

RANCANG BANGUN KARATERISTIK OPERASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA ROOFTOP 3300 WP DI GEDUNG C POLITEKNIK NEGERI MEDAN

Kevin Williamson Tampubolon¹, Salman Parizky Siregar², Suprianto³

Teknik Listrik^{1,2,3}, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Medan

kevinwilliamsontampubolon@students.polmed.ac.id¹,

salmanparizkysiregar@students.polmed.ac.id², suprianto@polmed.ac.id³

ABSTRAK

Kebutuhan utama dalam hidup masyarakat sehari-hari. Seiring dengan meningkatnya pembangunan dibidang teknologi, industri. Masih ada di daerah petani terpencil di Indonesia yang saat ini belum terjangkau oleh listrik. PLTS adalah sumber energi listrik yang berguna sebagai alternatif yang layak untuk energi yang dihasilkan secara konvensional. Pembangkit listrik tenaga surya dapat membantu masyarakat memenuhi kebutuhan listriknya tanpa bergantung pada layanan listrik pemerintah, yang terkadang terjadi beberapa kali saat terjadi pemadaman listrik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik besaran listrik dan non listrik pada PLTS rooftop 3300 Wp yang telah dirancang. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen yaitu melakukan pengukuran terhadap besaran listrik dan non listrik untuk merepresentasikan karakteristik pada besaran listrik tersebut. Intensitas matahari yang paling besar, terukur pada hari kedua jam 11:00 dengan nilai 347,2 W/m² dan yang terkecil terukur juga dengan nilai 0,1 W/m². Arus Solar Cell yang arus tertinggi sebesar 25,12 ampere dan yang paling kecil terukur dengan nilai 0,1.

Kata Kunci : PLTS Rooftop, Karakteristik Listrik, Efisiensi, Sistem Surya, Energi Terbarukan

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pembangkit listrik tenaga surya memiliki dua keunggulan utama yaitu dapat digunakan untuk melindungi atap dari sinar matahari sehingga atap lebih tahan terhadap cuaca dan dapat digunakan untuk menghasilkan energi listrik. Keunggulan PLTS rooftop yang memanfaatkan lebar atap umumnya dapat memenuhi energi listrik di setiap bangunan. Bangunan dengan atap PV yang dipasang secara horizontal memiliki efisiensi tertinggi di musim panas, sedangkan bangunan dengan atap PV miring memiliki efisiensi tertinggi di musim dingin (Wang dkk., 2020). Sistem PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) atap atau sistem PLTS rooftop adalah jenis instalasi PLTS yang terpasang di atap bangunan, seperti rumah, gedung komersial, atau pabrik, untuk menghasilkan energi listrik dari energi matahari. Pembangkit listrik tenaga surya adalah sumber energi listrik yang berguna sebagai alternatif yang layak untuk energi yang dihasilkan secara konvensional. Pembangkit listrik tenaga surya dapat membantu masyarakat memenuhi kebutuhan listriknya tanpa bergantung pada layanan listrik pemerintah, yang terkadang terjadi beberapa kali saat terjadi pemadaman listrik. Potensi yang terjadi ketika hanya mengharapkan energi listrik dari sumber yang tidak dapat diperbaharui seperti minyak, gas dan lainnya yang akan mengakibatkan krisis energi. Biaya investasi pembuatan pembangkit listrik tenaga surya mungkin sudah dirasa cukup mahal saat ini, sehingga masih belum banyak masyarakat yang mau memasang pembangkit listrik tenaga surya untuk kebutuhan listrik rumah tangganya (Lan dkk., 2021). Pembangkit listrik tenaga surya on-grid untuk kebutuhan konsumsi listrik harian dibangun untuk kelangsungan layanan listrik. Dari hasil pengukuran modul surya memiliki nilai efisiensi yang lebih rendah dibandingkan dengan nilai efisiensi yang terdapat pada papan nama panel surya. Suhu permukaan modul surya lebih tinggi dari suhu operasi optimal.

Rumusan Masalah

Berdasarkan dengan latar belakang yang telah dibahas adapun rumusan masalah yang akan diangkat adalah:

1. Bagaimana PLTS dengan ATS dapat memenuhi kebutuhan energi cadangan saat terjadi gangguan pasokan listrik dari grid utama?

2. Berapa produksi energi listrik yang dapat dihasilkan oleh sistem PLTS rooftop 3300 Wp dalam sehari?
3. Bagaimana karakteristik arus dan tegangan yang dihasilkan PLTS ketika pengisian dan pembebanan ?

