



ANALISIS SOLAR CELL SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF PADA GEDUNG I UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI

Mhd Erpandi Dalimunthe^{1*}, Zulkarnain Lubis², Eddy Sutejo³, Dwi Permata Sari⁴

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Pembangunan Panca Budi

*Email: erpandi@dosen.pancabudi.ac.id

ABSTRACT

The use of renewable energy is growing, one of which is by relying on solar energy. Solar Power Plants generate electricity from solar cells that are exposed to sunlight. The high and low voltage generated depends on the amount of sunlight hitting the solar cell panel. Building I University Pembangunan Panca Budi uses a source of electrical energy from PT. PLN as the only primary source to run all the facilities in the building. The obstacle that is often experienced is when there is a blackout or cessation of the supply of electrical energy from PLN. Therefore, a new source of electrical energy is urgently needed, which can at least cover the provision of electrical energy during blackouts carried out by PT PLN. The research method is to collect data in the field, analyze the collected data and analyze the factors that influence the intensity of the sun. The number of solar cell panels used is 189 units with a capacity of 250 Wp with the area required for solar cell panel installation is $189 \times 1.7 = 321.3 \text{ m}^2$. The use of solar cells as a source of New, Renewable Energy (EBT) is one of the alternative energy sources which is expected to be able to meet the demand for electrical energy in Building I University Pembangunan Panca Budi.

Keywords: Solar Cells, Electrical Energy, Renewable Energy

PENDAHULUAN

Sumber daya energi terbarukan adalah sumber-sumber energi yang outputnya akan konstan dalam rentang waktu jutaan tahun. Sumber-sumber energi yang termasuk dalam kategori terbarukan adalah sinar matahari, aliran air sungai, gelombang laut, angin, panas bumi, dan biomassa. Energi panas matahari sangat melimpah di daerah yang memiliki iklim tropis seperti di Provinsi Sumatera Utara yang selalu disinari cahaya matahari sepanjang tahun. Hal itu menjadi sumber energi yang sangat berpotensi untuk dikembangkan. Apalagi energi listrik merupakan kebutuhan dasar dalam mendorong segala jenis aktivitas roda kehidupan manusia. Permintaan energi listrik setiap tahun akan semakin bertambah seiring dengan pertumbuhan manusia. Pemanfaatan energi terbarukan semakin berkembang, salah satunya dengan mengandalkan energi surya. Pembangkit listrik tenaga surya yaitu sistem pembangkit listrik yang menggunakan energi matahari untuk menciptakan sumber listrik melalui pv module termasuk dalam energi yang ramah lingkungan sehingga menjadi suatu pembangkit terbarukan, efektif, lebih efisien, handal, sumber energi yang sangat melimpah dan tanpa biaya, sumber energinya tersedia dari pagi sampai sore, biaya operasional dan pemeliharaan sistem pembangkit listrik tenaga surya yang sangat kecil, tidak diperlukannya pemeliharaan yang sangat sering, tidak adanya emisi gas dan limbah cair dan padat yang berbahaya. Indonesia merupakan daerah tropis maka sangat baik apabila pembangkit listrik tenaga surya dikembangkan dengan baik dan secara tepat. Untuk mencukupi kebutuhan energi listrik, Gedung I Universitas Pembangunan Panca Budi menggunakan sumber energi listrik dari PT. PLN sebagai satu-satunya sumber primer untuk menjalankan semua fasilitas pada gedung tersebut. Kendala yang sering dialami adalah saat terjadi pemadaman atau terhentinya pasokan energi listrik dari PLN, baik yang diakibatkan oleh gangguan alam maupun kerusakan lainnya. Semua peralatan yang menggunakan energi listrik menjadi terhenti bekerja karena ketiadaan listrik. Kondisi yang tidak menguntungkan ini, terutama bagi konsumen menjadi kendala yang dapat mempengaruhi kinerja secara umum. Penggunaan *solar cell* sebagai sumber Energi Baru Terbarukan (EBT) menjadi salah satu

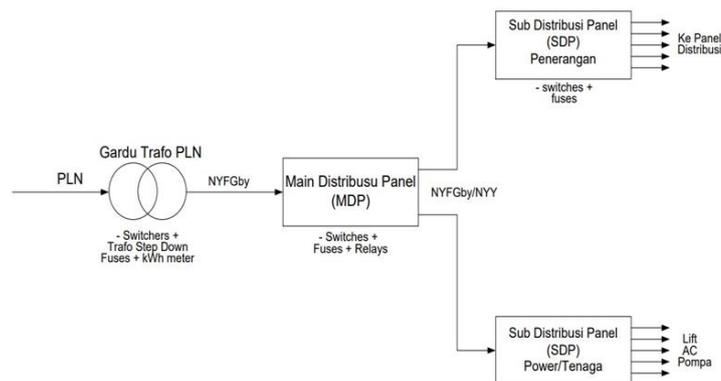
sumber energi alternatif yang diharapkan mampu memenuhi kebutuhan energi listrik pada Gedung I Universitas Pembangunan Panca Budi.

