
Efektifitas Pengisian Baterai Menggunakan Solar Panel 50 WP (*Watt Peak*) dengan Metode PWM (*Pulse Width Modulation*)

Ikhwan Mustiadi¹, Evrita Lusiana Utari²

^{1,2}Prodi Teknik Elektro, Fakultas Sains & Teknologi, Universitas Respati Yogyakarta

Email: ikhwan@respati.ac.id¹, evrita_lusiana@yahoo.com²

ABSTRACT

Electrical energy has become a basic need for humans today, almost all aspects of human life require electrical energy. The electrical energy needed so far has been produced from fossil energy which is not environmentally friendly and has dwindling reserves, alternative energy is needed which is environmentally friendly and sustainable. Energy that can be utilized includes water energy, wind energy, solar energy and so on. The sun is one of the abundant energy, by crossing the equator, Indonesia has enormous energy reserves. This potential is expected to become Indonesia's future energy. Currently solar cell technology is very advanced with increasingly good efficiency, in addition to energy conversion by solar cells with photovoltaic technology, a method is needed to store the results of the conversion into storage (batteries) optimally. One of the battery charging technologies is the Pulse Width Modulation (PWM) method, with this method battery charging is optimal on a 50 WP solar panel. In this study, a 50 WP solar panel was used, a 28 Ah 12 Volt battery, a 10 Watt Dc 12 Volt load and a 10 Ampere PWM Solar Charger Controller (SCC). The system was running for 3 months from September to December, the load was turned on for 12 hours every day with a load absorption current of 0.9 Amperes. Every day the current used is 10.8 Amperes. For 3 months the weather was not always stable, so charging was less than optimal, but until now the system is running well with an average after usage voltage of 12.3 Volts.

Keywords: *Photovoltaik, Pulse Width Modulation (PWM), solar panels.*

INTISARI

Energi listrik sudah menjadi kebutuhan pokok bagi manusia saat ini, hampir semua segi kehidupan manusia membutuhkan energi listrik. Energi listrik yang di butuhkan tersebut selama ini di hasilkan dari energi fosil yang tidak ramah lingkungan dan memiliki cadangan semakin menipis, dibutuhkan energi alternatif yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Energi yang bisa di manfaatkan antara lain energi air, energi angin, energi matahari dan lain sebagainya. Matahari adalah salah satu energi yang melimpah, dengan dilalui garis katulistiwa, Indonesia memiliki cadangan energi yang sangat besar. Potensi ini diharapkan menjadi energi masa depan Indonesia. Saat ini teknologi *solar cell* sudah sangat maju dengan efisiensi yang semakin baik, selain konversi energi oleh *solar cell* dengan teknologi *photovoltaik*, dibutuhkan metode untuk menyimpan hasil konversi tersebut ke dalam *storage* (baterai) dengan optimal. Salah satu teknologi pengisian baterai adalah dengan metode *Pulse Width Modulation* (PWM), dengan metode ini pengisian baterai sangat optimal pada solar panel 50 WP. Pada penelitian ini digunakan solar panel 50 WP, baterai kapasitas 28 Ah 12 Volt, beban 10 Watt Dc 12 Volt dan *Solar Charger Controller* (SCC) PWM 10 Ampere. Sistem di running selama 3 bulan dari bulan September sampai Desember, beban di nyalakan selama 12 Jam setiap hari dengan arus serap beban 0,9 Ampere. Setiap hari arus terpakai sebesar 10,8 Ampere. Selama 3 bulan cuaca tidak selalu stabil, sehingga pengisian kurang optimal, tetapi sampai saat ini sistem berjalan dengan baik dengan tegangan setelah pemakaian rata-rata 12,3 Volt.