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian rancang bangun karakteristik operasi pembangkit listrik tenaga surya 3300 wp di gedung c politeknik negeri medan adalah:

1. Mengoptimalkan penggunaan energi dari PLTS *Rooftop* untuk mengurangi ketergantungan pada sumber listrik PLN.
2. Menyusun strategi yang diperlukan untuk merawat dan memelihara sistem ATS agar dapat beroperasi dengan maksimal dan memiliki umur pakai yang panjang.

TINJAUAN PUSTAKA

PLTS adalah suatu pembangkit listrik yang menggunakan sinar matahari melalui sel surya (photovoltaic) untuk mengubah radiasi sinar foton matahari menjadi energi listrik. Sel surya merupakan lapisan-lapisan tipis dari bahan semikonduktor silikon (Si) murni dan bahan semikonduktor lainnya. PLTS memanfaatkan cahaya matahari untuk menghasilkan listrik DC, yang dapat di ubah menjadi listrik AC apabila diperlukan. PLTS tetap dapat menghasilkan listrik dalam cuaca mendung selama masih terdapat cahaya. Sistem PLTS dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa jenis. Berdasarkan aplikasi dan konfigurasinya, secara umum PLTS dapat dibagi menjadi dua, yaitu sistem PLTS yang terhubung dengan jaringan (on-grid PV system) dan sistem PLTS yang tidak terhubung dengan jaringan (off-grid PV system) atau PLTS yang berdiri sendiri (stand-alone). PLTS stand-alone ini selain dapat beroperasi secara mandiri, juga dapat di tunjang oleh sumber daya lain seperti tenaga angin, generator set, maupun tenaga air serta tenaga mikro hidro yang disebut sebagai sistem PLTS hybrid (Kumara et al., 2018).

Sistem pembangkit listrik solar cell dengan pelayanan daya listrik rumah tangga 1800 VA terdiri dari komponen penting adalah sebagai berikut :

1. Panel Surya / solar cell / solar panel.
2. Solar Cell charger controller tipe Mppt.
3. Baterai.
4. Inverter.
5. Komponen Pendukung.

Solar Cell

sel surya adalah solusi teknologi yang efektif untuk memanfaatkan potensi energi matahari yang melimpah di Indonesia. Menurutnya, pengembangan dan penggunaan sel surya dapat membantu mengatasi masalah kelangkaan energi dan mendukung pembangunan berkelanjutan (Prof. Dr. Sutanto Hadisupadmo).



Gambar 1. System pembangkit Listrik Solar Cell & PLN
Sumber : (Indoniaga Teknologi)

Solar Charger Controller tipe MPPT

Maximum Power Point Tracker (MPPT) merupakan controller yang dapat digunakan jika keadaan tegangan panel diatas tegangan dari baterai, SCC tipe MPPT dapat menyesuaikan tegangan panel yang lebih tinggi dari tegangan baterai tanpa kehilangan arus dalam proses penyesuaiannya. SCC tipe MPPT juga tetap dapat berfungsi dengan modul surya yang mempunyai nilai tegangan sama

dengan baterai. Secara teori SCC tipe MPPT mempunyai efisiensi yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan SCC tipe PWM, SCC tipe MPPT mempunyai nilai efisiensi operasi sekitar 92%-95%, namun nilai efisiensi tersebut tergantung dengan sistem PLTS yang digunakan juga tergantung kondisi lingkungan.



Gambar 2. Solar Charger Controller tipe MPPT
Sumber : (Penulis 2024)

Baterai

Baterai merupakan alat media penyimpanan tenaga yang bersumber dari modul PV berbasis sinar matahari, baterai listrik adalah alat yang terdiri dari minimal 2 sel elektrokimia yang mengubah energi senyawa kimia menjadi energi listrik. Setiap sel memiliki katoda (kutub positif) dan anoda (kutub negatif), kutub dengan tanda positif menunjukkan bahwa energi potensial lebih menonjol daripada poros dengan tanda negatif. Kutub yang bertanda negatif adalah sumber elektron yang terkait dengan sirkuit luar yang akan mengalir, dan menyampaikan sumber daya listrik ke perangkat eksternal yang terpasang.



Gambar 3. Baterai Panel Surya
Sumber : (Penulis 2024)

Inverter

Inverter merupakan komponen penting dalam sistem PLTS yang spesifikasinya harus diperhatikan dengan baik dan sesuai dengan kebutuhan. Inverter merupakan salah satu bagian dari power conditioning yang berfungsi mengubah tegangan output DC dari panel surya ataupun baterai menjadi tegangan AC. Inverter terdiri dari komponen sakelar elektronik, dan komponen filter pasif. Pada bagian input terdiri dari kapasitor elektrolit besar, yang bertanggung jawab untuk menghasilkan tegangan DC yang stabil.