TINJAUAN PUSTAKA

Sistem Instalasi Listrik

Sistem instalasi tenaga listrik adalah proses penyaluran daya listrik yang dibangkitkan dari sumber tenaga listrik ke alat-alat listrik atau beban yang disesuaikan dengan ketentuan yang telah ditetapkan dalam peraturan dan standar listrik yang ada, misalnya IEC (*International Electrotechnical Commission*), PUIL (Persyaratan Umum Instalasi Listrik), IEEE, SPLN dan sebagainya (PUIL, 2011). Sistem instalasi listrik pada dasarnya dapat dibagi menjadi 2 bagian: a. Instalasi Listrik Penerangan b. Instalasi Listrik Tenaga.

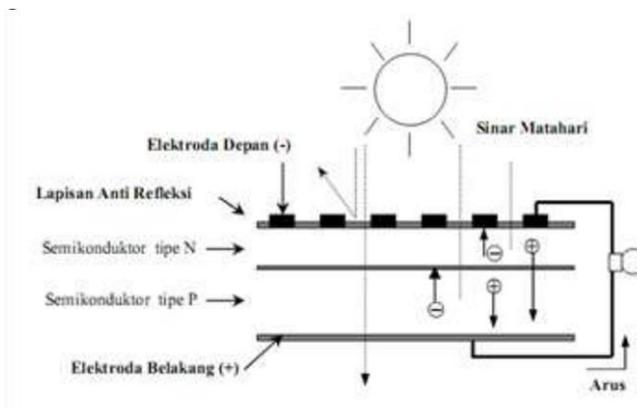
Sistem instalasi listrik dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini (Harten Van P, Setiawan E, 1999) :



Gambar 1. Sistem Instalasi Listrik
(Sumber: P.Van Harten, 1992)

Solar Cell

Solar cell atau panel surya adalah alat untuk mengkonversi tenaga matahari menjadi energi listrik. *Photovoltaic* adalah teknologi yang berfungsi untuk mengubah atau mengkonversi radiasi matahari menjadi energi listrik secara langsung. Proses perubahan energi matahari menjadi energi listrik ditunjukkan pada gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Proses perubahan energi matahari menjadi energi listrik pada sel surya
(Sumber: A.A.Wibowo, 2010)

Bagian utama pengubah energi sinar matahari menjadi listrik adalah penyerap (*absorber*),

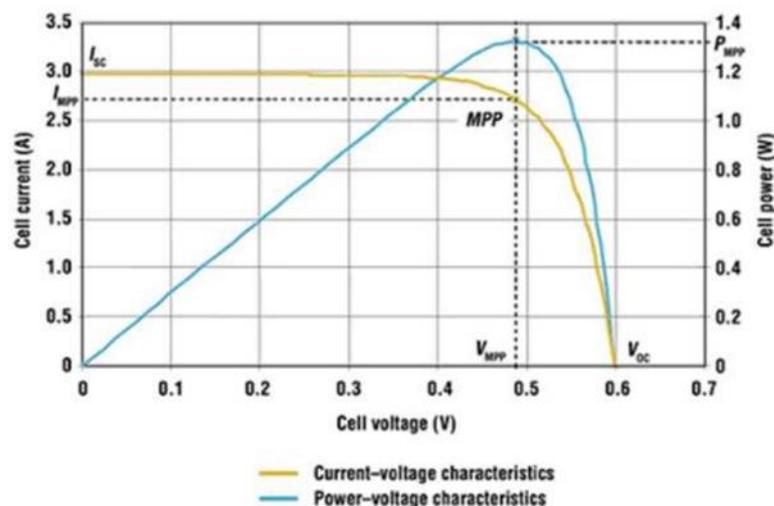
meskipun demikian masing - masing lapisan juga sangat berpengaruh terhadap efisiensi dari sel surya. Sinar matahari terdiri dari bermacam-macam jenis gelombang elektromagnetik, oleh karena itu penyerap disini diharapkan dapat menyerap sebanyak mungkin radiasi sinar yang berasal dari cahaya matahari.

Solar Charge Controller

Solar charge controller adalah peralatan elektronik yang mengatur aliran arus listrik dari modul surya ke baterai dan beban *Charge Controller* menjaga baterai tetap terisi penuh tanpa berlebihan (*over charge*) ketika beban sedang menarik daya, *solar charge controller* memungkinkan arus listrik mengalir dari modul ke baterai. Ketika pengontrol menyensor bahwa baterai terisi penuh maka *solar charge controller* akan menghentikan aliran arus dari modul *solar cell panel* (Supradi toni, 2015)

