Perbandingan Efektivitas Pengisian Baterai Menggunakan Metode PWM dan MPPT pada Modul Solar Panel 50 WP

Ikhwan Mustiadi[1], Evrita Lusiana Utari[2]
Prodi Teknik Elektro, Universitas Respati Yogyakarta
Jl. Laksda Adosucipto km 6,3 Depok Sleman Yogyakarta
[1]ikhwan@respati.ac.id
[2]evrita_lusiana@yahoo.com

***Abstrak*— Listrik merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia saat ini, energi listrik saat ini masih di dominasi oleh energi listrik berbahan Fosil seperti Batu Bara dan Gas, tetapi energi Fosil ini lambat laun pasti akan habis, oleh karena itu di butuhkan sumber energi baru yang efektif untuk menggantikannya. Ada beberapa energi yang dapat di jadikan alternatif antara lain energi matahari dapat di terapkan dengan biaya yang relatif murah dan dapat di aplikasikan dari skala yang sangat kecil.**

Berdasarkan infografik status energi terbarukan dari ESDM 2019, energi surya memilik potensi lebih dari 200 GW dengan efisiensi teknologi photooltaik saat ini, namun pemanfaatan energi surya masih kurang dari 100 MW, oleh karena itu, pemerintah juga mendorong masyarakat dan dunia industri untuk dapat meningkatkan produksi listik tenaga surya [1]

Panel surya dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Daya keluaran dari panel surya sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang berubah-ubah sehingga dapat menyebabkan fluktuasi daya disisi beban. Selain itu, kondisi suhu, iradiasi matahari, dan titik operasi karena hubungan arus-tegangan (I-V) nonlinear juga bisa menyebabkan fluktuasi daya. [2]. Konversi energi listrik tenaga surya memerlukan bebrapa tahapan penting, salah satunya adalah charging ke storage (Baterai). Ada beberapa metode yang dapat di gunakan dalam pengisian baterai ini diantaranya adalah metode *Pulse Width Modulation* (PWM) dan *Maximum Peak Poin Tracker* (MPPT),

Pada penelitian ini menggunakan metode PWM dan MPPT dengan solar panel 50 WP dan storage baterai 28 Ampere, dari kedua metode tersebut, metode PWM mengisi baterai seusai dengan arus yang dihasilkan oleh PV, sedangkan metode MPPT memiliki kelebihan arus dan tegangan yang di hasilkan oleh solar panel di konversi menjadi daya sehingga arus yang masuk ke baterai menjadi lebih besar daripada yang dihasilkan oleh solar panel, tetapi ini membutuhkan penyinaran yang lebih maksimal

Kata Kunci: Solar Panel, Energi Surya, Baterai, PWM, MPPT.

I. PENDAHULUAN

Energi surya memiliki potensi lebih dari 200 GW dengan efisiensi teknologi *photovoltaic* yang tersedia saat ini. Namun, pemanfaatan energi surya dalam pembangkitan listrik masih kurang dari 100 MW. Potensi tenaga surya ini tersebar di seluruh wilayah Indonesia, dengan potensi terbesar ada di Kalimantan Barat (20 GW), Sumatera Selatan (17 GW), dan Kalimantan Timur (13 GW). Daerah-daerah tersebut merupakan daerah yang juga memiliki cadangan batu bara terbesar. Maka, ada peluang peralihan sumber energi dari batu bara menuju energi surya di daerah tersebut [1]

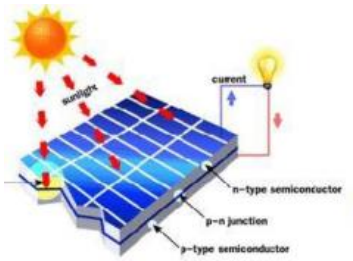
Panel surya dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Daya keluaran dari panel surya sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang berubah-ubah sehingga dapat menyebabkan fluktuasi daya disisi beban. Selain itu, kondisi suhu, iradiasi matahari, dan titik operasi karena hubungan arus-tegangan (I-V) nonlinear juga bisa menyebabkan fluktuasi daya. [2]. Konversi energi listrik tenaga surya memerlukan bebrapa tahapan penting, salah satunya adalah charging ke storage (Baterai). Ada beberapa metode yang dapat di gunakan dalam pengisian baterai ini diantaranya adalah metode *Pulse Width Modulation* (PWM) dan *Maximum Peak Poin Tracker* (MPPT), kedua metode ini yang sangat banyak di gunakan saat ini dengan kelebihan dan kekurangannya masing masing

