

perancangan *over voltage protection* (OVP) pada instalasi pengisian aki

Tiara Indah Lestari^{1*}, Agung Nugroho², Ayu Ningrum. P³

¹⁻³ Program Studi D3 Teknik Elektronika Industri Politeknik Baja Tegal

Email: tiaraindahh19@gmail.com*

Abstract. *Solar panels are devices consisting of solar cells that can convert sunlight into electrical energy. Installed solar panels are generally still static, causing the reception of sunlight to not be optimal. The greater the light intensity captured, the greater the electrical power produced by the solar panels. Therefore, a proper regulatory system is created, such as over voltage protection, to maintain circuit safety and ensure system performance remains optimal. This research is a type of descriptive qualitative research, with a scientific approach, and uses the R&D (Research and Development) method which includes: planning, data collection, data processing, design, manufacture and implementation. Based on the research results, it can be concluded that the design of over voltage protection (OVP) in battery charging installations is used as a circuit safety, and also as a safety when excessive voltage occurs which exceeds the maximum limit of 14V when charging batteries from solar panels. The over voltage protection (OVP) circuit will detect the incoming voltage produced by the solar panel, if the incoming voltage is normal then the green LED light on the circuit will light up, and if the incoming voltage exceeds the maximum voltage of 14V then the relay will automatically break the circuit and the red LED light on the circuit will light up.*

Keywords: *Battery (accu), Over Voltage Protection (OVP), Solar Panel.*

Abstrak. Panel surya adalah perangkat yang terdiri dari sel surya yang dapat mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Panel surya terpasang pada umumnya masih bersifat statis menyebabkan penerimaan cahaya matahari tidak maksimal. Semakin besar intensitas cahaya yang ditangkap semakin besar pula daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya. Oleh karena itu dibuat sistem pengaturan yang tepat seperti proteksi tegangan lebih (*over voltage protection*) untuk menjaga keamanan rangkaian dan memastikan kinerja sistem tetap optimal. Penelitian ini merupakan jenis penelitian kualitatif bersifat deskriptif, dengan pendekatan saintifik, dan menggunakan metode R&D (*Research and Development*) yang meliputi: rencana, pengumpulan data, pengolahan data, perancangan, pembuatan, dan implementasi. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa perancangan *over voltage protection* (OVP) pada instalasi pengisian aki digunakan sebagai pengaman rangkaian, dan juga pengaman ketika terjadi tegangan berlebih yang melebihi batas maksimal 14V pada saat pengisian baterai (aki) dari panel surya. Rangkaian *over voltage protection* (OVP) akan mendeteksi tegangan masuk yang dihasilkan panel surya, jika tegangan masuk normal maka lampu LED hijau pada rangkaian akan menyala, dan jika tegangan yang masuk melebihi tegangan maksimal 14V maka *relay* akan otomatis memutus rangkaian dan lampu LED merah pada rangkaian akan menyala.

Kata kunci: Baterai (aki), *Over Voltage Protection* (OVP), Panel Surya.

PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan utama, yang digunakan untuk instalasi perumahan maupun di industri. Beberapa contohnya yaitu untuk keperluan dalam penggunaan lampu, pendingin ruangan, serta untuk industri seperti motor listrik lainnya. Aktivitas masyarakat yang semakin meningkat juga

menjadi penyebab meningkatnya kebutuhan energi listrik, sehingga akan ada kemungkinan terjadinya kekurangan energi listrik, untuk itu sinar matahari yang ada setiap harinya bisa dimanfaatkan untuk mendapatkan sumber tenaga listrik.

Pemanfaatan cahaya matahari untuk mengembangkan energi listrik disebut dengan

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Penerapan PLTS untuk memanfaatkan cahaya matahari yang tersedia bisa dikatakan menjadi solusi yang tepat, karena Indonesia merupakan daerah tropis dimana akan menerima cahaya matahari yang akan terus bersinar secara maksimal sepanjang tahun.

Panel surya adalah komponen elektronika yang terdiri dari kumpulan sel yang dapat mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Panel surya mengandalkan efek *photovoltaic* untuk menyerap cahaya matahari yang dapat mengalirkan arus diantara tumpukan muatan yang berlawanan.

