

Pembangkit listrik Tenaga Surya Tipe Monocrystalline Dengan Memanfaatkan Atap Gedung Sebagai Media Pemantul Panas Matahari

Eko Julianto 1*, Ahmad Yunus Nasution 2, Ripandu Sasmeidy 3, Fuazen 4, Eko Sarwono 5, Doddy Irawan 6

Departemen, Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Pontianak, Jalan Ahmad Yani No. 111 Pontianak (78124) Telp. 0411-585637

*Email: Corresponding : eko.julianto@unmuhpnk.ac.id

Email : 161210166@unmuhpnk.ac.id

Abstrak

Pada umumnya pemasangan panel surya berada di bagian paling atas (*rooftop*) dari sebuah bangunan atau gedung, yang permukaannya datar dan tidak ditutupi oleh langit-langit, sehingga pancaran sinar matahari tidak terhalangi. Di kawasan perkotaan khususnya di Kalimantan Barat, sebagian besar ruangnya dipenuhi dengan bangunan-bangunan besar, sehingga memiliki potensi untuk pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Desain pembangkit tenaga surya ini menggunakan empat bagian utama, bagian pertama yaitu solar panel Monocrystalline 110 wp untuk sumber utama dari energi matahari menjadi tegangan awal DC, bagian kedua yaitu charger controller sebagai pengatur arus dari panel pada battery atau penyimpanan daya dan ke beban yang dihasilkan dari solar panel tersebut, bagian ketiga yaitu inverter salah satu pengubah tegangan DC ke AC, serta bagian ke keempat yaitu beban untuk penerangan (lampu LED). Dari pengujian pada skripsi ini, penggunaan panel surya belum cukup efisien dan menghasilkan daya rata-rata pada cuaca cerah sebesar 75,03 Watt, sedangkan pada cuaca berawan sebesar 46,3 Watt. Dari segi ekonomis untuk menggantikan PLN.

Kata kunci *PLTS, panel surya, monocrystalline, matahari, LED, inverter, rooftop, battery, charger controller.*

Abstract

In general, the installation of solar panels is at the very top (*rooftop*) of a building which has a flat surface and is not covered by the ceiling, so that the sun's rays are not blocked. In urban areas, especially in West Kalimantan, most of the space is filled with large buildings, so it has the potential for the development of Solar Power Plants (PLTS). The design of this solar power plant uses four main parts, the first part is a 110 wp Monocrystalline solar panel for the main source of solar energy to be the initial DC voltage, the second part is the charger controller as a current regulator from the panel on the battery or power storage and to the load generated from the solar panel, the third part is the inverter, which converts DC to AC voltage, and the fourth part is the load for lighting (LED lamps). And from the calculations in this thesis, the use of solar panels is not efficient enough and economically profitable to replace PLN.

Keywords *PLTS, solar panel, monocrystalline, solar, LED, inverter, rooftop, battery, charger controller.*

Pendahuluan

Setiap tahun kebutuhan akan energi listrik di dunia akan mengalami pertumbuhan. Hal ini juga berlaku di Indonesia. Selama kurun waktu 17 tahun (2003 sampai dengan 2020) total kebutuhan listrik di Indonesia diperkirakan tumbuh sebesar 6,5% per tahun dari 91,72 TWh pada tahun 2002 menjadi 272,34 TWh pada tahun 2020. Salah satu energi alternatif yang dikembangkan adalah energi matahari. Energi matahari sangat potensial dikembangkan karena dalam kondisi puncak atau posisi matahari tegak lurus, sinar matahari yang jatuh di permukaan panel surya di Indonesia seluas satu meter persegi akan mampu

mencapai 900 hingga 1000 Watt. Total intensitas penyinaran perhari di Indonesia mampu mencapai 4500 Wh/m² sehingga Indonesia termasuk daerah yang kaya akan energi matahari. Sebagai sumber daya alternatif untuk membantu listrik dari PLN, Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) ini yang paling efektif di daerah Kalimantan Barat dikarenakan letak geografisnya berada tepat digaris khatulistiwa, dimana sinar matahari terjadi sepanjang tahun dengan durasi yang ideal untuk penyerapan cahaya dengan waktu kurang lebih 10 sampai 12 jam.