Penelitian tentang metode PWM dan MPPT juga pernah di lakukan sebelumnya dengan judul Analisa Karakteristik Daya Pengunaan Maximum Power Point Tracking (MPPT) dan Pulse Widht Modulation (PWM), hasil penelitian tersebut adalah metode MPPT lebih efektif untuk module solar diatas 100 WP dan metode PWM memiliki eektifitas lebih baik pada modul solar di bawah 100 WP [3]

Penelitian setelahnya dengan topik yang sama juga pernah di lakukan pada tahun 2022 dengan judul Analisis Perbandingan *Charging* SCC Jenis PWM Dan MPPT Pada *Automatic Handwasher with Workstation* Bertenaga Surya Politeknik Negeri Samarinda. Pada penelitian ini di gunakan 2 metode pengisian baterai yaitu PWM dan MPPT dan di dapatkan penggunaan metode MPPT lebih efektif karena beban yang di guankan cukup besar yaitu 1 KW, dengan solar panel 300 WP dan baterai 150 Ah. Di dapatkan respon pengisian dan pongosongan lebih efektif dengan metode MPPT [4]

Sel surya

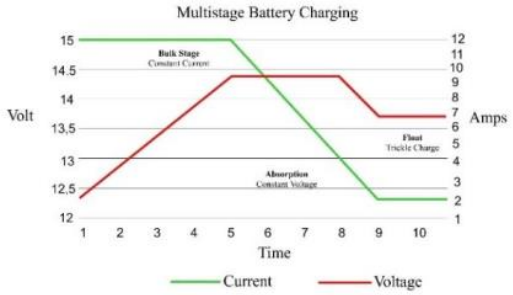
Sel surya merupakan sebuah perangkat yang mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik dengan proses efek fotovoltaic, oleh karena itu dinamakan juga sel fotovoltaic *(Photovoltaic cell* – disingkat PV). Tegangan listrik yang dihasilkan oleh sebuah sel surya sekitar 0,6 V tanpa beban atau 0,45 V dengan beban. Agar panel surya dapat menghasilkan tegangan sesuai besaran tertentu yang diinginkan maka dapat dilakukan penyusunan beberapa panel surya yang disusun secara seri dan paralel [5]



Gambar 1. Prinsip Kerja Solar Sell [4]

PWM *(Pulse Width Modulation)*

PWM adalah singkatan dari *Pulse Width Modulation* yang menunjukkan bahwa pengontrol pengisian daya bekerja dengan memancarkan pulsa listrik ke baterai *(accu)* dengan panjang gelombang yang bervariasi seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Di akhir setiap pulsa, pengontrol pengisian daya mati sebentar untuk mengukur kapasitas baterai dan menyesuaikan nilai keluaran *(output)* agar sesuai. Pengontrol muatan PWM pada dasarnya bertindak sebagai saklar cerdas antara baterai dan panel surya yang mengontrol tegangan dan arus yang mengalir ke baterai. Nominal tegangan baterai dapat menjadi 11V ketika kosong hingga lebih dari 14V saat mengisi daya. Ini adalah tugas *solar charge controller* untuk mengambil nilai tegangan 17-19V dari panel surya dan melakukan pengisian daya dengan aman pada baterai. *solar charge controller* PWM pada umumnya memiliki tiga tahap pengisian berbeda pada baterai (*Accu*), yaitu : tahap Massal *(Bulk Stage)*, tahap Penyerapan *(Absorption)*, dan tahap *Float*[4] [6][7].



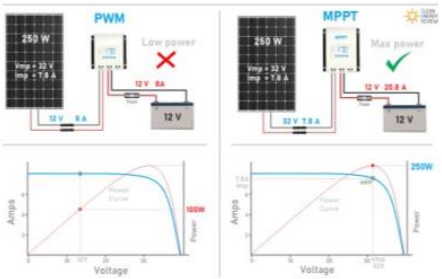
Gambar 2. Tahapan Pengisiasin Daya Baterai Pada Solar Charge ControllerPWM (*Pulse Width Modulation*) [4]