Karakteristik Solar Cell

Sel surya menghasilkan arus, dan arus ini beragam tergantung pada tegangan sel surya. Karakteristik tegangan-arus biasanya menunjukkan hubungan tersebut. Ketika tegangan sel surya sama dengan nol atau digambarkan sebagai sel surya hubung pendek, arus rangkaian pendek atau I_{sc} (*short circuit current*), yang sebanding dengan irradiansi terhadap sel surya dapat diukur. Nilai I_{sc} naik dengan meningkatnya temperatur, meskipun temperatur standar yang tercatat untuk arus rangkaian pendek adalah 25°C . Jika arus sel surya sama dengan nol, sel surya tersebut digambarkan sebagai rangkaian terbuka. Tegangan sel surya kemudian menjadi tegangan rangkaian terbuka, V_{oc} (*Open Circuit Voltage*). Ketergantungan V_{oc} terhadap irradiansi bersifat logaritmis, dan penurunan yang lebih cepat disertai peningkatan temperatur melebihi kecepatan kenaikan I_{sc} . Oleh karena itu, daya maksimum sel surya dan efisiensi sel surya menurun dengan peningkatan temperatur Pada kebanyakan sel surya, peningkatan temperatur dari 25°C mengakibatkan penurunan daya sekitar 10%. Sel surya menghasilkan daya maksimumnya pada tegangan tertentu. Gambar 5 menunjukkan tegangan arus dan karakteristik tegangan-daya. Gambar ini juga menunjukkan dengan jelas bahwa kurva daya memiliki titik daya maksimum yang disebut MPP (*Maximum Power Point*).



Gambar 3. Grafik arus terhadap tegangan dan daya terhadap tegangan sebagai karakteristik sel surya

Tegangan titik daya maksimum atau VMPP biasanya kurang dari tegangan rangkaian terbuka dan arusnya lebih rendah dibandingkan dengan arus rangkaian pendek. Titik daya



maksimum (MPP), arus dan tegangan memiliki hubungan yang sama dengan iradiansi dan temperatur sebagaimana arus rangkaian pendek dan tegangan rangkaian terbuka.

Cara Kerja Solar Cell

Sel surya terbuat dari potongan silikon kecil yang dilapisi bahan kimia khusus. Ketebalannya sekitar 0,3 milimeter yang terbuat dari irisan bahan semikonduktor dengan kutub positif dan negatif. Setiap sel surya mampu menghasilkan tegangan 0,5 volt. Oleh karena itu, banyaknya sel surya yang disusun untuk menjadi panel surya akan berbanding lurus dengan energi yang dihasilkan. Pada panel surya terdapat sambungan (*function*) yang terbuat dari lapisan nikel sebagai kutub positif dan kutub negatif. Cara kerja sel surya adalah dengan memanfaatkan teori cahaya sebagai sumber energi. Prinsip ini dikenal dengan nama prinsip *photovoltaik*. Sinar matahari mengandung partikel yang disebut foton. Partikel ini menghantam atom sel surya sehingga menimbulkan energi besar untuk memisahkan elektron. Elektron tersebut akan bergerak ke pita energi yang disebut dengan pita konduksi dan pita valensi. Sehingga atom yang kehilangan elektron akan bermuatan positif dan disebut *hole*. Elektron tersebut akan menjauhi daerah negatif, sedangkan *hole* bergerak menjauhi daerah positif. Pergerakan itu terjadi di *PN junction*. Pergerakan inilah yang menciptakan arus listrik yang bisa menjadi energi listrik untuk kebutuhan manusia sehari-hari.

Modul Sel Surya

Photovoltaic merupakan sumber baru terbarukan yang dapat menghasilkan energi listrik tanpa menghasilkan polusi ataupun merusak lingkungan, karena *photovoltaic* langsung mengubah radiasi matahari menjadi energi listrik. Cara kerja *photovoltaic* mirip dengan piranti semikonduktor dioda *p-n junction* yang memiliki 2 buah bahan semikonduktor, tipe-p dan tipe n. Dengan menggunakan *photo-electric effect* dari bahan semikonduktor yang pada umumnya terbuat dari silikon (Si) dan Germanium (Ge), *photovoltaic* dapat langsung mengkonversi sinar matahari menjadi listrik searah (dc). Bila *photovoltaic* itu dikenakan pada sinar matahari, maka timbul yang dinamakan elektron dan *hole*. Elektron-elektron dan *hole-hole* yang timbul di sekitar *pn junction* bergerak berturut-turut ke arah lapisan n dan ke arah lapisan p. Sehingga pada saat elektron-elektron dan *hole-hole* itu melintasi *pn junction*, timbul beda potensial pada kedua ujung *photovoltaic*. Jika pada kedua ujung *photovoltaic* diberi beban maka timbul arus listrik yang mengalir melalui beban (Parlin Siagian, Hamdani, M. Erpandi Dalimunthe, 2022)