Teori

A. Tinjauan Pustaka

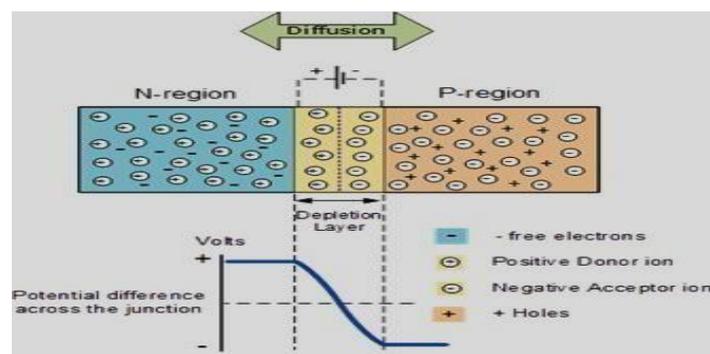
Kebutuhan energi listrik yang berasal dari energi non-terbarukan semakin meningkat setiap tahunnya. Jadi ada upaya yang harus dilakukan untuk mengurangi atau bahkan menghilangkan ketergantungan pada listrik dari PLN. Salah satu cara itu praktis dan mudah adalah mendesain panel surya atap di atas rumah. Berdasarkan perhitungannya, panel surya yang dibutuhkan sebanyak lima panel berdaya 275 Wp, berkapasitas solar charge Pengendali yang digunakan pada 85A, dibutuhkan empat baterai 12 V 230 Ah, inverter memiliki kekuatan DC sampai 1800 W dan output daya AC 1500 W maksimal, dan juga penampang konduktor yang dibutuhkan adalah 2,5 mm² dengan rating MCB 16 A (Muhammad Fahmi Hakim, 2017).

B. Pengertian PLTS

Pembangkit listrik tenaga surya adalah pembangkit listrik yang mengubah energi surya menjadi energi listrik. Pembangkitan listrik bisa dilakukan dengan dua cara, yaitu secara langsung menggunakan fotovoltaik dan secara tidak langsung dengan pemusatan energi surya. Fotovoltaik mengubah secara langsung energi cahaya menjadi listrik menggunakan efek fotoelektrik. Pemusatan energi surya menggunakan sistem lensa atau cermin dikombinasikan dengan sistem pelacak untuk memfokuskan energi matahari ke satu titik untuk menggerakkan mesin kalor.

C. Panel Surya

Panel surya terdiri dari beberapa sel surya yang di susun sedemikian rupa sehingga didapatkan output sesuai dengan yang diinginkan. Dari kumpulan sel surya ini dapat dikonversi cahaya matahari menjadi listrik arus searah. Dengan menambahkan baterai yang dihubungkan dengan panel surya, maka daya hasil konversi cahaya matahari menjadi listrik dapat disimpan sebagai cadangan energi listrik. Secara sederhana sel surya terdiri dari persambungan bahan semikonduktor bertipe P dan N *P-N junction semiconductor* yang jika terkena sinar matahari maka akan terjadi aliran elektron, aliran elektron inilah yang disebut sebagai aliran arus listrik (Yuwono, 2005)



Gambar 1 Semikonduktor (a) tipe-P (b) tipe-N

D. Monocrystalline

Tipe ini terbuat dari batangan kristal silikon murni yang tersusun lurus. Jenis ini akan menghasilkan kepingan sel surya yang identik satu sama lain dan berkinerja tinggi. Sehingga menjadi sel surya yang paling efisien dibandingkan jenis sel surya lainnya, sekitar 15% - 20%. Mahalnya harga kristal silikon murni dan teknologi yang digunakan, menyebabkan mahalnya harga jenis sel surya ini dibandingkan jenis sel surya yang lain di pasaran.