Pada tahap pengisian daya Massal *(Bulk Stage)*, pengontrol pengisian daya secara langsung menghubungkan panel surya ke baterai. Tegangan panel surya ditarik turun agar sesuai dengan tegangan baterai dan output arus penuh dari panel surya dibuang ke baterai. Tahap ini memiliki peran besar dalam pengisian baterai atau biasa disebut juga tahap arus konstan. Saat baterai dalam proses pengisian daya, tegangan akan perlahan-lahan dinaikkan hingga mencapai 14,4V. Pada kondisi ini, baterai telah terisi sekitar 80%, pengisian pada tegangan tersebut dengan arus maksimal dapat merusak baterai maka dari itu perlu tahap selanjutnya, sehingga pengendali muatan bergerak ke tahap berikutnya [7]

MPPT (Maximum Power Point Tracking)

MPPT atau *Maximum Power Point Tracking* adalah algoritma yang termasuk dalam pengontrol daya yang digunakan untuk mengekstraksi daya maksimum yang tersedia dari modul PV dalam kondisi tertentu. MPPT atau *Maximum Power Point Tracking* adalah konverter DC ke DC yang beroperasi dengan mengambil input DC dari modul PV, mengubahnya ke AC dan mengubahnya kembali ke tegangan dan arus DC yang berbeda untuk secara tepat mencocokkan modul PV ke baterai [5] [7].

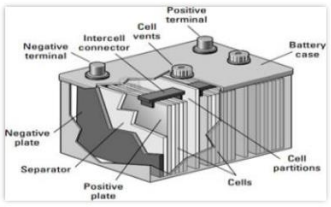
Tegangan di mana modul PV dapat menghasilkan daya maksimum disebut titik daya maksimum (atau tegangan daya puncak). Daya maksimum bervariasi dengan radiasi matahari, suhu lingkungan, dan suhu sel surya. Modul PV menghasilkan daya dengan tegangan daya maksimum sekitar 17 V bila diukur pada suhu sel 25°C, dapat turun hingga sekitar 15 V pada hari yang diukur pada suhu sel 25°C, dapat turun hingga sekitar 15 V pada cuaca terik dan juga dapat naik hingga 18 V pada hari yang sangat dingin [4][6][7]. Perbandingan SCC PWM dan MPPT dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Perbandingan SCC Jenis PWM dan MPPT [4]

Baterai

Baterai adalah alat menyimpan energi listrik yang
memanfaatkan proses elektrokimia. Proses elektrokimia adalah proses perubahan kimia atau konversi menjadi listrik (proses pengosongan) dan listrik menjadi kimia dengan regenerasi dari elektroda yang terdapat pada baterai dengan melewatkan arus listrik dalam arah polaritas yang berlawanan pada sel baterai [4][5]. Bagian-bagian yang terdapat pada baterai dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Baterai dan Bagian Bagiannya [4]

Menghitung kapasitas baterai:

Kapasitas baterai diukur dalam satuan *Ampere Jam* (Ah). Misalkan kapasitas baterai 12 Volt 12 Ah, artinya baterai memiliki kapasitas 12x12 yaitu 144 WattJam, artinya dengan beban 10 Watt akan habus dalam 14 jam, tetapi itu dalam kondisi yang sangat ideal, pada kenyataannya hal tersebut tidka pernah terjadi, biasanya baterai tidak akan bisa di gunakan setelah baterai kurang dari 30%.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan 2 metode pengisian yang berbeda yaitu metode pengisian baterai PWM dan MPPT. Hasil pengukuran terhadap kedua metode ini akan di bandingkan, dilihat metode mana yang lebih efektif untuk mengisi baterai, khususnya dengan solar panel kapasitas 50 WP, untuk membuat sistem ini di perlukan beberapa bahan antara lain:

1. Solar panel 50 WP 2 buah
2. Baterai VRLA 28 Ampere 2 buah
3. Beban lampu DC 10 Watt 2 buah
4. Box panel 2 buah
5. Dudukan solar panel dan tiang penyangga 2 paket.
6. SCC PWM 10 Ampere 1 buah
7. SCC MPPT 10 Ampere 1 buah

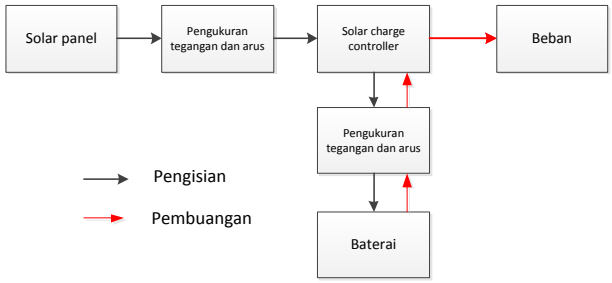
Pada SCC ini sudah terdapat alat ukur arus dan tegangan, tetapi untuk komparasi dengan alat yang standar, maka pada penelitian ini juga menggunakan Multitester Fluke 17 TRUE RMS.