Baterai

Baterai dalam sistem *solar cell* tentunya berfungsi untuk menyimpan energi listrik (*charge*) yang didapatkan dari solar cell agar dapat disimpan dan dimanfaatkan pada waktu dan keperluan yang lain sebaliknya memanfaatkan energi listrik yang telah tersimpan dalam baterai untuk keperluan peralatan listrik yang kita gunakan (fungsi *discharge*). Untuk keperluan sistem *solar cell*, baterai yang cocok adalah jenis lead acid. Jenis baterai lead acid sendiri dapat dibagi menjadi dua yaitu *starting battery* dan *deep cycle battery*. Starting baterai adalah jenis baterai yang dapat dengan cepat menghasilkan arus listrik yang tinggi. Starting battery ini biasa dipergunakan untuk keperluan otomotif, karena dapat langsung menyalakan mesin kendaraan. Untuk kepentingan sistem *solar cell*, baterai jenis ini bisa masih dipergunakan tetapi tidak ideal, karena menggunakan bahan plat yang tipis sehingga resistensinya menjadi rendah dan memiliki permukaan yang luas (Parlin Siagian, Hamdani, M. Erpandi Dalimunthe, 2022)



Inverter

Inverter merupakan peralatan elektronika yang berfungsi sebagai pengubah arus searah (DC) dari sel surya atau baterai menjadi arus bolak balik (AC) yang akan digunakan untuk suplai tegangan ke beban. Bentuk gelombang keluaran dari *inverter* idealnya berbentuk gelombang sinus. Tetapi pada kenyataannya tidak demikian karena adanya harmonisa atau arus yang memiliki frekuensi kelipatan dan frekuensi fundamental yang disebabkan oleh 11 penggunaan beban-beban nonlinier pada sistem tenaga yang menimbulkan distorsi pada bentuk gelombang sinus sehingga bentuk gelombang tidak lagi sinus. Berdasarkan bentuk gelombang yang dihasilkan *inverter* dapat dibedakan dalam 3 (tiga) jenis yaitu: a. Gelombang Kotak (*Square Wave*) b. Gelombang Sinus (*Sine Wave Modified*) c. Gelombang Sinus Murni (*Pure Sine Wave*) (Z Taroh, 2022). Ketiga jenis inverter mempunyai spesifikasi yang berbeda, tergantung kebutuhan beban yang akan disupply.

METODE PENELITIAN

Materi Penelitian

Materi penelitian didasari dari pengumpulan data penggunaan listrik gedung. Lalu melakukan analisis dalam merancang/mendesain *solar cell* melalui percobaan-percobaan dan pengukuran-pengukuran yang dilakukan.

Prosedur Penelitian

Penelitian dilakukan dengan prosedur atau tahapan kerja sebagai berikut:

Tahap persiapan; Dalam tahap persiapan tim peneliti melakukan persiapan berupa kajian-kajian teori yang berhubungan dengan penelitian yang dilaksanakan, diskusi, *sharing* ilmu dan mencari *literature* merupakan kegiatan pada tahap ini.

Tahap Pelaksanaan; Pelaksanaan penelitian dimulai dengan mengumpulkan data untuk membuat history konsumsi energi, melakukan perhitungan terhadap komponen-komponen yang dibutuhkan pada penelitian, lalu melakukan observasi dan pengukuran sesaat, selanjutnya mengambil data dari hasil perhitungan dan pengukuran yang dilakukan, dan menganalisis data yang diperoleh serta mendiskusikannya.

Tahap Pelaporan; Pada tahap ini peneliti bersama tim membuat laporan dari hasil penelitian yang dilakukan kepada pihak LPPS, dengan membuat sebuah laporan hasil yang tertulis sesuai standar yang berlaku, selanjutnya mengikuti seminar untuk mendesiminasikan hasil penelitian, dan menuliskannya dalam sebuah Prosiding Nasional sebagai publikasi ilmiah.

Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Elektro dan Gedung I Universitas Pembangunan Panca Budi Jalan Gatot Subroto km 4,5 Medan. Waktu penelitian ini dilakukan pada rentang waktu antara bulan Oktober 2022 sampai dengan Februari 2023.