E. Solar Charge Controller

Solar Charge Controller (SSC) merupakan salah satu komponen penting PLTS yang berguna untuk *setting* arus listrik (*current regulator*) yang masuk dari panel PV maupun arus beban keluar/digunakan dan berfungsi untuk melindungi baterai dari pengisian yang berlebihan (*over charge*), dan dari panel surya ke baterai dapat di atur tegangan serta arusnya sesuai kebutuhan (Visnu Semara Putra, 2015).



Gambar 2 Solar Charge Controller

F. Baterai

Baterai pembangkit listrik tenaga matahari pada umumnya hanya aktif pada saat siang hari (pada saat sinar matahari ada). Sehingga untuk keperluan malam hari solar cell tidak dapat digunakan. Untuk mengatasi hal tersebut, maka energi yang dihasilkan *solar cell* pada siang hari disimpan sebagai energi cadangan pada saat matahari tidak tampak. Untuk menyimpan energi tersebut dipakai suatu baterai sebagai penyimpanan muatan energi. Baterai digunakan untuk system pembangkit tenaga listrik matahari mempunyai fungsi yang ganda. Di suatu sisi baterai berfungsi sebagai penyimpanan energi, sedang disisi lain baterai harus dapat berfungsi sebagai satu daya dengan tegangan yang konstan untuk menyuplai beban.

G. Inverter

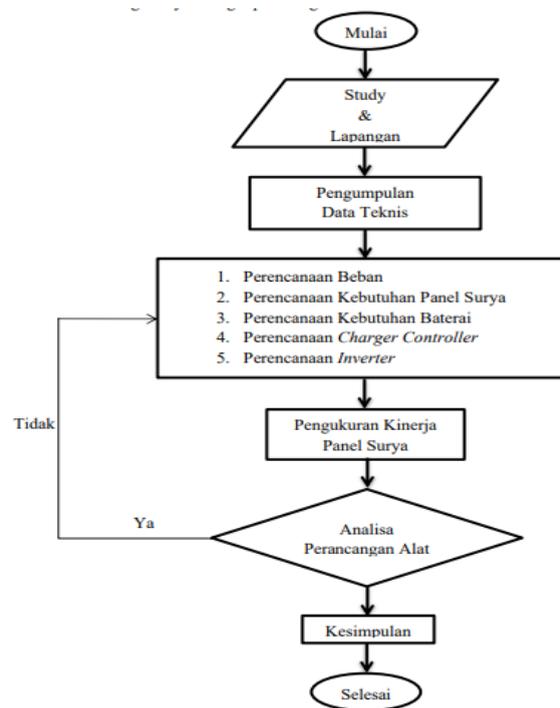
Inverter adalah alat yang mengubah arus *Direct Current* (DC) menjadi *Alternating Current* (AC) sesuai dengan kebutuhan peralatan listrik yang digunakan. Hal ini terjadi karena arus yang tersimpan dalam *battery* adalah arus DC sementara arus beban atau motor penggerak mesin cuci ialah arus AC. Untuk menentukan besaran watt dari inverter yang digunakan biasanya ditentukan dari besarnya kebutuhan watt yang akan di-backup.

H. Daya Listrik

Misalkan suatu potential v dikenakan ke suatu beban dan mengalirlah arus. Energi yang diberikan ke masing-masing elektron yang menghasilkan arus listrik sebanding dengan v (beda potensial). Daya didefinisikan sebagai laju hantaran energi listrik dalam sirkuit listrik. Satuan international daya listrik adalah Watt yang menyatakan banyaknya tenaga listrik yang mengalir per satuan waktu (joule/detik)

Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan tahapan berupa Survey, Pembahasan Perencanaan, Pengukuran Kinerja Panel Surya, Analisa Perancangan Alat, Analisis Ekonomi PLTS.