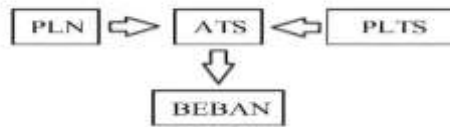


Gambar 4. Inverter
Sumber : (Penulis 2024)

Automatic Transfer Switch

Automatic Transfer Switch (ATS) adalah sebuah rangkaian kontrol yang bekerja secara otomatis yang terkhusus digunakan pada perpindahan jaringan PLN dan Inverter. ATS biasanya digunakan untuk sistem perpindahan jika PLN padam maka akan bekerja dengan berpindah sumber daya beban dari PLN ke Inverter dan jika PLN hidup kembali maka beban dari inverter akan otomatis switch kembali ke jaringan listrik PLN. Pada dasarnya pembuatan panel Automatic Transfer

Switch (ATS) yaitu menggunakan pemikiran logika dan menggunakan aritmatika logika dengan menggabungkan beberapa alat yaitu Kontaktor, Relay, Timer, dan MCB.



Gambar 5. Diagram Blok ATS
(Sumber: Rizaldi & Djufri, 2018)

Prinsip Kerja Alat ATS (Automatic Transfer Switch)

Ketika sumber PLN padam maka akan otomatis ATS akan bekerja dan berpindah secara otomatis ke PLTS dan begitu juga sebaliknya ketika sumber PLTS habis yang disuplai dari baterai maka akan switch otomatis ke PLN dan sistem akan bekerja secara kontinuitas. Panel ATS biasanya dilengkapi dengan sistem proteksi berupa Relay, MCB, Fuse. Dengan ini sistem akan aman ketika terjadi gangguan singkat maupun gangguan lainnya (Rizaldi & Djuri, 2018).

Fungsi Alat ATS (Automatic Transfer Switch)

Alat alat ATS (Automatic Transfer Switch) listrik ini memiliki beberapa kegunaan yang sangat penting dalam meningkatkan kelangsungan dan kenyamanan dari penggunaannya. Beberapa fungsi dari alat ATS (Automatic Transfer Switch) ini yaitu:

1. Mengalihkan beban listrik secara otomatis dari PLTS ke sumber cadangan ketika terjadi penurunan daya atau kegagalan pada PLTS.
2. Mendeteksi kegagalan atau gangguan pada sumber listrik PLTS, seperti pemadaman PLTS, ATS otomatis mengalihkan sumber listrik ke sumber PLN.
3. Mengembalikan beban listrik ke PLTS saat kondisinya kembali normal.

Prinsip Kerja dasar sistem PLN – ATS

Modul photovoltaic menyerap panas dari matahari, arus dc yang dihasilkan oleh array diteruskan ke SCC. SCC berfungsi mengontrol pengisian aliran listrik ke baterai dan pelepasan aliran listrik dari baterai ke peralatan inverter. Baterai (Accu) sebagai penyimpan energi, saat men-supply arus listrik ke beban memiliki batas tegangan kerja, yaitu tegangan batas bawah, tegangan batas bawah rekoneksi, dan tegangan batas atas. Sistem PLTS mulai bekerja pada saat tegangan baterai melebihi tegangan batas bawah rekoneksi. Apabila sistem PLTS tidak bekerja (Off) atau tidak digunakan untuk men- supply beban, maka secara otomatis baterai mengalami pengisian hingga tegangannya mencapai tegangan batas atas.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan beberapa metode untuk memastikan Karakteristik Operasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Rooftop 3300 WP Di Gedung C Politeknik Negeri Medan berjalan dengan baik dan sesuai dengan rencana. Berikut adalah tahapan tahapan dalam metode penelitian yang digunakan:

1. Eksperimen Dalam penelitian ini, dibutuhkan perencanaan hingga perancangan dan pembuatan sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dengan kapasitas 3300 WP untuk memenuhi kebutuhan listrik gedung pendidikan. Tahap eksperimen ini meliputi pengumpulan informasi, perencanaan desain, pemilihan komponen, dan konstruksi sistem PLTS.
2. Analisis Melakukan analisis pada sistem yang dirancang sangat penting dalam pembuatan PLTS ini. Analisis tersebut berfungsi untuk mengevaluasi kinerja sistem dan memastikan bahwa semua komponen berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Analisis ini juga membantu dalam mengidentifikasi potensi masalah dan mencari solusi yang tepat.
3. Pengukuran Pengukuran pada sistem yang dirancang digunakan untuk mendapatkan data dari PLTS yang diimplementasikan. Metode pengukuran dilakukan pada setiap komponen untuk mengetahui kinerjanya sesuai dengan yang direncanakan. Hasil pengukuran tersebut membantu dalam mengevaluasi dan mengkonfirmasi bahwa sistem telah bekerja sesuai dengan yang diharapkan.

