3.367 ton. Ini merupakan bobot yang cocok bagi kendaraan berat.

### 3.3. Simulasi uji dinamik pada redesain *parking bumper*.

Hasil simulasi uji dinamik menggunakan program *Ansys 12.0 Workbench* digunakan gaya impact jatuh bebas dengan kecepatan sebesar 10 m/s yang setara dengan kecepatan mobil saat mau parkir sebesar 36 km/jam. Dari hasil uji dinamik diperoleh tegangan rata-rata 18,957 Mpa dan tegangan maksimum adalah 34,122 MPa. Regangan impact rata-ratanya 0,00063424 m/m dan regangan maksimum adalah 0,0011416 m/m. Sedangkan total deformasi yang dialami redesain yang dibuat untuk harga rata-rata adalah 0,0030385 m, dan total deformasi maksimum adalah 0,0054693 m.

Untuk mengetahui distribusi tegangan, regangan dan total deformasi yang terjadi akibat beban impact pada salah satu sisi miring trapesium berongga dapat disimulasikan dengan menggunakan program *Ansys 12.0 Workbench*. Hasil pengujian impact pada salah satu sisi miring dapat dilihat pada gambar 6, 7, dan 8.

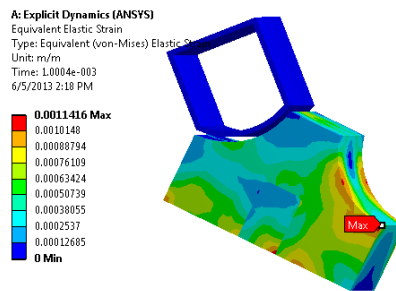


Gambar 6. Hasil simulasi tegangan dari uji impact pada sisi miring *parking bumper* trapesium berongga berisi *concrete* dengan sisi miring berbentuk radius.

Hasil simulasi dinamik menggunakan *software Ansys 12.0* menggunakan gaya impact jatuh bebas dengan kecepatan sebesar 10 m/s yang setara dengan kecepatan mobil saat mau parkir sebesar 36 km/jam, menunjukkan bahwa tegangan rata-rata 18,957 Mpa dan tegangan maksimum adalah 34,122 MPa.

Dari Gambar 6 terlihat bahwa tegangan yang dihasilkan dari uji dinamik terhadap salah satu sisi miring *parking bumper* memperlihatkan bahwa tegangan terdistribusi pada seluruh bahan baik pada komposit polimer maupun *concrete*. Tegangan maksimum terjadi pada sudut depan dari bahan *concrete* sesuai dari mana arah datangnya tekanan. Dari Gambar 6 tidak terjadi kerusakan pada *parking bumper* akibat adanya gaya impact yang diterimanya. Dari simulasi yang dilakukan terhadap redesain *parking bumper* yang dibuat dapat disimpulkan bahwa bentuk trapesium berongga yang diisi *concrete* dengan sisi miring berbentuk radius, sanggup menahan tekanan impact maksimum sebesar 34,122 MPa atau menahan gaya impact maksimum pada saat mengalami kerusakan sebesar 34,122 MN atau 34.122.000 N. Jika digunakan persamaan gaya impact pada benda jatuh bebas dengan percepatan gravitasi 9,8 m/s<sup>2</sup>, maka diperoleh massa beban dengan rumus  $m = F/g$  yaitu 3.481.836,735 kg atau 3.481, 836735 ton, dengan pembulatan sekitar 3.482 ton bersesuaian dengan gaya impact menggunakan persamaan  $F = m \cdot v$  yaitu 34.820 kN.

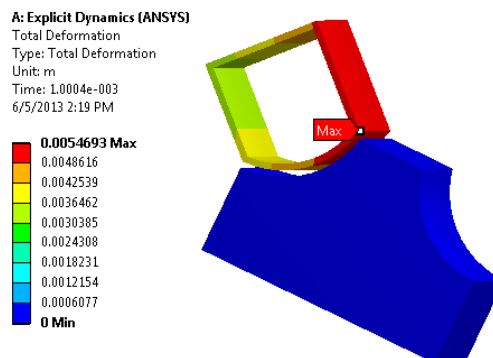
Berikutnya akan ditampilkan hasil simulasi regangan yang dialami redesain *parking bumper* yang dibuat.



Gambar 7. Hasil simulasi regangan dari uji impact (von misses) pada sisi miring *parking bumper* trapesium berongga berisi *concrete* dengan sisi miring berbentuk radius.