Gambar 3 Diagram alir metode penelitian

Hasil dan Pembahasan

A. Data Hasil Beban Panel Surya

Berikut adalah perhitungan-perhitungan yang digunakan untuk menghitung kebutuhan dari PLTS agar dapat memenuhi kebutuhan dari lampu penerangan. Dengan menentukan beban pemakaian lampu 40 watt selama 10 jam, dapat dilihat pada tabel 1 beban pemakaian yang dirancang perhari.

No.	Beban	Jumlah	Daya Masuk (Watt)	Lama Pemakaian (Jam)	Energi Yang Dihasilkan (Wh)
1.	Lampu	2	20	10	400
2.	Asumsi Beban Tak terduga	-	20%	-	20%
JUMLAH					480 Wh

Tabel 1 Data hasil beban pemakaian yang dirancang perhari

Lampu sorot: $40 \text{ watt} \times (10 \text{ jam/hari}) + 20\%$ (bebantak terduga) = 480 Wh Total kebutuhan daya listrik sebesar 480 Watt Hour.

20%: (karena ada beban yang tidak terduga seperti beban inverter bebancharge controller dan rugi-rugi listrik pada kabel).

B. Hasil Perancangan

Perancangan alat mencakup pekerjaan yang dimulai dari mengelas dudukan panel surya, lalu merangkai bagian-bagian alat bantu dari solar cell seperti watt meter, Solar Charger Controler, accu, inverter dan memasang kabel serta lampu penerangansebagai beban. Proses perancangan dapat dilihat

padagambar 4.



Gambar 4 Proses perancangan Panel Surya.

Berikut ini adalah hasil dari perancangan panelsurya yang dapat dilihat pada gambar 5



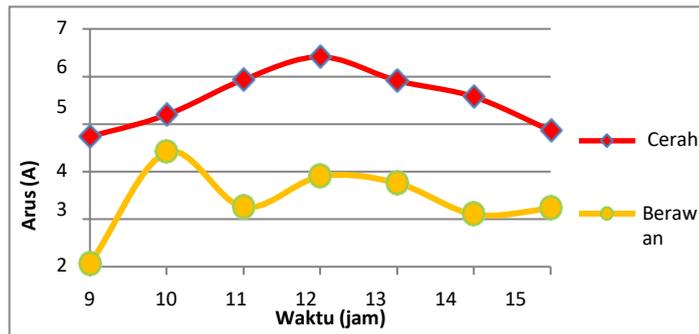
Gambar 5 Hasil perancangan panel surya

C. Pengujian Panel Surya *Monocrystalline* 110 Wp Hasil Pengukuran Panel Surya Cuaca Cerah dan Berawan

Waktu	Cuaca Cerah				Cuaca Berawan			
	Suhu	Volt	Ampere	Watt	Suhu	Volt	Ampere	Watt
09.00	29°C	13,49	5,00	67,4	28°C	12,06	3,15	38,0
10.00	30°C	13,36	5,55	74,1	28°C	12,09	3,47	41,9
11.00	32°C	13,68	5,66	77,4	29°C	12,51	4,79	59,9
12.00	32°C	13,75	6,73	92,53	30°C	12,42	4,16	51,7
13.00	33°C	13,61	6,12	83,2	30°C	12,28	4,11	50,5
14.00	33°C	13,46	5,94	81,3	30°C	12,37	3,62	44,8
15.00	32°C	13,31	4,24	56,6	31°C	12,42	3,20	39,0
Rata-rata	31°C	13,54	5,53	75,03	29°C	12,27	3,78	46,3

Tabel 2 Hasil Penelitian tanggal 14-5 juni 2021

perbedaan intensitas radiasi matahari sehingga pada cuaca cerah didapatkan hasil yang lebih besar dibandingkan berawan namun efisiensi tegangan pada panel surya terhadap cuaca hanya selisih sekitar 1,27 volt dari rata-rata tegangan yang diperoleh. Selanjutnya, untuk mengetahui perbandingan arus terhadap waktu dapat dilihat padagambar 7 dibawah ini.