Kata Kunci: *Photovoltaik, Pulse Width Modulation (PWM), solar panel.*

PENDAHULUAN

Energi listrik sudah menjadi kebutuhan pokok bagi manusia saat ini, hampir semua segi kehidupan manusia membutuhkan energi listrik mulai dari penerangan, pompa air, pendingin udara, masak, bahkan untuk kendaraan masa depan akan menggunakan listrik. Energi listrik yang di butuhkan tersebut selama ini di hasilkan dari energi fosil yang tidak ramah lingkungan dan memiliki cadangan semakin menipis, di butuhkan energi alternatif yang ramah lingkungan dan berkelanjutan, ada beberapa energi yang bisa di manfaatkan anatra lain energi air, energi angin, energi matahari dan lain sebagainya. Energi matahari adalah salah satu energi yang melimpah di alam khususnya di indonesia, dengan dilaluinya Indonesia oleh garis katulistiwa. Berdasar data dari IESR (2019), Indonesia memiliki potensi lebih dari 200 GW dengan efisiensi *photofoltaik* saat ini, tetapi

pemanfaatan energi surya dalam pembangkitan energi listrik masih kurang dari 100 MW (Tampubolon, et al., 2019). Potensi tenaga surya ini tersebar di seluruh wilayah Indonesia, dengan potensi terbesar berada di Kalimantan Barat (20GW), Sumatera Selatan (17 GW), dan Kalimantan Timur (13GW).

Penelitian dengan pemanfaatan energi matahari untuk pembangkit PLTS (pembangkit listrik tenaga surya) saat ini banyak dilakukan oleh perorangan maupun komunitas, karena bisa dilakukan secara bertahap dari yang kecil sampai besar (Rusman, R. 2017). Selain itu adanya relasi yang positif antara radiasi sinar matahari dengan daya yang dihasilkan solar panel. Sehingga semakin besar radiasi sinar matahari, maka semakin besar daya yang dihasilkan (Muttaqin, I. et al., 2016). Serapan maksimal *solar cell* dengan mengatur posisi solar cel selalu tegak lurus dengan matahari, dari hasil penelitian ini didapatkan efisiensi yang paling baik adalah ketika cuaca cerah, pengisian baterai sangat baik (Tanwir, T., & Muid, F. 2019). Manfaat *solar cell* untuk penerangan dan beban kecil pada rumah tangga, dapat dilakukan untuk mengatasi adanya sering terjadi pemadaman listrik (Saiful Karim dan Dwi Cahyanto, 2019). Solar panel digunakan sebagai *emergency* ketika sumber aliran listrik dari PLN mengalami masalah. Hasil yang didapat dari perancangan alat ini adalah ketahanan battery selama 12 jam dengan beban 2 buah lampu DC 5 watt dan 2 buah slot untuk mencharge hp spesifikasi 5 volt. Ketika sumber listrik dari PLN terputus, maka akan segera pindah ke sumber panel surya dengan waktu 01,43 detik (Haryanto, T. 2021).

Penelitian lainnya tentang optimalisasi *charging* dilakukan oleh Mahrubi dkk (2018) solar *charge controller* menggunakan 4 mosfet yang bekerja saling sinkron dengan bantuan IC driver mosfet yang dikontrol dengan dua buah sinyal PWM dari arduino nano pada Timer1 ATmega 328 yang ada pada pin 9 dan 10 arduino nano guna menaikkan dan atau menurunkan tegangan masukan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa rangkaian SNIBBC (*synchronous non-inverting buck-boost converter*) dapat mengisi baterai lead-acid 12V 5Ah dengan tegangan berusaha dijaga mendekati 15V dengan rata-rata tegangan keluaran 14.97V. Pengujian solar *charge controller* dengan rangkaian inti SNIBBC dan dengan tiga tahap pengisian telah dapat mengisi baterai *lead-acid* 12V 5Ah dalam waktu 8 jam. Baterai yang digunakan dapat bertahan dengan dibebankan oleh beban inverter dan lampu ac LED 5 watt dengan total daya yang diserap beban dan inverter 9.36 watt selama 6 jam penggunaan. Solar charge controller yang telah dibuat dapat mengontrol penyambungan dan pemutusan hubungan antara baterai dengan beban berupa inverter dan beban ac dengan bantuan rangkaian saklar elektronik dengan relay (Mustiadi, I., & Utari, E. L. 2022).