Hasil simulasi dinamik menggunakan *software* Ansys 12.0 dengan gaya impact jatuh bebas berkecepatan 36 km/jam diperoleh regangan impact rata-rata 0,00063424 m/m dan regangan maksimum adalah 0,0011416 m/m. Dari gambar 4.7 terlihat bahwa regangan maksimum terjadi pada sisi miring yang langsung dikenai beban dan sisi bawah trapesium baik pada bagian komposit polimer maupun *concrete*. Dari gambar tidak terlihat adanya kerusakan pada *parking bumper* akibat gaya impact yang diberikan. Dengan demikian berarti desain *parking bumper* berbentuk trapesium berongga yang diisi *concrete* sanggup menahan kendaraan yang berhenti secara tiba-tiba dengan kecepatan 36 km/jam.

Pada gambar selanjutnya akan diperlihatkan total deformasi yang diperoleh dari simulasi.



Gambar 8. Hasil simulasi total deformasi dari uji impact pada sisi miring *parking bumper* trapesium berongga berisi *concrete* dengan sisi miring berbentuk radius.

Dari simulasi dinamik menggunakan gaya impact jatuh bebas dengan kecepatan sebesar 10 m/s atau 36 km/jam diperoleh deformasi rata-rata adalah 0,0030385 m dan deformasi maksimum adalah 0,0054693 m. Dari gambar 4.8 terlihat bahwa desain yang dibuat tidak mengalami kerusakan. Dengan demikian berarti desain *parking bumper* berbentuk trapesium berongga yang diisi *concrete* sanggup menahan kendaraan dengan massa maksimum 3.482 ton yang berhenti secara tiba-tiba dengan kecepatan 36 km/jam.

### 3.4. Perbandingan karakteristik redesain *parking bumper* dengan hasil penelitian sebelumnya

Berdasarkan analisis yang dilakukan terhadap hasil simulasi uji statik dan dinamik, maka redesain *parking bumper* yang dibuat berupa trapesium berongga yang diisi *concrete* dengan sisi miring berbentuk radius, memiliki tegangan dan regangan maksimal, serta total deformasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian sebelumnya. Demikian juga kemampuan menahan kendaraan yang berhenti secara tiba-tiba pada *parking bumper* juga lebih tinggi yaitu dengan kecepatan 36 km/jam, sedangkan penelitian sebelumnya untuk *parking bumper* berbentuk trapearium padat hanya



mampu menahan kendaraan dengan kecepatan 20 km/jam [5]. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa redesain yang dilakukan berupa *parking bumper* trapesium berongga yang diisi *concrete* dengan sisi miring radius mempunyai karakteristik yang lebih baik dari *parking bumper* berbentuk trapezium padat.

#### 4. SIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan analisis yang telah dilakukan dan dilaporkan pada bab-bab sebelumnya, maka kesimpulan dari hasil penelitian ini yaitu:

1. Telah berhasil dilakukan redesain *parking bumper* dengan geometri berupa trapesium berongga yang diisi dengan bahan beton (*concrete*) dengan sisi miring berbentuk radius, memiliki dimensi panjang 250 mm, lebar 200 mm dan tinggi 130 mm.
2. Dari hasil simulasi statik menggunakan program Ansys 12.0 *Workbench*, dengan tekanan yang diberikan sebesar 2500 MPa selama selang waktu 240 s (4 menit), diperoleh tegangan rata-rata 6.909,9 Mpa, tegangan maksimum 8.884,2 MPa, regangan rata-rata 0.62812 m/m, regangan maksimum 0,80765 m/m, total deformasi rata-rata 0,034563 m, dan total deformasi maksimum sebesar 0,044438 m, serta modulus elastisitas maksimum adalah 11.000 MPa.
3. Hasil simulasi dinamik menggunakan program Ansys 12.0 *Workbench*, dengan kecepatan jatuh bebas sebesar 10 m/s yang setara dengan 36 km/jam, diperoleh tegangan dinamik rata-rata 18,957 Mpa, tegangan maksimum 34,122 MPa, regangan dampak rata-rata 0,00063424 m/m, regangan maksimum 0,0011416 m/m, total deformasi rata-rata 0,0030385 m, dan total deformasi maksimum 0,0054693 m, serta gaya dampak maksimum adalah 34.820 kN.
4. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa redesain *parking bumper* ber trapesium berongga yang diisi *concrete* dengan sisi miring radius mempunyai karakteristik yang lebih baik dari hasil penelitian sebelumnya yaitu berupa *parking bumper* berbentuk trapezium padat [5].