Gambar 6 Grafik hubungan arus terhadap waktu

Gambar 7 menerangkan bahwa arus yang dihasilkan oleh panel surya pada cuaca cerah lebih besar dibandingkan dengan cuaca berawan, hal ini karena pancaran iradiasi pada cuaca cerah lebih besar. Dari data hasil pengukuran yang dilakukan maka diperoleh nilai pengukuran rata-rata arus hubung panel surya pada cuaca cerah sebesar 5,53 Adan diperoleh nilai rata-rata arus hubung panel surya pada cuaca berawan sebesar 3,78 A. Perbedaan arus yang didapat cukuplah besar yaitu 1,75 A, dari perbedaan arus yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa pancaran iradiasi matahari sangat berpengaruh terhadap arus pada panel surya mengingat cuaca cerah jauh lebih besar dibandingkan cuaca berawan.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang sudah diuraikan mengenai “Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya Tipe Monocrystalline Dengan Memanfaatkan Atap Gedung Laboratorium Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pontianak”, maka penulis mengambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dengan ini Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya Tipe Monocrystalline Dengan Memanfaatkan Atap Gedung Laboratorium Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pontianak telah berhasil diuji coba dan bekerja sesuai dengan apa yang diharapkan.
2. Hasil dari perhitungan jumlah panel serta penentuan kapasitas Solar Charger Controller, Baterai, SCC dan Inverter sesuai dengan jumlah kebutuhan beban yang sudah ditentukan dalam penelitian.
3. Hasil pengujian pada tanggal 14 juni 2021 dengan kondisi cuaca cerah dapat dilihat nilai minimum yang dihasilkan berada pada akhir penelitian di jam 15:00 dengan nilai 13.31 Volt, 4.24 Ampere dan 56.6 Watt. Sedangkan nilai maksimal yang dihasilkan berada di jam 12:00 dengan nilai 13.75 Volt, 6.73 Ampere dan 92.5 Watt.
4. Hasil pengujian pada tanggal 5 juli 2021 dengan kondisi cuaca berawan dapat dilihat nilai minimum yang dihasilkan berada pada awal permulaan penelitian di jam 9:00 dengan nilai 12.06 Volt, 3.15 Ampere dan 38.0 Watt. Sedangkan nilai maksimal yang dihasilkan berada di jam 11:00 dengan nilai 12.51 Volt, 4.79 Ampere dan 59.9 Watt.

Daftar Pustaka

- [1] M. Muchlis & Adhi D Permana, 2003. *Proyeksi Kebutuhan Listrik Pln Tahun 2003.S.D 2020*.
- [2] Muhammad Fahmi Hakim, 2017. *Perancangan Rooftop Off Grid Solar Panel Pada Rumah Tinggal Sebagai Alternatif Sumber Energi Listrik*.
- [3] Tomi Engelbertus, 2016. *Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Catu Daya Untuk Tambahan Pada Hotel Kini Pontianak*.
- [4] Aris Heri Andriawan & Puji Slamet, 2017. *Tegangan Keluaran Solar Cell Type Monocrystalline Sebagai Dasar Pertimbangan Pembangkit Tenaga Surya*.
- [5] Suryana D. & Ali. M.M. 2016. *Pengaruh Temperatur/Suhu Terhadap Tegangan yang Dihasilkan Panel Surya Jenis Monokristalin (Studi Kasus: Baristand Industri Surabaya)*. Jurnal teknologi proses dan inovasi industri, vol. 2, no. 1.
- [6] Duffie, A William, William A Beckman, 2008. *Solar Engineering Of Thermal Processes*.
- [7] Faslucky Afifudin dan Farid Samsu Hananto, 2012. *Optimalisasi Tegangan Keluaran Dari Solar Cell Menggunakan Lensa Pemfokus Cahaya Matahari*
- [8] Patel. Mukund R. 2006. *Wind and Solar Power Systems Design, Analysis, and Operation*. USA: Taylor & Francis Group, LLC.