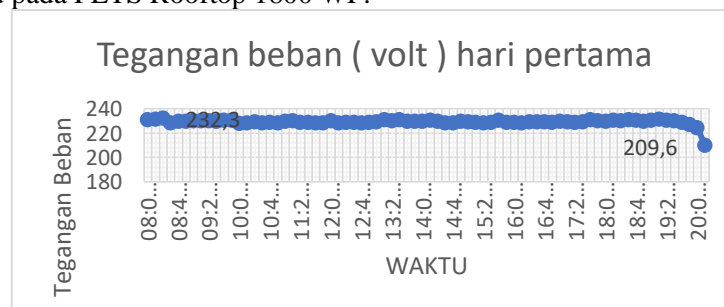
4. Pengumpulan Data Data yang telah dianalisis dan diukur akan dikumpulkan untuk dijadikan referensi dalam sistem PLTS berkapasitas 3300 WP sebagai sumber daya listrik untuk Gedung C Politeknik Negeri Medan. Data tersebut digunakan untuk memastikan bahwa hasil dari sistem yang dirancang sesuai dengan yang telah direncanakan dan memberikan panduan untuk perbaikan atau pengembangan lebih lanjut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jam (WIB)	Vac (Volt)	Iac (A)	P (watt)	pf	Vinv (V)	Iiv (A)	Vpv (V)	Ipv (A)	Vbat. Charge	Ibat. Charge	V bat Supply	Ibat. supply	Intensitas Matahari (Lx) Watt/ m2	Suhu (°C)
08.00.00	230,9	0,73	101,7	49,9	23,2	5,21	36,5	5,21	2,39	1,9	23,38	1,92	53,9	29,3
08.10.00	231,2	0,84	117,4	49,9	23,3	5,86	36,5	6	23,4	0,08	23,35	3,08	61,9	29,3
08.20.00	232,3	0,84	117,3	0,59	23,2	5,92	38,3	6	23,32	0,08	23,34	3,98	84,6	31,8
08.30.00	228,3	0,82	73,1	0,61	26,5	5,63	32	16,2	26,68	10,67	26,58	0	115,9	35,10
08.40.00	229,6	0,52	73,2	0,61	25,7	3,68	31,6	7,1	25,87	35,55	25,82	0	121	33,3
08.50.00	229,7	0,51	73,2	0,61	25,7	3,69	32,8	7,1	25,89	3,53	25,8	0	124,4	33
09.00.00	230	0,31	43	0,59	26,1	2,47	32,1	9,5	26,31	6,72	26,23	0	144	34,1
09.10.00	229,8	0,31	43	0,59	26,3	2,47	32,1	10,5	26,51	8,21	26,42	0	170,3	35,2
09.20.00	229,8	0,31	43	0,59	26,5	2,46	31,9	12,5	26,75	9,98	26,66	0	189,5	36,9
09.30.00	229,4	0,31	43	0,59	26,5	2,44	31,6	11,2	26,7	8,84	26,62	0	183,2	37
09.40.00	230,3	0,31	43	0,59	26,6	248	31,5	11,2	26,8	8,66	26,73	0	175,1	39,2
09.50.00	230,2	0,31	43	0,59	27,1	244	32,9	11,9	27,32	9,53	27,24	0	192	38,8
10.00.00	227,8	0,31	43	0,59	28,2	2,47	35,2	12,8	28,4	10,44	28,3	0	178,7	41,9
10.10.00	228,2	0,31	43	0,59	28,2	2,37	35	12,1	28,46	9,72	28,36	0	174	41,7
10.20.00	229	0,31	43	0,59	27,2	2,44	32,5	10	27,45	7,55	27,32	0	147,9	42,2
10.30.00	228,3	0,31	42,9	0,59	28,3	2,36	36,4	11,5	28,47	8,9	28,39	0	217,8	43,6
10.40.00	228,8	0,31	43	0,59	27,2	2,41	37,5	9	27,42	6,24	27,36	0	211,8	40,3
10.50.00	228,2	0,31	42,9	0,59	27,2	2,44	36,9	8,2	27,36	5,68	27,29	0	232,2	42,5