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Umar, S. *Potensi Limbah Kelapa Sawit Dan Pengembangan Peternakan Sapi Berkelanjutan Di Kawasan Perkebunan Kelapa Sawit*. Jurnal Wawasan, Vol 13., No.3, Tahun 2008,
- [2]. Subianto, Bambang, dkk., *Utilization of Fruit Bunch Waste from Oil and Palm Industry for Particleboard Using Phenol Formaldehyde Adhesive*, Wasta PPKS: 1-4
- [3]. Isroi, *Pengolahan TKKS (Tandan Kelapa Sawit, (online), (http://isroi.wordpress.com, diakses tanggal 8 April 2011, pukul 06.25 WIB.*
- [4]. Arif, Zainal, *Respon Parking Bumper Bahan Komposit Polymeric Foam Diperkuat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (Tkks) Akibat Beban Tekan Statik Dan Dinamik (Simulasi Numerik)* Tesis Master, Universitas Sumatera Utara, 2012.
- [5]. Ali, Syurkani, *Desain Struktur dan Pembuatan Parking Bumper dari Bahan Polymeric Foam diperkuat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) terhadap beban Impak dan Tekan*, Tesis master, Universitas Sumatera Utara, 2012.
- [6]. Google, (online), *Parking Bumper for Car Stopper*, [www.google.co.id/imgres?q=parking+bumper+for+car+stopper](http://www.google.co.id/imgres?q=parking+bumper+for+car+stopper). tanggal akses 24-2-2012 jam 20:45
- [7]. Chawla, K.K. *Composite Material*, 1<sup>st</sup> Edition. Berlin: springer-verlag New York Inc., 1987.
- [8]. Syam B, Weriono and Rahmawati, *Analysis of Concrete and Rubber Base of Traffic Cone Subjected to Impact Loading*, (accepted to be presented in the 6th Int. Conf on Numerical Analysis in Engineering), Lombok Island, Indonesia, May 2009.
- [9]. Nuryanto, E. *Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Sumber Bahan Kimia*, Warta PPKS: 137-144.2004.
- [10]. Zulfikar, *Pembuatan Dan Penyelidikan Perilaku Mekanik Material Polymeric Foam Diperkuat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Akibat Beban Statik Dan Impak*. Tesis Master (tidak dipublikasikan), 2010.

- [11]. Fergyanto E, Hiroomi Homma, *Cs, Mechanical Properties of oil Palm Empty Fruit Bunch Fiber*, Journal of Solid Mechanics And Materials Engineering, Volume 3 No. 7, 2009.
- [12]. Pearce, J.M And Kemp, C., *Acoustic Dumping Using Polyurethane/Polymer Composites*, (online), (<http://www.appropedia.org>). diakses tanggal 11 April 2011
- [13]. Burrul, A.,Et.Al, *Acoustics Properties Of Material*, 2<sup>nd</sup> Edition, Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona, 2008.
- [14]. Y.D.S. Rajapakse and D. Hui (Eds), *Marine Composites, Composite Engineering-B*, Vo.35,Nos. 6-8, pp 447-450, 2004.
- [15]. Edward B. Magrab, *Integrated Product and Process Design and Development*, New York: Cambridge University Press, 1981.
- [16]. Roozenburg, N. F. M. Eekels, J., *Product Desain : Fundamentals and Methods*; John Willey & Sons (1991).
- [17]. Abdul Basir, *Analisa Hasil Pembuatan Koin Aluminium dengan proses blanking menggunakan beban Impak Jatuh Bebas*, USU, 2008
- [18]. Khurmi R.S, *AN ISO 9001: 2000 Company, A Tex Book of Enginnering Mechanical S. Chand & Company LTD*, Ram Nagar, New Delhi-055.
- [19]. ANSYS.com (Online), *Tutorial for a Three-Dimensional Heat Conduction Problem using ANSYS Workbench*” diakses tanggal 9 juli 2012, jam 12.26 wib.
- [20]. Tailor, *Taylor Impact Test-Basic Simulation, ANSYS Explicit Dynamics*, Workshop 1, ANSYS, Inc Proprietary, 2009
- [21]. Tailor, *Simulation the Crushing of an Empty Soda Can, ANSYS Explicit Dynamics*, Workshop 2, ANSYS, Inc Proprietary, 2009