Panel surya terpasang pada umumnya masih sebagian besar bersifat statis menyebabkan penerimaan cahaya matahari tidak maksimal, namun perkembangan panel surya

semakin meningkat dengan adanya *solar tracking system* yang memungkinkan penangkapan intensitas cahaya matahari yang lebih efisien. Penyerapan cahaya matahari yang semakin

besar

bisa menyebabkan daya yang dihasilkan akan semakin besar juga, namun tanpa pengaturan yang tepat seperti proteksi tegangan lebih (*over voltage*

Over Voltage Protection (OVP)

Sistem proteksi adalah rangkaian yang digunakan untuk mendeteksi dan melindungi terhadap gangguan pada jaringan listrik.

protection), bisa terjadi tegangan berlebih yang berpotensi merusak sistem, termasuk mempengaruhi kinerja *solar*

tracking

dan memperpendek

usia

baterai (aki) yang digunakan. Proteksi tegangan lebih (*over voltage protection*) sangat penting dalam menjaga keamanan dan memastikan kinerja sistem tetap optimal, dengan sistem proteksi yang baik, maka dapat menciptakan kondisi operasional yang aman, memperpanjang umur baterai (aki) serta kinerja komponen panel surya.

LANDASAN TEORI

Pengertian Perancangan

Perancangan adalah proses penggambaran, perencanaan, dan pembuatan sketsa atau penataan beberapa elemen yang terpisah menjadi satu kesatuan yang utuh dan berfungsi.

Panel Surya

Panel surya merupakan komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan efek *photovoltaic*.

Solar Charge Controller (SCC)

Solar Charge Controller (SCC) adalah peralatan elektronik yang berfungsi untuk mengatur arus pengisian baterai (aki), kemudian

diambil dari baterai ke beban hanya dengan satu arah saja.

Baterai (aki)

Baterai merupakan sebuah alat yang bisa digunakan untuk mengubah energi kimia menjadi energi listrik yang dapat digunakan *Direct Current* (DC).

Resistor

Resistor adalah komponen elektronika yang berfungsi sebagai penghambat arus yang mengalir dalam rangkaian elektronika.

Dioda

Dioda adalah komponen aktif yang memiliki dua kutub dan umumnya bersifat semikonduktor, dioda memungkinkan arus listrik mengalir hanya ke satu arah.

Transistor

Transistor adalah sebuah komponen elektronika yang terbuat dari bahan semikonduktor yang berfungsi untuk penguat, rangkaian pemutus dan penyambung, dan stabilisasi tegangan.

Relay

Relay adalah komponen elektromekanikal yang berfungsi sebagai pengontrol arus listrik.

Light Emitting Diode (LED)

Light Emitting Diode (LED) adalah komponen elektronika jenis dioda yang berfungsi untuk memancarkan cahaya.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kualitatif bersifat deskriptif. Pendekatan yang digunakan adalah pendekatan penelitian saintifik. Dalam penelitian ini menggunakan metode *research and development* (R&D). Metode penelitian dan pengembangan digunakan untuk mengembangkan, menghasilkan produk penelitian yang valid dan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan melalui proses yang berulang-ulang.

Teknik pengolahan data

1. Reduksi data
2. Studi literatur
3. Pengolahan data dengan perangkat lunak

Perancangan

1. Persiapan komponen

Tabel 1.

Kebutuhan komponen

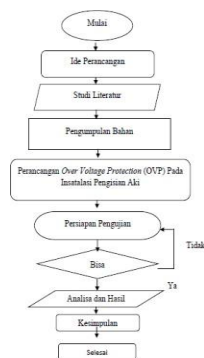
No	Komponen	Jumlah	Spesifikasi
1	Panel surya	1	20WP Polycrystalline
2	Solar Charge Controller (SCC)	1	10A
3	Baterai (Aki)	1	12V/8AH
4	Resistor	3	1. 1x 1k resistor 2. 3x 220 ohm
5	Transistor	2	1. C828 2. Bd139
6	Relay	1	12V
7	Dioda	1	1N4007
8	Potensiometer	1	10K
9	Light Emitting Diode (LED)	2	LED 5mm red LED 5mm green

pembuatan rangkaian *Over Voltage Protection* (OVP) yang akan digunakan untuk pengisian baterai (aki) dari tegangan yang dihasilkan oleh panel surya.