11.00.00	229,7	0,45	63,5	0,6	27,2	3,23	37,8	8,5	27,35	5,22	27,29	0	248,2	44,4
11.10.00	230	0,47	66	0,59	27,2	3,25	37,5	7,9	27,39	4,5	27,33	0	271,4	44,9
11.20.00	228,6	0,31	43	0,59	27,2	2,15	38,7	6,8	27,4	4,32	27,31	0	284,1	44,9
11.30.00	228,4	0,31	42,9	0,59	27,2	2,45	38,3	6,3	27,39	4,12	27,33	0	329,3	47,7
11.40.00	228,3	0,31	42,9	0,59	27,2	2,45	37,1	6,2	27,38	3,97	27,33	0	290,6	46
11.50.00	228	0,31	43	0,59	27,2	21,37	36,6	6,2	27,35	3,61	27,59	0	254,8	45,2
12.00.00	229,9	0,31	43	0,59	27,7	2,46	36,7	6	27,31	3,49	27,25	0	176,2	41,4
12.10.00	228,3	0,31	42,9	0,59	27,2	2,39	38,6	6	27,38	3,4	27,33	0	220,1	42,3
12.20.00	228,4	0,31	43	0,59	27,2	2,46	38,5	5,9	27,39	3,33	27,33	0	250	45,4
12.30.00	228,4	0,31	42,9	0,59	27,2	2,43	38,6	6	27,42	3,26	27,38	0	284,6	46,9
12.40.00	228,2	0,31	43	0,59	27,2	2,43	36,9	5,5	27,38	3,12	27,32	0	224,9	47,4
12.50.00	228,6	0,4	55,4	0,59	27,3	2,86	39,1	5,6	27,47	3,13	27,41	0	195,7	48,9
13.00.00	228,9	0,51	69,5	0,59	26,6	3,5	31,3	5,7	26,76	2,15	26,72	0	95,2	46,6
13.10.00	230,6	0,5	69,4	0,59	25,6	3,4	34,2	3,47	25,77	0	25,75	1,81	60,3	40
13.20.00	229,8	0,49	68	0,59	25,5	3,53	38,2	3,53	25,67	0	25,6	3,51	60,4	39
13.30.00	230,7	0,49	67,9	0,59	25,6	3,41	34,4	3,41	25,72	0,34	25,74	0	73	37,9
13.40.00	229,6	0,49	68	0,59	26,2	3,46	31,2	5,5	26,38	2,12	26,38	0	113,6	38,6
13.50.00	229,4	0,45	63,4	0,6	27,7	3,16	36,4	6,2	27,32	2,85	27,27	0	160,6	36,8
14.00.00	229,3	0,47	65,1	0,6	27,7	3,28	36,7	6,5	27,32	2,64	27,27	0	161,7	47,4
14.10.00	230,4	0,46	64,7	0,6	27,2	3,24	31,3	6	27,44	2,72	27,39	0	174,9	35,7
14.20.00	229,7	0,46	64,4	0,6	27,2	3,26	31,8	6,1	27,37	2,69	27,72	0	182,2	36,4
14.30.00	228,2	0,46	64,4	0,6	27,2	3,18	38,8	5,7	27,45	2,58	27,48	0	210,8	37,6
14.40.00	228,2	0,46	64,3	0,6	27,3	3,25	39,9	5,9	27,45	2,61	27,48	0	340,1	46
14.50.00	229,4	0,46	64,3	0,6	27,3	3,15	38,9	5,6	27,45	2,33	27,41	0	347,2	47,2
15.00.00	229	0,46	64,1	0,6	27,2	3,19	37,4	5,6	27,41	2,48	27,37	0	288	46,6
15.10.00	228,4	0,46	64,1	0,6	27,3	3,21	39,1	5,7	27,46	2,34	27,42	0	323,6	45,4
15.20.00	228,2	0,31	42,9	0,59	27,2	2,13	37,9	4,5	27,37	2,21	27,33	0	218,5	44,7