Tahapan penelitian meliputi:

1. Perancangan sistem pengisian baterai PWM dan MPPT
2. Pengukuran tegangan pengisian di lakukan pada sore hari sekitar jam 6.15, pengukuran tegangan dan arus solar panel dan baterai pada siang hari sekitar jam 12 dan pengukuran tegangan setelah pembuangan sekitar jam 5.45 pagi.

Perancangan sistem:

Sistem yang di buat seperti pada gambar di bawah:



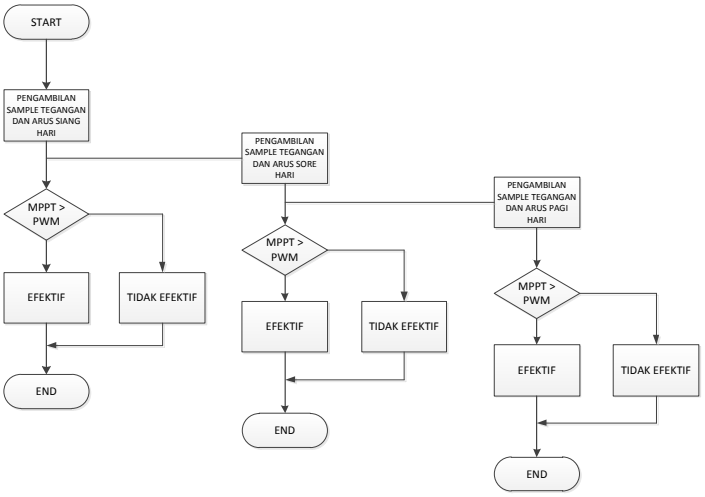
Gambar 5. Blok Diagram Sistem Pengisian Baterai

Blok diagram diatas berlaku untuk kedua metode pengisian baterai.

Cara kerja sistem:

a. Solar panel menyerap energi matahari kemudian merubah menjadi energi listrik DC hasil dari energi listrik ini sebagai input Solar charger controller.
b. Tegangan keluaran dari solar panel ini di ukur tegangan dan arusnya
c. Solar charger controller mengolah tegangan masukan dari solar panel untuk di teruskan ke baterai pada tahap ini akan di lakukan pemotongan tegangan sehingga tegangan yang masuk ke baterai tetap stabil, tetapi nilai arus yang masuk ini yang berubah ubah.
d. Sebelum sampai di baterai, tegangan dan arusnya di ukur untuk mengetahui berapa energi yang di masukkan.
e. Beban disini di gunakan untuk menguras baterai setiap hari sehingga siap untuk di isi ulang ketika pagi hari.

Flowchart pengisian baterai ditunjukkan pada gambar di bawah ini:



Gambar 6. Flowchart

III. PEMBAHASAN

Perancangan sistem pengisian baterai pemnggunakan metode PWM dan MPPT ini akan mengkonversi energi matahari yang di lakukan oleh solar panel 50 WP, besaran tegangan yang di hasilkan antara 13 sampai dengan 21 Volt, arus maksimum yang dapat di alirkan adalah 2,5 Ampere, SCC akan mengisi baterai sepanjang hari. setelah solar panel sudah tidak mengisi, maka beban lampu akan di hidupkan.

a **b**

Gambar 7. a. Metode PWM, b. Metode MPPT

Gambar 8. Posisi kedua Sistem

Pengukuran di lakukan pada 3 tahapan, yaitu :

1. proses pengisian, di lakukan pada jam 12 siang, hasil pengukuran ini akan sangat bergantung pada intensitas cahaya matahari, semakin kuat intesitas cahaya matahari, maka semakin besar daya yang di hasilkan.