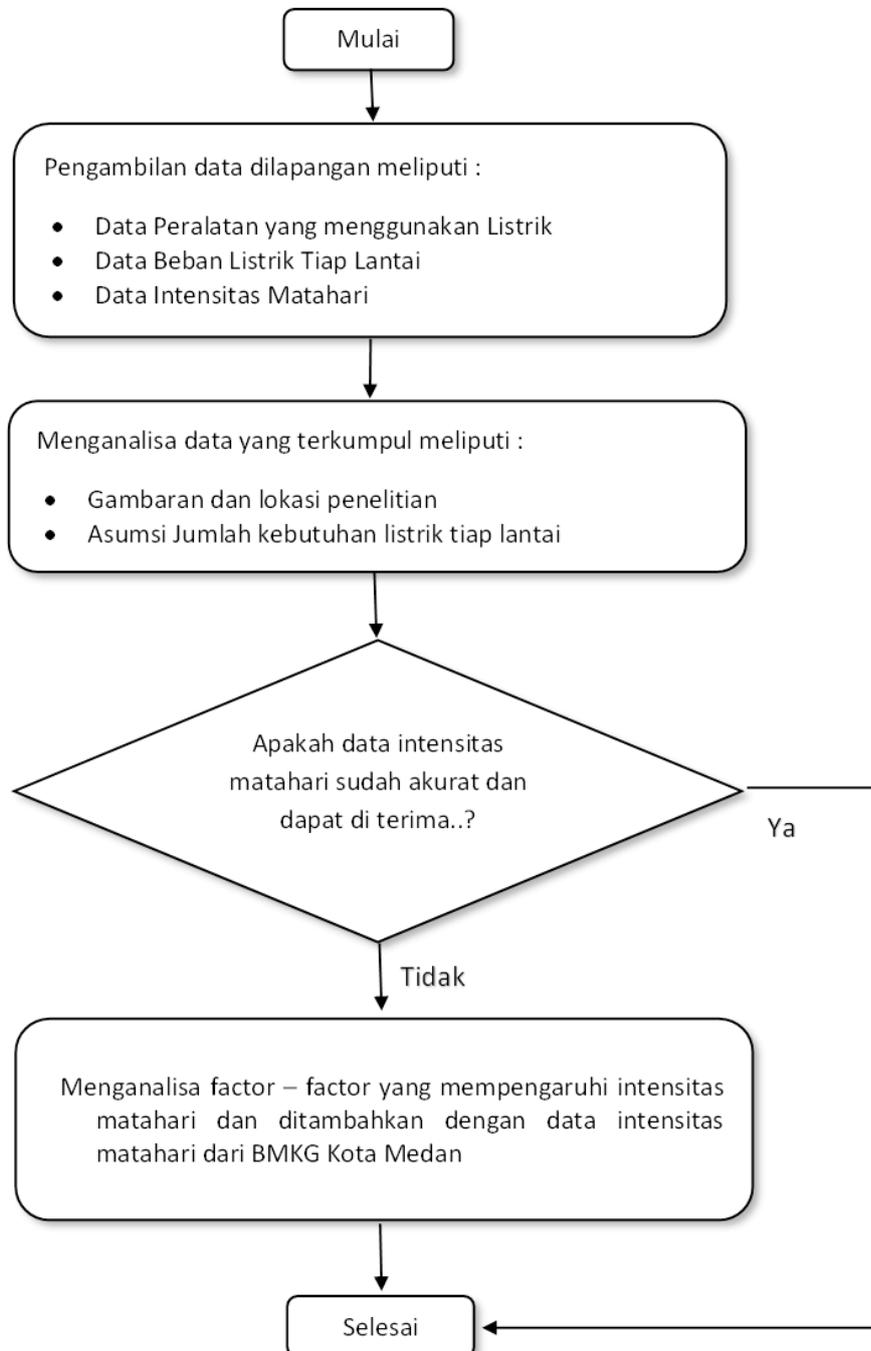
Teknik Pengumpulan Data

Data yang diungkap dalam penelitian dapat dibedakan menjadi tiga jenis yaitu: fakta, pendapat dan kemampuan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai Intensitas Konsumsi Energi dan nilai rata-rata radiasi matahari, untuk mengetahui nilai adalah melalui tes atau percobaan, dengan demikian pada penelitian ini teknik pengumpulan data diperoleh dengan cara mengamati dan melakukan percobaan atau pengukuran, sehingga diperoleh kesimpulan.



Metode Analisis Data

Metode yang dipakai dalam analisis data adalah metode Analisis Penelitian Deskriptif Kuantitatif dan Perhitungan Energi, dimana data-data yang diperoleh berdasarkan dari pengamatan, pengukuran dan percobaan-percobaan yang dilakukan, dan bertujuan untuk mengembangkan model-model matematis yang berkaitan dengan fenomena alam.



Gambar 4. Flowchart Metode Penelitian

HASIL PENELITIAN DAN DISKUSI Hasil Penelitian



Lokasi pengukuran beban penggunaan energi listrik akan menentukan hasil pengukuran. Setiap lantai di Gedung I Universitas Pembangunan Panca Budi memiliki profil beban yang berbeda-beda. Pada penelitian ini dilakukan pengambilan data beban penggunaan energi di Gedung I lantai 3 dan lantai 4, serta data rata-rata penyinaran matahari di Kota Medan.

Rata-rata Penyinaran Matahari

Untuk perencanaan konstruksi solar cell di Gedung I Universitas Pembangunan Panca Budi diperlukan data rata-rata penyinaran cahaya matahari di Kota Medan, agar supaya daya yang dihasilkan maksimal dan sesuai dengan sistem yang dibutuhkan.