2. Persiapan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan dalam proses perancangan rangkaian *Over Voltage Protection* (OVP) yaitu menggunakan aplikasi *circuit wizard*. *Circuit wizard* adalah aplikasi yang digunakan untuk membuat dan mensimulasikan rangkaian elektronika.

3. Flowchart



Gambar 1.

Flowchart alur penelitian rangkaian OVP

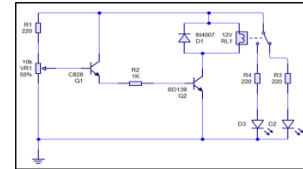
Tahapan yang dilakukan (gambar 1) dalam alur penelitian rangkaian *Over Voltage Protection* (OVP) meliputi tahap perancangan, studi literatur, pengumpulan bahan, perancangan *Over Voltage Protection* (OVP), persiapan pengujian, analisa hasil, dan kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rangkaian *Over Voltage Protection* pada Baterai (aki)

Rangkaian *Over Voltage Protection* (OVP) dibuat untuk

mengamankan rangkaian instalasi pada pengisian baterai (aki) dari tegangan berlebih yang dihasilkan panel surya.



Gambar 2.

Rangkaian *Over Voltage Protection*

Gambar 2 merupakan gambar rangkaian *Over Voltage Protection* (OVP) yang berfungsi untuk mengamankan apabila terjadi tegangan yang melebihi batas yang telah ditetapkan.



Gambar 3.

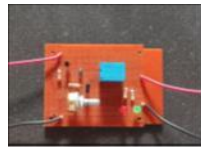
Rangkaian *Over Voltage Protection* pada Baterai (aki)

Gambar 3 merupakan gambar rangkaian *Over Voltage Protection* pada baterai (aki) yang digunakan sebagai pengaman rangkaian *Solar Charge Controller* (SCC) dan baterai (aki) dari tegangan berlebih (*over voltage*) yang dihasilkan oleh panel surya, sehingga dapat memperpanjang usia baterai (aki).

Rangkaian *Over Voltage Protection* (OVP)

Rangkaian *Over Voltage Protection* (OVP) terdapat beberapa komponen elektronika termasuk

potensiometer yang digunakan untuk mengatur tegangan maksimal yang dihasilkan oleh panel surya untuk disalurkan ke pengisian baterai (aki) dan relay yang digunakan sebagai pemutus rangkaian apabila terjadi tegangan lebih yang dihasilkan oleh panel surya.



Gambar 4.
Rangkaian *Over Voltage Protection* (OVP)

Gambar 4 merupakan sebuah rangkaian *Over Voltage Protection* (OVP) menggunakan relay yang dibuat untuk mengamankan rangkaian pada saat terjadi tegangan berlebih (*over voltage*)

Proses Panel Surya Pada Saat Dihubungkan Ke *Over Voltage Protection* (OVP)

Proses penyerapan panas pada panel surya dilakukan melalui beberapa tahapan. Tahap yang pertama dilakukan adalah menyiapkan panel surya 20WP. Pemilihan panel surya dengan daya 20WP dilakukan dengan pertimbangan bahwa daya tersebut merupakan daya yang paling rendah, sehingga bisa untuk proses pengisian baterai yang memiliki tegangan rendah. Langkah berikutnya yaitu menyiapkan rangkaian *Over Voltage Protection* (OVP) yang terdiri dari resistor, potensiometer, relay,

transistor, dan lampu LED. Sebagai tahapan terakhir yaitu dengan menghubungkan *output* tegangan positif dan negatif pada panel surya ke *input* rangkaian *Over Voltage Protection* (OVP).

Panel surya ketika dihubungkan dengan rangkaian *Over Voltage Protection* (OVP) maka OVP akan mendeteksi tegangan masuk yang dihasilkan panel surya. Tegangan masuk yang dihasilkan panel surya adalah tegangan normal akan menyebabkan lampu LED hijau menyala, dan ketika tegangan yang masuk adalah tegangan lebih maka lampu LED merah akan menyala.