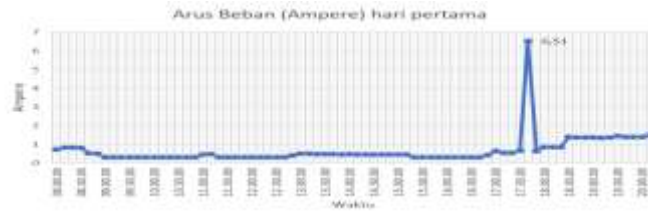
15.30.00	228,4	0,31	42,9	0,59	27,2	2,39	36,9	5	27,39	2,44	27,33	0	179,2	43,1
15.40.00	230,5	0,31	42,9	0,59	27,2	2,42	36,7	4,5	27,38	2,13	27,33	0	120	41,2
15.50.00	228,4	0,31	43	0,59	27,2	2,48	38,7	4,45	27,39	2,05	27,3	0	188,1	42,4
16.00.00	228,8	0,31	42,9	0,59	27,2	2,43	40,2	2,47	27,45	2,05	27,48	0	295,5	41,5
16.10.00	228,2	0,31	42,9	0,59	27,2	2,42	37,8	4,3	27,37	1,96	27,33	0	149,4	39,6
16.20.00	229,1	0,31	43	0,59	27,3	2,58	39,4	4,4	27,48	1,96	27,44	0	190,9	42,6
16.30.00	229	0,31	42,9	0,59	27,3	2,47	38,7	4,3	27,46	1,92	27,42	0	106,5	41,4
16.40.00	229	0,31	43	0,59	27,3	2,42	38,8	4,3	27,46	1,92	27,43	0	176,9	42,9
16.50.00	228,4	0,43	58,4	0,58	27,3	2,98	38,5	4,3	27,43	1,92	27,41	0	142,1	40,5
17.00.00	229,3	0,64	89,4	0,6	27,2	4,14	37,9	5,8	27,38	1,71	27,34	0	164,8	40,9
17.10.00	229,2	0,54	72,9	0,58	27,1	3,55	36,4	5	27,32	1,56	27,28	0	134,1	38,9
17.20.00	228,6	0,54	72,8	0,58	27	3,53	35	5	27,24	1,52	27,28	0	84,4	38,1
17.30.00	228,9	0,66	87,9	0,58	25,7	4,28	31,8	4,28	25,62	0	25,68	3,39	43,6	36,3
17.40.00	230,7	6,53	71,6	0,58	25,6	3,66	30,5	3,62	25,78	0	25,74	0	52,4	36,6
17.50.00	230	0,64	86,5	0,58	25,3	4,27	32,9	4,27	25,51	0	25,49	1,73	35,9	34,3
18.00.00	229,4	0,86	115,9	0,58	25,7	5,41	28,6	5,41	25,38	0	25,31	3,8	26,4	33,6
18.10.00	230,4	0,85	115	0,58	25	5,62	28,7	5,62	25,19	0	25,21	5,04	11,3	32,4
18.20.00	229,9	0,85	114,8	0,58	24,5	5,44	25,9	5,44	25,13	0	25,15	5,32	6,3	31,8
18.30.00	230,8	1,39	215,2	0,67	24,7	9,68	25,8	9,56	24,88	0	24,92	9,79	3,5	31,1
18.40.00	230,4	1,37	212,6	0,66	24,6	9,59	26,2	9,59	24,81	0	24,88	9,55	0,9	30,6
18.50.00	229,4	1,37	211,7	0,66	24,4	9,55	14,1	9,55	24,73	0	24,77	9,58		30,2
19.00.00	230,3	1,37	211,7	0,67	24,3	9,63	2,9	9,63	24,58	0	24,66	9,66		29,9
19.10.00	231,1	1,36	211,6	0,66	24,2	24,2	0,2	9,61	24,46	0	24,52	9,69		29,7
19.20.00	230,2	1,38	212,9	0,66	23,9	9,83	0,3	9,83	24,18	0	24,25	9,82		29,5
19.30.00	229,9	01.45	222,4	0,66	22,4	10,93	0,3	10,93	22,65	0	22,74	10,91		29,4
19.40.00	228,6	1,39	213	0,66	22,3	10,55	0,4	10,55	22,52	0	22,58	10,58		29,4
19.50.00	226,8	1,4	212,7	0,66	22,1	10,54	0,5	10,54	22,36	0	22,43	10,53		29,3
20.00.00	224,3	1,41	212	0,66	21,9	10,69	0,5	10,69	22,12	0	22,19	10,64		29,5
20.10.00	209,6	1,5	211	0,67	20,5	11,25	0,5	11,25	20,74	0	20,82	11,36		29,7