No	Tanggal	Motode PWM				Metode MPPT			
		PV		Baterai		PV		Baterai	
		V	A	V	A	V	A	V	A
1.	17-8-22	21	2	13,0	2	15	2	13,0	2,3
2.	18-8-22	20	2	13,2	2	16	2	13,2	2,3
3.	19-8-22	20	1,9	13,2	1,9	15	1,9	13,3	2,1
4.	20-8-22	21	2	13,3	2	17	2	13,4	2,4
5.	21-8-22	21	2	13,3	2	16	2	13,3	2,2
6.	22-8-22	18	1,5	13,4	1,9	15	1,5	13,1	1,7
7.	23-8-22	21	2,1	13,2	2	16	2,1	13,4	2,4

2. Penguuran baterai pada saat pengisian selesai, sekitar jam 18.15, pengukuran di lakukan pada waktu tersebut karena menunggu solar panel benar benar tidak mendapatkan sinar matahari dan baterai sudah tidak terpengaruh tegangan charging. Untuk memudahkan penentuan waktu pengukuran ini dengan memanfaatkan sensor dan controller pada SCC yang mulai mengaktifkan Load beban.
3. Pengukuran setelah pemakaian di kalukan pada pagi hari, sekitar jam 5.45 pagi, pada saat ini, solar panel sudah dapat energi matahari walaupun masih sangat kecil, sehingga sudah ada tegangan yang masuk ke solatr panel. Untuk memudahkan penentuan waktu pengukuran ini dengan memanfaatkan sensor dan controller pada SCC yang mulai me nonaktifkan Load beban.
4. Perhitungan daya serap beban. Pada penelitian ini menggunakan beban lampu 10 Watt sistem 12 Volt. Secara teori arus yang di serap oleh beban adalah 10/12= 0,83 Ampere. Dengan waktu operasi selama 11 jam 30 menit.
   Tetapi ketika pengukuran beban, arus yang di serap oleh beban adaah 1,1 Ampere, sehingga arus yang di keluarkan dari baterai selama 11 jam 30 menit adaah: 1,1x11,5 = 12,5 Ampere.

Dalam 1 hari, baterai harus di isi sebesar energi yang terbuang ini. Pada sistem ini, sistem mampu mengisi energi yang terbuang tersebut.

Tabel 1. Data Pengisian Baterai Metode PWM dan MPPT

Berdasar data pengisian sesaat diatas terdapat perbedaan arus dan tegangan pada VP dan baterai, dengan PWM maupun dengan MPPT.

Gambar . Ilustrasi Arus PV dan Yang masuk ke Baterai (atas MPPT dan bawah PWM)

PWM, tegangan VP sesuai dengan tegangan terukur sama dengan tegangan VP yang di tampilkan, tegangan baterai adalah tegangan baterai yang terpengaruh oleh tegangan charging dari VP. Arus yang masuk dari solar panel sama dengan arus yang masuk ke baterai. Jadi apabila kita konversikan, berdasarkan pengukuran pada tanggal 17 agustus 2022, maka energi yang masuk ke baterai adalah 13,0x2= 26 Watt. Apabila energi matahari ini stabil maka dalam 1 jam arus yang masuk ke baterai adalah 2 Ampere.

MPPT, tegangan VP yang di tampilkan adalah tegangan yang sudah di konversi menjadi daya misalkan

pada tanggal 17 agustus 2022: 15x2= 30 Watt, daya ini yang akan di transfer ke dalam baterai tetapi dengan tegangan nominal sesaat yang terukur dari baterai, sehingga perhitungannya menjadi 30/13,0 = 2,307 Ampere, arus inilah yang akan masuk ke baterai. Apabila energi matahari ini stabil, maka dalam 1 jam arus yang masuk ke baterai sebesar 2,3 Ampere.

Tabel 2. Pengukuran Tegangan Pengisian Baterai:

No	Tanggal	Tegangan PWM (Volt)	Tegangan MPPT (Volt)
1.	17-8-2022	13,2	13,2
2.	18-8-2022	13,3	13,3
3.	19-8-2022	13,2	13,2
4.	20-8-2022	13,2	13,2
5.	21-8-2022	13,2	13,2
.6.	22-8-2022	13,3	13,3
7.	23-8-2022	13,3	13,4

Dari hasil pengukuran tegangan setelah pengisian di dapatkan hasil yang identik, ini karena pengambilan sampel yang terlalu sedikit, akan ideal apabila sample yang di ambiil lebih dari 2 bulan, sehingga akan terlihat hasil yang cukup signifikan terhadap perubahan intensitas cahaya dan cuaca.

Berdasar data diatas, pengisian dengan dua metode tersebut menunjukkan performa yang sangat baik.baterai dapat terisi sampai hampir penuh setelah di kuras selama 1 malam (11 Jam 30 menit) dengan beban 10 Watt.