Proses Pengisian Baterai Pada Saat Rangkaian *Over Voltage Protection* (OVP) Dihubungkan Ke *Solar Charge Controller* (SCC)

Proses pengisian pada baterai dilakukan melalui beberapa tahapan. Tahapan yang pertama dilakukan adalah menyiapkan *Solar Charge Controller* (SCC) 10A. Pemilihan *Solar Charge Controller* (SCC) 10A dilakukan dengan pertimbangan untuk menyesuaikan tegangan baterai yang dipakai. Langkah berikutnya yaitu menyiapkan rangkaian *Over Voltage Protection* (OVP) yang telah terhubung dengan panel surya. Sebagai tahapan terakhir yaitu dengan menghubungkan sumber *input* tegangan positif dan negatif pada *input* terminal pertama *Solar Charge Controller* (SCC) ke *output* rangkaian *Over Voltage Protection* (OVP).

Proses pengisian baterai dimulai dari proses penyerapan cahaya matahari yang dilakukan oleh panel surya yang melalui rangkaian *Over Voltage Protection* (OVP) dan *Solar Charge Controller* (SCC). Rangkaian *Over Voltage Protection* (OVP) digunakan untuk mengatur tegangan maksimal yang dihasilkan oleh panel surya, sedangkan *Solar Charge Controller* (SCC) digunakan untuk membaca tegangan masuk yang dihasilkan oleh panel surya.

Rangkaian *Over Voltage Protection* (OVP) ketika dihubungkan dengan *Solar Charge Controller* (SCC), maka *Solar Charge Controller* (SCC) akan membaca tegangan masuk yang dihasilkan oleh panel surya. Tegangan masuk yang dihasilkan oleh panel surya adalah tegangan normal maka rangkaian akan tetap berjalan untuk pengisian baterai (aki), sedangkan jika tegangan yang masuk adalah tegangan lebih maka *relay* akan memutus rangkaian secara otomatis, dan menghentikan proses pengisian baterai (aki).

Pembahasan



Gambar 5.

Pengecekan Rangkaian
Menggunakan *Power Supply*

Gambar 5 rangkaian *Over Voltage Protection* (OVP) dihubungkan dengan menggunakan *power supply* untuk mengecek fungsi rangkaian tersebut. Potensiometer yang ada dalam rangkaian *Over Voltage Protection* (OVP) diatur dengan tegangan maksimal 14V, jika tegangan yang masuk kurang dari 14V maka akan menyebabkan lampu LED hijau menyala, dan ketika tegangan yang masuk melebihi tegangan 14V maka *relay* akan memutus rangkaian dan lampu LED merah akan menyala.



Gambar 6.

Power Supply

Gambar 6 adalah gambar *power supply* yang menunjukkan jarum berada pada garis tegangan yang bernilai 13V, yang artinya bahwa tegangan yang masuk masih dibawah tegangan maksimal 14V dan dikatakan bahwa tegangan yang masuk adalah tegangan normal, jika tegangan normal maka lampu LED hijau akan menyala, dan *relay* pada rangkaian akan tetap berjalan.

Tabel 2.
Kategori Tegangan Masuk

Tegangan	Kategori	Lampu
5V	Normal	Hijau
6V	Normal	Hijau
7V	Normal	Hijau
8V	Normal	Hijau
9V	Normal	Hijau
10V	Normal	Hijau
11V	Normal	Hijau
12V	Normal	Hijau
13V	Normal	Hijau
14V	Tegangan Lebih	Merah
15V	Tegangan Lebih	Merah

Tabel 2 menunjukkan bahwa tegangan 5V-13V adalah tegangan normal, yang artinya bahwa tegangan tersebut masih dibawah tegangan maksimal 14V, dan untuk tegangan normal maka lampu LED hijau yang akan menyala. Tegangan 14V adalah tegangan maksimal pada saat potensiometer diatur, maka pada saat tegangan 14V *relay* akan memutus rangkaian dan lampu LED merah akan menyala. Tegangan 15V adalah tegangan yang melebihi batas tegangan maksimal 14V, maka *relay* juga akan memutus rangkaian dan lampu LED merah akan menyala.



Gambar 7.

Rangkaian *Over Voltage Protection* (OVP) dengan LED hijau

Gambar 7 lampu LED hijau menyala, yang artinya bahwa tegangan yang masuk masih dibawah tegangan maksimal 14V, dan dikatakan bahwa tegangan yang masuk adalah tegangan normal.