Tabel 1. Rata-rata penyinaran matahari di Kota Medan Data Balai Besar Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Wilayah I (Lintang : 3.53970, Bujur : 98.64000)

Tanggal	2022											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	0,2	1,3	1,2	2,4	5,7	4,8	8,3	9,4	4,6	1,7	1,5	4,5
2	1,5	6,7	1,2	7	5,8	2,3	0	0,7	1,4	1,1	2,2	2,8
3	0	3,8	7,6	1,7	3,6	0,5	9,7	0	1,3	0	1,2	0,3
4	3,1	5,1	5,9	2,6	0,4	7,1	8,8	2,9	5,2	0,1	2,5	0
5	1,6	5,5	7,3	3,1	3,4	3	3,4	0	6,3	3,8	1,4	6
6	6,4	3,4	4,7	2,5	5,4	4	3,3	2,7	2,3	1,5	2,6	4,5
7	5,1	2,8	3,4	1,9	2,8	4,2	3	3,2	3,2	5,2	3,5	3,8
8	4,1	3,5	3,5	0,8	3,9	3,2	8,8	4,2	4,7	1,4	4,2	0,4
9	3,2	1,6	4,6	7,1	2,6	5,8	10,2	9,7	0,5	3	2,7	0
10	3	3,4	5,4	2,9	0	3,4	4,9	6,4	4,6	1,1	1,7	0
11	1	0	2,8	7,5	7,7	0	1,7	7,9	3,9	4,2	0,5	0
12	5	3,4	5,9	4,8	3,7	5,9	2,2	7	0	4,7	0	0
13	7,5	0,7	7,2	6,5	7,3	2,2	0,3	5,9	4,8	4,4	0,2	1,1
14	3,5	6,3	8,2	6	6,2	6,9	3,7	2,2	0	1,2	0,6	0,6
15	4,8	4,3	7,3	8,8	8,6	5	4,6	4,1	0	1,3	2	0,7
16	6,6	5,4	4,7	6	2,6	1,9	7,5	7	0		2,3	3,1
17	6,9	3,7	4,2	6,6	0	7,2	4,2	3,7	5,6	1,6	5,2	4,2
18	4,5	1,2	1,6	7,5	4,8	1,4	7,9	6,6	3,7	2,1	4,4	1,3
19	0,6	7,6	1,3	4,7	6,5	8,1	8,5	0,8	0,7	2,2	6,2	3,4
20	5	4	7,7	5,2	4,8	7,5	0,7	6,7	5,4	7	5,4	4,2
21	6,5	4,4	7,5	3,4	6,8	1	8,1	0,7	0	6,8	4,1	1,9
22	7,4	6,8	3,8	3,2	6,1	3,5	6,9	2,9	4,5	6,3	4,1	0,8
23	4,2	2,6	5,7	1,8	7,2	4,9	0	6,6	1,9	0,8	6,4	0
24	2,3	1,2	5,4	0,2	5,2	3,4	4	1,3	5,1	0,3	4,8	3,7
25	3,2	0,6	4,8	6,2	1,3	2,6	0,8	6,2	3,4	0,4	5,1	5,4
26	0,4	0,3	4,3	3,5	0	8,8	0,1	3	7	0,6	5	2,2
27	1,1	2,4	5,5	1,6	3,9	2,8	6,3	2	4,8	0	5	1,3
28	6,5	1,6	3	4	6	3,2	4,8	1,8	6,2	1,2	5	0
29	7,9		9,2	2,2	5,1	0,7	4,5	2,6	5,1	0	0,7	4
30	5,2		4,1	6,2	4,4	8,2	8,2	1,9	2	7,4	3	3,8
31	4,3		7,5		9,3		5,9	3,5		4,8	4,6	2,9
Jumlah	122,6	93,6	156,5	127,9	141,1	123,5	151,3	123,6	98,2	76,2	98,1	66,9
Rata-rata	4,0	3,3	5,0	4,3	4,6	4,1	4,9	4,0	3,3	2,5	3,2	2,2

3,8

Menghitung Kebutuhan Tenaga Listrik

Berdasarkan hasil survei, jumlah beban yang akan disuplai oleh PLTS Terpusat pada Gedung I Universitas Panca Budi (lantai 3 dan lantai 4).



Tabel 2. Hasil survei jumlah beban lantai 3 Gedung I UNPAB

No	Ruangan	Peralatan Elektronik yang di Pakai	Daya / Alat (Watt)	Volume	Kebutuhan Daya (Watt)	Durasi /Jam	Total (WH)
Lantai 3							
1	Kantor BPPA	Lampu	45	28	1.260	5	6.300
		AC 1PK	890	6	5.340	5	26.700
		Komputer	450	4	1.800	5	9.000
		Laptop	180	11	1.980	5	9.900
		Stop Kontak	50	6	300	5	1.500
		Dispenser	400	1	400	5	2.000
		CCTV	12	1	12	5	60
2	Lorong lantai 3	Lampu	45	7	315	5	1.575