Pada Tabel diatas menunjukkan hasil pengukuran besaran listrik yang dilaksanakan selama 12 jam 10 menit. Secara umum, dapat dikatakan bahwa intensitas matahari mulai dapat memberikan daya listrik melalui panel surya untuk pengisian baterai dan suplay beban pada pukul 08.30 wib hingga pukul 17.40 wib. Namun hal ini sangat bergantung cuaca dan terik matahari. Nilai intensitas matahari berfluktuasi setiap menit bahkan setiap detik namun demikian perubahan tersebut tidak terlalu signifikan dalam hitungan detik. Fluktuasi dari intensitas matahari selain dari kondisi cuaca dan terik matahari juga bergantung pada posisi rotasi bumi, sehingga dapat diprediksi secara kasar nilai intensitas matahari dari waktu ke waktu. Intensitas matahari yang tertinggi terjadi pukul 14.50 wib yaitu 347,2 Watt/m². Berikut adalah gambar grafik karakteristik besaran listrik, intensitas matahari dan suhu pada PLTS Rooftop 1800 WP.



Gambar 6. Tegangan beban bulan agustus

Pada gambar 4.1 diatas terlihat bahwa tegangan beban (Vac) tertinggi pada pukul 08.20 WIB yaitu 232,3 V dan yang terendah pada pukul 20.10 WIB yaitu 209,6 V.



Gambar 7. Arus beban bulan agustus

Pada gambar 4.2 diatas terlihat bahwa Iac tertinggi pada pukul 17.40 WIB yaitu 6,53 A dan yang terendah pada pukul 19.30 WIB yaitu 0,07 A.



Gambar 8. Grafik karakteristik beban bulan agustus

Pada gambar 4.3 diatas terlihat bahwa beban tertinggi pada pukul 19.30 WIB yaitu 222,4 W dan yang terendah pada pukul 16.30 WIB yaitu 42,9 W.



Gambar 9. Grafik pf bulan agustus

Pada gambar 4.4 diatas terlihat bahwa pf tertinggi pada pukul 08.00 WIB yaitu 49,9 dan yang terendah pada pukul 18.20 WIB yaitu 0,58.



Gambar 10. Grafik Vinv bulan agustus

Pada gambar 4.5 diatas terlihat bahwa Vinv tertinggi pada pukul 08.50 WIB yaitu 28,3 V dan yang terendah pada pukul 18.20 WIB yaitu 20,5 V.



Gambar 11. Grafik Iinv bulan agustus

Pada gambar 4.6 diatas terlihat bahwa Iinv tertinggi pada pukul 19.40 WIB yaitu 24,2 A dan yang terendah pada pukul 11.50 WIB yaitu 2,13 A.



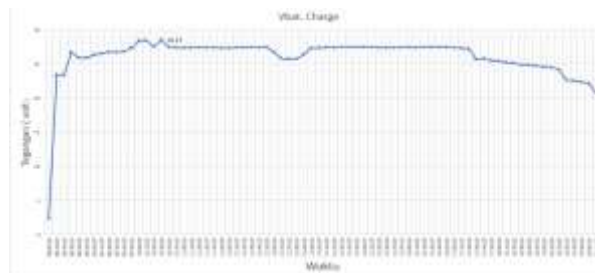
Gambar 12. Grafik karakteristik tegangan bulan agustus

Pada gambar 4.7 diatas terlihat bahwa tegangan solar sel tertinggi pukul 16.00 WIB yaitu 40,2 V dan yang terendah pukul 19.10 WIB yaitu 0,2V.



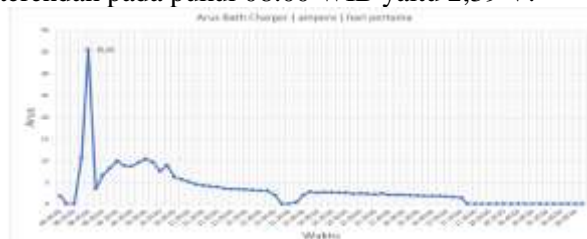
Gambar 13. Grafik karakteristik arus solar sel bulan agustus

Pada gambar 4.8 diatas terlihat bahwa arus solar sel tertinggi pukul 08.30 WIB yaitu 16,2 A dan yang terendah pada pukul 16.00 WIB yaitu 2,47 A.



Gambar 14. Grafik karakteristik tegangan baterai charger bulan agustus

Pada gambar 4.9 diatas terlihat bahwa tegangan baterai charger tertinggi pada pukul 10.30 WIB yaitu 28,47 V dan yang terendah pada pukul 08.00 WIB yaitu 2,39 V.



Gambar 15. Grafik karakteristik arus baterai charger bulan agustus

Pada gambar 4.10 diatas terlihat bahwa arus baterai charger tertinggi pada pukul 08.40 WIB yaitu 35,55 A dan yang terendah pada pukul 20.10 WIB yaitu 0.00 A.



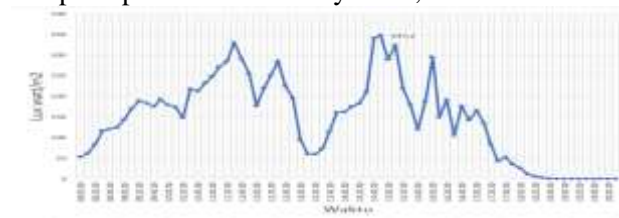
Gambar 16. Grafik karakteristik tegangan baterai supply bulan agustus

Pada gambar 4.11 diatas terlihat bahwa daya baterai supply tertinggi pada pukul 10.30 WIB yaitu 28,47 W dan yang terendah pada pukul 20.10 WIB yaitu 20,82 W.