Gambar 8.

Rangkaian *Over Voltage Protection* (OVP) dengan LED Merah

Gambar 8 lampu LED merah menyala, yang artinya bahwa tegangan yang masuk melebihi batas tegangan maksimal 14V, dan *relay* akan memutus rangkaian.

Pengujian



Gambar 9.

Proses Penyerapan Cahaya Matahari Untuk Pengisian Aki

Gambar 9 adalah proses penyerapan cahaya matahari yang dilakukan oleh panel surya untuk pengisian baterai (aki) melalui rangkaian *Over Voltage Protection* (OVP) dan *Solar Charge Controller* (SCC). Potensiometer yang terdapat pada rangkaian OVP disetting sampai mencapai tegangan maksimal 13,4V dan lampu indikator LED merah akan menyala, rangkaian *Over Voltage Protection* (OVP) digunakan untuk membatasi tegangan masuk yang dihasilkan panel surya.



Gambar 10 .

Baterai yang Terhubung ke SCC

Gambar 10 merupakan gambar baterai (aki) yang terhubung dengan *Solar Charge Controller* (SCC). *Solar Charge Controller* (SCC) akan membaca tegangan yang ada pada baterai tersebut, terlihat di gambar SCC menampilkan tegangan 8,8V yang artinya baterai memiliki tegangan sebesar 8,8V.

Tabel 3.

Pengisian Tegangan Baterai

Waktu	Tegangan awal	Tegangan Akhir	Hasil
Awal pemasangan baterai ke SCC	8,8 V	-	-
2 menit	8,8V	12,6V	3,8V
4 menit	12,6V	12,9V	0,3V
6 menit	12,9V	13,2V	0,3V

Tabel 3 menunjukan proses pengisian baterai (aki) yang dihasilkan oleh panel surya, baterai awal ketika dihubungkan ke SCC memiliki tegangan sebesar 8,8V kemudian ketika dihubungkan ke panel surya pada menit ke-2 tegangan yang masuk untuk pengisian baterai (aki) sebesar 3,8V selanjutnya di menit ke-4 dan ke-6 tegangan yang masuk untuk pengisian baterai (aki) sebesar 0,3V, artinya semakin lama waktu pengisian maka akan semakin lambat tegangan yang masuk pada baterai (aki). Dari hasil tabel menunjukkan pengisian baterai awal mengalami kenaikan tegangan yang signifikan, setelah dilakukan pengisian selama 4 menit sampai dengan 6 menit tegangan yang masuk sebesar 0,3V.



Gambar 11.

Tegangan Baterai di Menit ke-2

Gambar 11 menunjukkan tegangan baterai pada menit ke-2 yang telah terhubung dengan panel surya untuk melakukan proses pengisian baterai (aki) sebesar 12,6V.



Gambar 12.

Tegangan Baterai di Menit ke-4

Gambar 12 menunjukkan tegangan baterai pada menit ke-4 yang telah terhubung dengan panel surya untuk melakukan proses pengisian baterai (aki) sebesar 12,9V.



Gambar 13 .

Tegangan Baterai di Menit ke-6

Gambar 13 menunjukkan tegangan baterai pada menit ke-6 yang telah terhubung dengan panel surya untuk melakukan proses pengisian baterai (aki) sebesar 13,2V.

KESIMPULAN

1. Perancangan *Over Voltage Protection* (OVP) pada instalasi pengisian baterai (aki) digunakan

sebagai pengaman rangkaian, pengaman *Solar Charge Controller* (SCC), dan pengaman baterai (aki) ketika terjadi tegangan berlebih pada saat pengisian baterai (aki) yang dihasilkan dari panel surya. Rangkaian *Over Voltage Protection* (OVP) terdapat komponen potensiometer yang digunakan untuk mengatur tegangan maksimal yang dihasilkan dari panel surya, dan terdapat komponen *relay* yang berfungsi untuk memutus rangkaian secara otomatis ketika terjadi tegangan lebih yang dihasilkan oleh panel surya.

2. Rangkaian *Over Voltage Protection* (OVP) ketika dihubungkan dengan panel surya maka akan mendeteksi tegangan masuk yang dihasilkan oleh panel surya, jika tegangan yang masuk adalah tegangan normal maka lampu LED hijau akan menyala, sedangkan jika tegangan yang masuk adalah tegangan lebih maka lampu LED merah akan menyala.