Tabel 3. Hasil survei jumlah beban lantai 4 Gedung I UNPAB

No	Ruangan	Peralatan Elektronik yang di Pakai	Daya / Alat (Watt)	Volume	Kebutuhan Daya (Watt)	Durasi /Jam	Total (WH)
Lantai 4							
1	Kantor BPPA	Lampu	45	5	225	5	1.125
		Komputer	450	5	2.250	5	11.250
		Laptop	180	3	540	5	2.700
		AC 1PK	890	3	2.670	5	13.350
		CCTV	12	1	12	5	60
2	Lorong lantai 4	Lampu	45	6	270	5	1.350
		Stop Kontak	50	2	100	5	500
3	Kamar Mandi	Lampu	45	4	180	5	900
4	Ruang BPAP	Lampu	45	12	540	5	2.700
		Komputer	450	6	2.700	5	13.500
		Laptop	180	2	360	5	1.800
		CCTV	12	1	12	5	60
		Stop Kontak	50	4	200	5	1.000
		Printer	180	3	540	5	2.700
5	Kamar Mandi	Stop Kontak	50	2	100	5	500

Setelah mengasumsikan jumlah kebutuhan listrik, maka dapat di ketahui total keseluruhan beban yang akan di suplay oleh PLTS adalah sebagai berikut :

- Beban untuk lantai 3 = 57.035 WH / Hari

- Beban untuk lantai 4 = 53.495 WH / Hari

Jadi total beban keseluruhan adalah 110.530 WH / Hari.

Total daya beban (Watt) adalah sebagai berikut :

- Daya beban untuk lantai 3 = 11.407 Watt

- Daya beban untuk lantai 4 = 10.699 Watt

Jadi total daya keseluruhan adalah 22.106 Watt.

Menghitung Jumlah Panel Surya

Untuk menghitung besar total arus dan tegangan digunakan persamaan sebagai berikut: (Dunlop, P.J, 2010)

$$I_{array} = \frac{Ecrit}{\eta_{baat} \times VSDC \times t \times PSH} \dots\dots\dots (1)$$



$$I_{array} = \frac{110.530}{0,9 \times 220 \times 3,8} = \frac{110.530}{752,4} = 147 \text{ A}$$

Karena pemasangan panel yang di rencanakan adalah posisi sejajar, maka dapat diasumsikan bahwa besar faktor pengotorannya adalah 90%.

$$I_{rated} = \frac{I_{array}}{Cs} \dots\dots\dots (2)$$

$$I_{rated} = \frac{147}{0,90} = 163,2 \text{ A}$$

Untuk mengetahui jumlah panel solar cell yang akan di rangkai secara paralel, dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut ini :

$$\text{Jumlah Panel Pararel} = \frac{I_{rated}}{\text{IMP}} \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{Jumlah Panel Pararel} = \frac{163,2}{8,02} = 21 \text{ Unit Panel (dibulatkan)}$$

Untuk mengetahui besar tegangan panel solar cell yang dibutuhkan maka dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$V_{rated} = 1,2 \times \{ (V_{SDC} - [V_{SDC} \times C\% \times (T_{max} - T_{ref})]) \} \dots\dots\dots (4)$$

$$V_{rated} = 1,2 \times \{ (220 - [220 \times 0,004 \times (47 - 40)]) \} = 271,39 \text{ V}$$

Untuk mengetahui berapa jumlah panel solar cell yang akan dirangkai seri, dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Jumlah Panel Seri} = \frac{V_{rated}}{V_{MP}} \dots\dots\dots$$

$$\text{Jumlah Panel Seri} = \frac{271,39}{31,2} = 9 \text{ Unit Panel (dibulatkan)}$$

Dari hasil perhitungan di atas, maka jumlah panel solar cell yang akan dirangkai secara paralel sebanyak 21 unit dan jumlah panel solar cell yang dirangkai secara seri sebanyak 9 unit, sehingga total panel surya yang digunakan adalah 189 unit dengan kapasitas 250 Wp (ukuran 1 panel 1,7 m²).

Menghitung Kapasitas dan Jumlah Baterai Panel Surya

Waktu cadangan yang dibutuhkan pada cuaca mendung adalah selama 2 hari dan berdasarkan total kapasitas beban serta waktu hari – hari otonomi maka kapasitas baterai yang dibutuhkan dapat dihitung sebagai berikut :

$$B_{out} = \frac{E_{crit} \times t_a}{V_{SDC}}$$

$$B_{out} = \frac{110.530 \times 2}{220} = 1.004,8 \text{ Ah}$$

Karena deep of discharge (DOD) baterai yang digunakan sebesar 80%, maka total kapasitas baterai yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

$$B_{rated} = \frac{B_{out}}{DOD}$$

$$B_{rated} = \frac{1.004,8}{0,80} = 1.256 \text{ Ah}$$

Untuk mengetahui jumlah baterai yang digunakan dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Jumlah Baterai} = \frac{B_{rated}}{\text{Kapasitas per baterai Ah}}$$



Jumlah Baterai = $\frac{1.256}{260} = 4,8$ Unit (dibulatkan menjadi 5 unit baterai paralel)

Perhitungan tersebut merupakan jumlah baterai berdasarkan kapasitas, berikut jumlah baterai berdasarkan voltase = $\frac{220 \text{ v}}{12 \text{ v}} = 18,3$ Unit (dibulatkan menjadi 19 unit baterai seri)

Jadi, jumlah baterai yang digunakan adalah sebanyak 95 unit baterai dengan kapasitas masing-masing baterai 260 Ah, dengan tegangan 12 V. Dengan jumlah baterai yang dirangkai secara paralel adalah 5 unit, jumlah tersebut merupakan hasil pembulatan dari 4,8 untuk mencukupi arus baterai yang dibutuhkan, dan baterai terangkai secara seri 18 unit, jumlah tersebut merupakan hasil pembulatan dari 18,3 untuk mencukupi tegangan baterai yang dibutuhkan.