Penelitian selanjutnya tentang charging baterai dilakukan oleh Sardju, A. P., & Abbas, M. Y. H. (2021) meneliti tentang pensaklaran pengisian baterai, sistem terdiri atas panel surya, mikrokontroler arduino uno r3, lcd 16x2, rangkaian relay, rangkaian buck boost converter, sensor tegangan dan baterai. Pada saat pengisian baterai mencapai level tegangan 14 Volt, rangkaian relay terputus menunjukkan baterai telah penuh, saat tegangan baterai turun mencapai 11 Volt, relay kembali terhubung dan baterai kembali terisi. Penelitian tentang metode PWM pernah dilakukan oleh Matalata, H., & Effendi, A. (2022), fokus pada proses charging didasarkan pada pengaturan PWM, dan terdiri dari 2 jenis, yaitu boost mode dan float mode yang dibedakan dari pengaturan duty cyclenya. Pembacaan tegangan pada sensor pembagi tegangan menggunakan resistor memiliki error kurang dari 6,22% pada terminal sumber, dan 6,89% pada baterai. Namun demikian Proses charging mampu memberikan tegangan rata-rata sebesar 13,14 Volt pada baterai (12 Volt), sehingga proses charging dapat berjalan dengan baik.

Proses charging dengan pengaturan PWM, dan terdiri dari 2 jenis, yaitu boost mode dan float mode yang dibedakan dari pengaturan duty cyclenya. Pembacaan tegangan pada sensor pembagi tegangan memiliki error kurang dari 6,22% pada terminal sumber, dan 6,89% pada terminal akumulator. Besarnya persentas duty cycle sama dengan perbandingan periode saat On dengan periode 1 gelombang penuh itu sendiri. Tegangan sumber dan akumulator pada saat proses charging mengalami kenaikan seiring waktu berjalan dimana Tegangan akumulator sebelum di-charge sebesar 12,55 Volt, setelah 6 jam Proses charging menjadi 13,14 Volt (Johar, L. W. (2020).

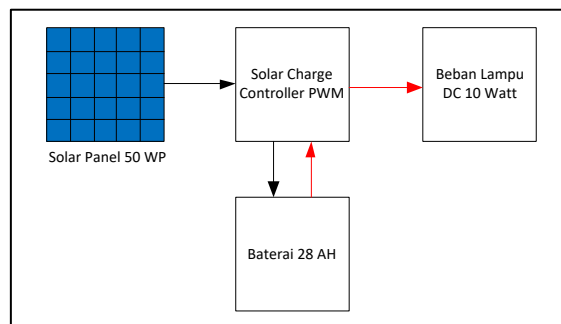
HASIL DAN PEMBAHASAN

Spesifikasi Komponen yang digunakan yaitu: Solar panel daya 50 WP 21 Volt dan arus maksimal 2,5 Ampere; Solar charge controller PWM tipe VS2410 AU arus maksimal 10 Ampere tegangan kerja 12/24 Volt otomatis; Baterai 12 Volt 28 AH.

Perancangan Rangkaian

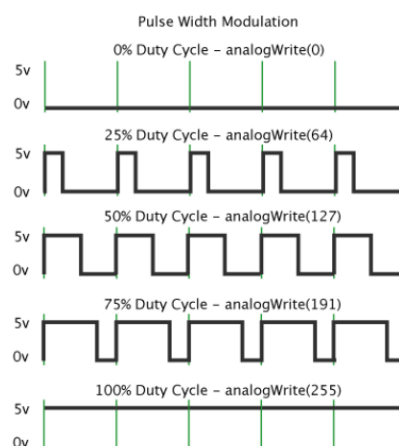
Penelitian ini bertujuan untuk melihat efektifitas pengisian baterai 28 Ampere dengan menggunakan solar panel 50 WP, charger yang di gunakan yaitu maksimum 10 Ampere, dengan beban 10 Watt DC. Beban di nyalakan pada malam hari dengan memanfaatkan fitur SCC VS2410AU yang mampu menyalakan beban secara otomatis apabila sudah tidak ada arus yang masuk ke SCC (matahari terbenam) dan dapat mematikan beban apabila sudah ada arus yang masuk ke SCC matahari mulai muncul.