3. *Solar Charge Controller* (SCC) ketika dihubungkan dengan rangkain *Over Voltage Protection* (OVP) maka akan membaca tegangan masuk yang dihasilkan oleh panel surya, jika tegangan yang masuk adalah tegangan normal maka rangkaian akan tetap berjalan untuk pengisian baterai (aki), sedangkan jika tegangan yang masuk adalah tegangan lebih maka *relay* pada rangkaian OVP akan memutus rangkaian secara otomatis dan menghentikan proses pengisian

baterai (aki). Hasil uji coba berhasil, dibuktikan dengan adanya pengisian pada baterai yang awalnya memiliki tegangan sebesar 8,8V menjadi tegangan yang bernilai 13,2V.

DAFTAR PUSTAKA

- Bagas Widodo. (2021). "*Peningkatan Energi Listrik Serta Daya Keluaran pada Panel Surya*".
- Bakhtiar, Tadjuddin. (2020). "*Pemilihan Solar Charge Controller (SCC) Pembangkit Listrik Tenaga Surya*". Prosiding 4th Seminar Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, 163-173.
- Bayu Anugerah Putra, Emir Ridwan, Hasvienda Mohammad Ridlwan. (2021). "*Prototype Sistem Proteksi Arus Beban Lebih pada Panel Surya*". Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta, 254-259.
- Ira Kala. (2021). "*Perancangan Lampu LED Beserta Analisis Konsumsi Daya Dari*".
- Kholik Hidayatulloh, M. Komarudin MZ, Asih Susanti. (2020). "*Perancangan Aplikasi Pengolahan Data Dana Sehat Pada Rumah Sakit Umum Muhammadiyah Metro*". Jurnal Mahasiswa Ilmu Komputer, 1 (1), 18-22.
- Kukuh Widarsono, Moh. Jauhari, Anggika Lutfi Dzuhuri. (2019). "*Relay Protection Of Over Voltage, Under Voltage And Unbalance Voltage Magnitude Based On Visual Basic Using Arduino Mega*". Seminar Master, 39-47.
- Muhammad Khair, Maya Mirna, Isminarti, Fauziah. (2020).

- “Rancang Bangun Media Pembelajaran Praktikum Piranti Elektronika Untuk Memahami Karakteristik Dioda”. *Mechatronics Journal in professional and Entrepreneur*, 2 (1), 17-20.
- Muhammad Zaky Dzulkarnaen. (2021). “*Pra Perancangan Battery Sekunder Skala Pilot 30kg/batch*”. Tangerang: Teknik Kimia, Institut Teknologi Indonesia.
- Rahmat Dinur, Saut Matedius Situmorang. (2021). “*Aplikasi Multiplexer Demultiplexer Dalam Pengendalian Beban Listrik*”. *Jurnal Teknologi Komputer dan Sistem Informasi*, 1 (1), 27-33.
- Ridwan, Wahyu Ramadhan, Ade Kurniawan, Widya Lestari, David Setiawan. (2021). “*Pemanfaatan Sinar Matahari Sebagai Energi Alternatif Untuk Kebutuhan Energi Listrik*”. *Seminar Nasional Karya Ilmiah Multidisiplin*, 1 (1), 168-176.
- Sahrul, Purwoharjono, Rudy Gianto. (2023). “*Peramalan Kebutuhan Energi Listrik Menggunakan Metode Gabungan*”. *Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi*, 11 (3), 412-418.
- Slamet Purwo Santosa, R. Mas Wahyu Nugroho. (2021). “*Rancang Bangun Alat Pintu Geser Otomatis Menggunakan Motor DC 24V*”. *Jurnal Ilmiah Elektrokrisna*, 9 (1), 38-45.
- Sonya Widyawati Putri, Gaguk Marausna, Erwan Eko Prasetyo. (2022). “*Analisis Pengaruh Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Daya Keluaran Pada Panel Surya*”. *Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 8 (1), 29-37.
- Wilfrido Kurama, Benyamin Tampang, Rudy Sanger. (2021). “*Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Masalah Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Elektronika Dasar*”. *Jurnal Edunitro Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 1 (1), 7-13.