Gambar 17. Grafik karakteristik arus baterai supply bulan agustus

Pada gambar 4.12 diatas terlihat bahwa arus baterai supply tertinggi pada pukul 20.10 WIB yaitu 11,36 A dan yang terendah pada pukul 17.40 WIB yaitu 0,00 A.



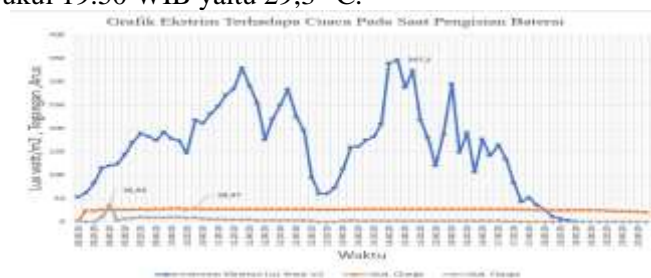
Gambar 18. Grafik karakteristik intensitas cahaya bulan agustus

Pada gambar 4.13 diatas terlihat bahwa intensitas cahaya tertinggi pada pukul 14.50 WIB yaitu 347,2 W/m² , dan yang terendah pada pukul 18.40 WIB yaitu 0,9 W/m².



Gambar 19. Grafik karakteristik suhu bulan agustus

Pada gambar 4.14 diatas terlihat bahwa suhu tertinggi pada pukul 12.50 WIB yaitu 48,9 °C , dan yang terendah pada pukul 19.50 WIB yaitu 29,3 °C.



Gambar 20. Grafik ekstrem terhadap cuaca pada pengisian baterai

Berdasarkan grafik diatas dapat disimpulkan terhadap grafik ekstrim hari pertama tertinggi untuk intensitas cahaya sebesar 347,2 pada jam 14.50 mampu menyuplai batre dari solar cell dengan tegangan tertinggi sebesar 28,47 volt pada jam 10.30 dan arus tertinggi sebesar 35,55 ampere pada jam 08.40.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa Panel Surya dengan daya 1800 WP mampu menghasilkan tegangan tertinggi sebesar 71,9 volt dimana tegangan tersebut sesuai dengan keluaran panel surya 1800 WP, Panel Surya dengan daya 1800 WP mampu menghasilkan arus tertinggi sebesar 25,12 ampere, Intensitas Cahaya sangat mempengaruhi nilai tegangan dan arus.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Politeknik Negeri Medan, pihak P3M, dan semua pihak yang berperan dalam membantu penulisan dan pembuatan laporan.

DAFTAR PUSTAKA

- udiharto, Indhana dkk.(2011). Rancang Bangun Sistem Automatic Transfer Switch (ATS) dan Automatic Main Failure (AMF). PLN-Genset Berbasis PLC dilengkapi dengan Monitoring, Surabaya, Jurnal Jurusan Teknik Industri PENS-ITS.
- Eko,S.(2010). Automatic Transfer Switch, Jurnal Jurusan Teknik Elektro Vol. 5 No.1. Universitas Negeri.
- Mardohar, Sebastian. *Efisiensi Kinerja Baterai dan ATS (Automatic Transfer Switch) pada Studi Kasus PLT Hybrid (PLTMH dan PLTS)*. Diss. Politeknik Negeri Jakarta, 2022.
- Munadi, Ahmad, I. Nyoman Mudiana, and I. Abasana. *Rancang Bangun Kontrol Automatic Transfer Switch (ATS) Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)-Genset 2200VA*. Diss. Politeknik Negeri Bali, 2022.
- Irawati, Irawati, Sunardi Sunardi, and Aris Nurwanto. "RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) DENGAN SISTEM KONTROL AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS) DAN OPTIMALISASI KAPASITAS BATERAI." *JEIS: Jurnal Elektro dan Informatika Swadharma* 3.1 (2023): 22-30.
- Munadi, Ahmad, I. Nyoman Mudiana, and I. Abasana. *Rancang Bangun Kontrol Automatic Transfer Switch (ATS) Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)-Genset 2200VA*. Diss. Politeknik Negeri Bali, 2022.
- Munadi, Ahmad, I. Nyoman Mudiana, and I. Abasana. *Rancang Bangun Kontrol Automatic Transfer Switch (ATS) Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)-Genset 2200VA*. Diss. Politeknik Negeri Bali, 2022.
- Wijaya, Ade Riski, and Zakia Lutfiyani. "Rancang Bangun Prototype Kendali Motor Pompa Tendon Air Dengan Automatic Transfer Switch (ATS) PLTS Dan PLN." *Jurnal Teknik Elektro Raflesia* 1.2 (2021): 1.