Cara kerja PLTS sederhana DC (gambar 1) adalah Solar Panel 50 WP menerima energi sinar matahari, cell pada solar panel melakukan konversi energi berdasarkan prinsip fotovoltaik hasil konversi ini di rangkai seri dan paralel sampai mendapatkan nilai tertentu, listrik yang di hasilkan oleh solar panel adalah listrik DC (Mustiadi, I., & Utari, E. L. 2022, August). Pada solar panel 50 WP ini tegangan maksimum mencapai 21 Volt dan arus maksimum mencapai 2,5 Ampere.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Hasil konversi energi (arus dan tegangan) masuk ke *Solar Charge Controller PWM*, selanjutnya adalah proses *charging* oleh *Solar Charger Controller PWM* berdasarkan pengaturan modulasi lebar pulsa (*pulse width modulation*). *Pulse width modulation* merupakan sinyal digital dengan bentuk gelombang kotak yang diatur lebar pulsanya (*pulse width*) pada saat On dan Off atau durasi frekuensi pada saat *high* (5V) dan *low* (0V) (Matalata, H., & Effendi, A. 2022). Solar charge controller yang di gunakan pada penelitian ini adalah 12 Volt 10 Ampere. Contoh pengaturan *duty cycle* dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Beberapa Nilai *Duty Cycle* pada PWM (Matalata, H., & Effendi, A. 2022)

Pada pengisian tegangan baterai di baca secara berkala, ada 2 mode *charging* yang di terapkan (Matalata, H., & Effendi, A. 2022) yaitu:

1. *Boost mode* dengan *duty cycle* yang tinggi berkisar 95%, mode ini di gunakan apabila tegangan baterai terdeteksi kecil, sehingga di harapkan arus yang masuk ke baterai maksimal sesuai dengan arus yang di hasilkan oleh solar panel.
2. *Float mode* dengan *duty cycle* kecil berkisar 10%, mode ini di gunakan apabila tegangan baterai terdeteksi mendekati nilai maksimal, sehingga pengisian akan melambat supaya

tidak terjadi over charging pada baterai, arus yang masuk pada baterai saat mode ini semakin kecil.

Baterai adalah komponen penyimpan energi listrik dengan satuan AH (*Ampere Hour*), pada penelitian ini menggunakan baterai dengan kapasitas 12 Volt 28 AH, artinya memiliki energi sebesar 336 Watt Jam. Misalkan di gunakan untuk beban 10 watt maka akan habis dengan pemakaian 36 Jam, apabila di gunakan beban 100 watt, maka akan habis dalam waktu 3 jam. Energi yang sudah digunakan ini akan di isi oleh SCC yang menerima energi dari solar panel. Terlihat energi yang sudah digunakan pada malam hari ini dapat di isi oleh solar panel pada produksi siang hari.



a. Tampak full



b. Dalam box panel



c. Tegangan sesaat baterai



d. Arus PV sebelum matahari terbit



e. Arus PV saat pagi hari



f. Arus masuk ke baterai

Gambar 3. Sistem PLTS Terpasang

Gambar 3 memperlihatkan penampakan sistem PLTS, gambar di ambil pada pagi hari jam 6 pagi sampai jam 8 pagi. Saat matahari belum terbit, arus yang terukur pada solar panel 0,0

walaupun sudah ada tegangan 15 Volt, tetapi sistem ini masih belum mampu mengisi baterai. Karena arus yang di hasilkan oleh PV adalah 0,0, maka arus yang masuk ke baterai juga 0,0.

Hasil Pengukuran Tegangan Baterai

1. Pengukuran tegangan pengisian sesaat yaitu pengukuran pada saat pengisian baterai siang hari, pada pengukuran ini di lakukan pengukuran secara acak waktunya (jam pengukuran). Pada tabel 1 menampilkan hasil pengukuran pada pengisian sesaat yang diambil setiap minggu dengan waktu pengambilan data pengukuran bervariasi.

Tabel 1. Hasil pengukuran sesaat pada saat pengisian baterai

No	Tanggal	Solar Panel		Baterai		Keterangan kondisi saat pengukuran
		Tegangan (V)	Arus (A)	Tegangan (V)	Arus (A)	
1.	3/09/2022	19	1,2	14,0	1,2	11.00 mendung
2.	10/09/2022	20	2,0	14,2	2,0	11.00 cerah
3.	17/09/2022	18	1,0	13,0	1,0	08.00 cerah
4.	24/09/2022	20	2,4	14,3	2,4	12.00 cerah
5.	1/10/2022	17	0,3	12,9	0,3	14.00 mendung
6.	8/10/2022	14	0,1	12,6	0,1	16.00 mendung
7.	15/10/2022	19	1,6	14,0	1,6	09.00 cerah
8.	22/10/2022	12	00	12,6	0,0	17.00 cerah
9.	29/10/2022	19	1,3	13,0	1,3	11.00 mendung
10.	5/11/2022	15	0,2	12,8	0,2	12.00 Hujan
11.	12/11/2022	16	0,4	12,9	0,4	13.00 mendung
12.	19/11/2022	12	0,0	12,5	0,0	13.00 hujan
13.	26/11/2022	15	0,3	12,6	0,3	10.00 mendung