Diskusi

Berdasarkan nilai intensitas cahaya matahari yang akan dipergunakan adalah nilai intensitas cahaya matahari rata-rata pertahun, yaitu 3,8. Pemilihan intensitas matahari berada pada nilai yang sangat di mungkin, agar konstruksi solar cell yang akan direncanakan tetap dapat memenuhi besar energi yang akan disuplai pada beban. Karena besar kebutuhan beban untuk Gedung I Universitas Panca Budi (lantai 3 dan lantai 4) yang akan disuplai oleh konstruksi solar cell adalah 110.530 WH / Hari dengan total daya 22.106 Watt atau 22,1 kW dengan tegangan kerja 220 V. Pada pemilihan inverter di upayakan kapasitas kinerjanya mendekati kapasitas daya yang dibutuhkan agar kinerja inverter menjadi lebih maksimal. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan daya yang harus disuplay 22.106 Watt/hari dan total pemakaian (Wh) adalah 110.530 Wh / hari, sehingga dipilih inverter berkapasitas 90 kW dengan tegangan input 220 VDC dan tegangan output 380 VAC.

Dalam sebuah perancangan pembangkit listrik, tentu ada rugi-rugi daya yang dihasilkan. Adapun rugi – rugi daya yang dihasilkan sepanjang 100 m. Untuk menentukan rugi-rugi daya terlebih dahulu kita menentukan arus yang mengalir pada masing – masing jaringan. Penulis menggunakan system grounding nilai standar yang mengacu pada Persyaratan Umum Instalasi Listrik atau PUIL 2000 (peraturan yang sesuai dan berlaku hingga saat ini) yaitu kurang dari atau sama dengan 5 (lima) ohm. Nilai sebesar 5 ohm merupakan nilai maksimal atau batas tertinggi dari hasil resistansi pembumian (grounding) yang masih bisa ditoleransi. Nilai yang berada pada range 0 - 5 ohm adalah nilai aman dari suatu instalasi pembumian grounding. Nilai tersebut berlaku untuk seluruh sistem dan instalasi yang terdapat pembumian (grounding). Dan material untuk kabel penghantar yang digunakan adalah jenis kabel BC / BBC, yaitu memiliki luas penampang $\pm 50 \text{ mm}^2$.

KESIMPULAN

Dari hasil survei ke lokasi penelitian maka diketahui daya yang dibutuhkan (Watt) adalah 22.106 Watt, dan total keseluruhan pemakaian beban adalah 110.530 Wh/hari. Total jumlah panel solar cell yang akan menyuplai beban adalah 21 unit dirangkai secara paralel dan 9 unit dirangkai secara seri, sehingga total panel solar cell yang digunakan adalah 189 unit dengan kapasitas 250 Wp. Luasan yang dibutuhkan untuk instalasi panel solar cell adalah $189 \times 1,7 = 321,3 \text{ m}^2$. Untuk penelitian selanjutnya perlu dianalisa soal biaya supaya diketahui total biaya yang digunakan untuk membuat PLTS di Gedung I Universitas Pembangunan Panca Budi.

REFERENSI

- A. A. Wibowo. (2010). Rancang Bangun Sistem Solar Cell Penjejak Matahari 4 Arah. Universitas Mercu Buana, Yogyakarta.
Badan Standarisasi Nasional SNI 0225:2011. Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011.



- Jakarta:Yayasan PUIL.
- Basri Hasan. (1997). Sistem Distribusi Daya Listrik. Jakarta : ISTN.
- Dunlop, P.J, (2010). Photovoltaic Systems, second edition. American Technical Publisheks.
- Harten Van P, Setiawan E. 1999. Instalasi Listrik Arus Kuat Jilid I,II, dan III. Bina Cipta Bandung.
- Istardi, D., & Wirabowo, A. (2017). Rancang Bangun Square Wave Full-Bridge Inverter. Jurnal Manutech
- Kho Dickson. (2016). Pengertian Daya Listrik Rumus dan cara Menghitung. Teknik Elektronika
- Parlin Siagian, Hamdani, M. Erpandi Dalimunthe. (2022). Pengaruh Tabir Filter Film Terhadap Tegangan Output Solar Sel Jenis Polycrystalline. Jurnal Sains, Teknologi dan Industri.
- Supradi toni. (2015). Komponen rangkaian Elektronika. penerbit kata pena , Jakarta.
- Z Taroh. (2022). Analisis Kinerja Genset Portable Ramah Lingkungan Berbasis Solar Cell. Jurnal Online Universitas Medan Area.