Tabel 3. pengukuran tegangan Baterai setelah penggunaaan:

No	Tanggal	Tegangan PWM (Volt)	Tegangan MPPT (Volt)
1.	18-8-2022	12,5	12,5
2.	19-8-2022	12,6	12,6
3.	20-8-2022	12,5	12,5
4.	21-8-2022	12,5	12,5
5.	22-8-2022	12,6	12,6
.6.	23-8-2022	12,6	12,6
7.	24-8-2022	12,6	12,7

Dari hasil pengukuran tegangan setelah pemakaian di dapatkan hasil yang identik, ini karena pengambilan sampel yang terlalu sedikit, akan ideal apabila sample yang di ambiil lebih dai 2 bulan, sehingga akan terlihat hasil yang cukup signifikan.

Dari tabel diatas dapat di lihat perbedaan pengisian menggunakan Metode PWM dan MPPT, dimana metode PWM melakukan pengisian sesuai dengan arus yang dihasilkan oleh PV, artinya berapa arus yang di hasilkan oleh PV, maka itulah yang akan di masukkan ke baterai. Sedangkan metode MPPT menjumlahkan tegangan dan arus PV menjadi daya, kemudian mengkonversi menjadi kelebihan arus untuk di masukkan ke Baterai, untuk jangka waktu yang lama, hal ini akan sangat menentukan.

Pengukuran pada tabel 1 menunjukkan perbedaan yang cukup signifika, tetapi pada pengukuran tabel 2 hasilnya menunjukkan tegangan yang cukup identik demikia juga pada tabel 3, ini di sebabkan karena metode MPPT selalu mencari titik terbaik untuk mengisi baterai, hal ini memerlukan energi, sehingga hasil akhirnya relatif identik.

IV. KESIMPULAN

Sistem Charging pada PLTS dapat di lakukan dengan beberapa metode pengisian, pada penelitian ini di lakukan perbandingan untuk dua metode yang paling umum yaitu metode PWM dan MPPT, sistem dapat mengisi baterai dengan efektif dengan beban nyata 12, 65 Ampere. Metode PWM mengisi baterai berdasarkan konversi arus dari solar panel, sedangkan metode MPPT mengisi baterai berdasarkan daya yang di serap oleh solar panel kemudian di konversi menjadi tegangan kerja baterai dan arus maksimal yang di dapat, sehingga pengisian baterai menggunakan metode MPPT lebih efektif, tetapi tidak terlalu signifikan, karena sistem MPPT selalu berosilasi sepanjang hari, hal ini meyebabkan adanya energi yang terpakai untuk selalu melakukan *tracking*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PPPM Universitas Respati Yogyakarta yang telah memberi dukungan financial terhadap penelitian ini.

REFERENSI

[1] Tampubolon. Adiatma, Laporan Status Energi Bersih Indonesia, Institute for Essential Services Reform (IESR), Jakarta, 2019.

[2] Raharja. Eviningsih. Ferdiansyah. Yanaratri, *Penggunaan Daya Panel Surya Dengan MPPT Bisection Pada Proses Charging Baterai.* Jurnal Teknologi Terpadu VOL. 9 NO. 1, 2021, ISSN: 2338 – 66649.

[3] Chofananda. Jamaaluddin. Wisaksono. Anshory, *Analisa Karakteristik Daya Pengunaan*

Maximum Power Point Tracking (MPPT) dan Pulse Widht Modulation (PWM), Procedia of Engineering and Life Science Vol. 1. No. 2 Juni 2021

[4] Wahidin., Yadie, Putra. *Analisis Perbandingan Charging SCC Jenis PWM Dan MPPT Pada Automatic Handwasher with Workstation Bertenaga Surya Politeknik Negeri Samarinda*. PoliGrid Vol. 03 No. 01, 2022, ISSN 2723–4428

[5]Purwoto, "Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif," *Emit. J. Tek. Elektro*, vol. 18, no. 01, pp. 10–14, 2018

[6]Aprian, Farhan. 2010. *Perancangan stand alone Pv System dengan Maximum Power Point Tracking (MPPT) menggunakan modified Hill Climbing* . Proceeding seminar tugas akhir, Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember

[7]Wananda, "*Analisa Perbandingan Optimasi Pengisian DayaBaterai (Accu) Pada PLTB Dan PLTS Menggunakan Solar Charger Controller Tipe PWM Dan MPPT*," 2019.