Berdasar pada data grafik 1, data di ambil setiap minggu dengan melakukan pengukuran secara acak (waktu pengukuran), arus yang di hasilkan oleh solar panel dapat mengisi baterai dengan baik, pada saat pengisian terjadi kapasitas baterai antara 50% sampai dengan 80% sehingga mode yang di gunakan saat itu adalah mode boost konverter dengan duty cycle hampir 95%, baterai selalu dalam kondisi siap di isi karena kapasitas baterai di kurus secara kontinyu setiap malam yaitu lebih dari 10 ampere setiap malam. Dengan asumsi pengisian optimal harian, solar panel dapat menghasilkan antara 10 sampai dengan 13 ampere setiap hari. Tetapi apabila terjadi mendung yang lama atau bahkan hujan yang lama maka pengisian tidak optimal sehingga arus yang di hasilkan di bawah 5 ampere untuk satu hari. Apabila hujan deras arus yang di hasilkan oleh solar panel bisa mencapai 0,0, sehingga baterai tidak terisi, kondisi ini beberapa kali terjadi walaupun tidak sering.

2. Pengukuran tegangan baterai setelah pengisian baterai selesai, pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui tegangan setelah di lakukan pengisian selama 1 hari penuh. Pengukuran di lakukan saat beban sudah menyala. Pengukuran tegangan baterai setelah pemakaian beban, pengukuran di lakukan pada pagi hari setelah beban off.

Berdasarkan data didapatkan arus yang di serap oleh lampu terukur 0,9 Ampere, sehingga arus total yang di serap selama 11 Jam 30 menit adalah 10,35 Ampere. Inilah arus yang harus di kembalikan selama pengisian. Tegangan setelah pengisian baterai harian terukur seperti pada tabel 2, data yang di ditampilkan adalah data yang diambil setiap minggu dengan waktu yang sama yaitu tegangan pada saat jam 18.15 di mana lampu sudah on. Pengambilan data tegangan pada saat itu adalah untuk memastikan tegangan yang terukur adalah tegangan murnibaterai yang sudah tidak terpengaruh oleh tegangan pengisian baterai oleh solar panel. Kemudian data pengukuran tegangan setelah pemakaian di ukur pada jam 5.45 di mana solar panel sudah mempunyai tegangan dan arus walaupun masih kecil, sehingga masih belum mampu mengisi baterai. Tegangan terukur ini merupakan drop tegangan setelah pemakaian selama 11 Jam 30 Menit.

Dengan kondisi hujan pada beberapa minggu khususnya pada bulan November, drop tegangan cukup besar tetapi masih bisa kembali naik walaupun tidak bisa seperti pada kondisi awal. Selama 3 bulan sistem di jalankan belum pernah terjadi lampu mati, artinya sistem ini mampu

mensupply energi untuk lampu 10 watt dengan efektif. Efektifitas pengisian baterai 28 Ampere dengan solar panel 50 WP menggunakan metode PWM cukup efektif. Pengujian di lakukan ketika musim hujan berlangsung, sehingga sistem akan lebih efisien lagi apabila cuaca lebih baik. Tabel 2 memperlihatkan hasil pengukuran tegangan setelah selesai pengisian (charging) dilakukan jam 18.15 dan setelah penggunaan beban dilakukan jam 5.45. pengukuran dilakukan pada waktu tersebut supaya hasil pengukuran merupakan pengukuran tegangan murni baterai tanpa terpengaruh oleh tegangan luar.

Tabel 2. Pengukuran Tegangan Setelah Pengisian dan Pengukuran Tegangan setelah Pemakaian Beban. Pengukuran arus serap beban yang terukur adalah 0,9 Ampere

No	Tanggal	Tegangan Setelah Pengisian	Tegangan Setelah Pemakaian	Keterangan kondisi dalam seminggu
1.	3/09/2022	13,0	12,4	Cerah
2.	10/09/2022	12,9	12,3	Sering mendung
3.	17/09/2022	13,0	12,3	Cerah
4.	24/09/2022	12,8	12,2	Sering mendung
5.	1/10/2022	13,0	12,3	Cerah
6.	8/10/2022	13,1	12,5	Cerah
7.	15/10/2022	12,9	12,4	Mulai hujan
8.	22/10/2022	12,8	12,2	Sering hujan
9.	29/10/2022	12,9	12,3	Sering mendung
10.	5/11/2022	12,6	11,8	Sering hujan
11.	12/11/2022	12,8	12,2	Kadang hujan
12.	19/11/2022	12,7	11,9	Kadang hujan
13.	26/11/2022	12,9	12,1	Kadang hujan.

KESIMPULAN

Sistem PLTS sederhana yang terdiri dari solar panel 50 WP, baterai 12 Volt 28 Ampere, SCC PWM 10 Ampere dan beban lampu DC 10 Watt mampu bertahan selama 3 bulan dengan baik (tidak pernah padam) arus beban maksimal 10,35 Ampere dapat di penuhi dengan efektif. Drop tegangan saat pemakaian masih dapat di isi kembali dengan sistem ini, drop tegangan paling rendah yaitu 11,8 ampere, tegangan ini masih mampu untuk menghidupkan lampu DC 12 Volt. Pengisian optimal menghasilkan arus sampai dengan 13 Ampere setiap hari, kondisi ini dapat tercapai apabila cuaca cerah sepanjang hari, tetapi apabila terjadi mendung atau hujan, maka arus yang di dihasilkan akan menurun.

DAFTAR PUSTAKA

- Haryanto, T. (2021). Perancangan Energi Terbarukan Solar Panel Untuk Essential Load Dengan Sistem Switch. *Jurnal Teknik Mesin* Mercu Buana, 10(1), 41-50.
- Irfan Mahrubi, Jusuf Bintoro, Wisnu Djatmiko. 2018. Rancang Bangun Solar Charge Controller Menggunakan Synchronous Non-Inverting Buck-Boost Converter pada Panel Surya 50 Watt-Peak (WP) Berbasis Arduino Uno V3.0. *Jurnal Pendidikan Vokasional Teknik Elektronika* Vol I No.1.
- Johar, L. W. (2020). Desain Charger Control Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid Dengan Pengaturan Duty Cycle PWM. *Journal Of Electrical Power Control And Automation* (Jepca), 3(2), 49-52.
- Matalata, H., & Effendi, A. (2022). Unjuk Kerja Charge Controller metode PWM Menggunakan Arduino Uno. *Jurnal Teknologi*, 15(1), 1-8.
- Mustiadi, I., & Utari, E. L. (2022, August). Perbandingan Efektivitas Pengisian Baterai Menggunakan Metode PWM dan MPPT pada Modul Solar Panel 50 WP. In *Seminar Nasional Teknik Elektro, Informatika dan Sistem Informasi* (Vol. 1, No. 1).
- Muttaqin, I., Irhamni, G., & Agani, W. (2016). Analisa rancangan sel surya dengan kapasitas 50 watt untuk penerangan parkir Uniska. *Al Jazari: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 1(1).
- Rusman, R. (2017). Pengaruh Variasi Beban Terhadap Efisiensi Solar Cell Dengan Kapasitas 50 Wp. Turbo: *Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 4(2).

- Saiful Karim, Dwi Cahyanto, 2019. Analisa Penggunaan Solar Cell Pada Rumah Tinggal Untuk Keperluan Penerangan dan Beban Kecil. *Jurnal EEICT* Vol 2 No 1.
- Sardju, A. P., & Abbas, M. Y. H. (2021). Perancangan Charge Controller Untuk Pengisian Baterai Pada Sel Surya. *Journal of Science and Engineering*, 4(1), 47-52.
- Tampubolon, A. P., Adiatma, C. J., Tumiwa, F., & Giwangkara, J. (2019). *Laporan Status Energi Bersih Indonesia*. IESR [Online].
- Tanwir, T., & Muid, F. (2019). Penyerapan Energi Matahari Pada Solar Cell Dengan Menggunakan Sistem Tracking. *Jurnal Teknik Mesin*, 8(2), 13-25.