

Prototype Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (PJU-TS) Sistem Dinamis

Bagus Arbi Pradana

SMK Taman Siswa 2, Madiun

bagusarbi21@gmail.com

Abstract. Pemasangan panel surya pada Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (PJUTS) yang statis menyebabkan kurang maksimalnya kinerja dari hal tersebut. Secara fakta sinar matahari bergerak dari timur ke barat. Berdasarkan arah gerak tersebut maka diperlukannya PJUTS yang dapat mengikuti arah gerak dari matahari untuk memaksimalkan setiap komponen elektronika yang terpasang. Dengan masalah tersebut perlu dibuatnya PJUTS dalam bentuk dinamis. Tujuan dari penelitian ini untuk membuat rancang bangun miniature Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya dinamis. Metode penelitian yang digunakan adalah adaptasi metode *Research and Development* (RnD) Sugiyono yang terdiri dari enam langkah. Detail dari langkah tersebut adalah sebagai berikut (1) analisis potensi dan masalah, (2) pengumpulan data, (3) desain produk, (4) revisi desain, (5) uji coba produk, (6) analisis data dan laporan. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi dan pengukuran. Hasil pengukuran pada hari 1, 2, dan 3 menunjukkan bahwa PJUTS dapat mengikuti gerak sinar matahari dan memberikan efisiensi yang besar. Efisiensi yang dimaksud berdasarkan pada tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan. Kesimpulan yang didapatkan adalah prototype PJUTS dinamis ini layak digunakan dan membutuhkan penyempurnaan agar dapat diterapkan pada skala yang lebih besar.

Kata Kunci : Rancang Bangun, Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya, Dinamis

1. Pendahuluan

Krisis energi dapat melanda seluruh belahan dunia, baik negara maju maupun negara berkembang. Tingginya konsumsi energi ditambah dengan sumber daya yang semakin berkurang menyumbang pengaruh besar dalam krisis energi di dunia. Dengan terbatasnya sumber energi tersebut maka perlunya mencari sumber energi lain atau energi alternatif untuk mengatasi masalah tersebut. Sebuah solusi untuk menanggulangi hal tersebut adalah pemanfaatan energi sinar matahari (Lubis et al., 2022; Suhada, 2001).

Salah satu pemanfaatan energi sinar matahari adalah Penerangan Jalan Umum (Damayanti et al., 2021). Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya merupakan salah satu bentuk pemanfaatan energi sinar matahari yang diubah menjadi energi listrik yang bertujuan untuk menerangi jalan (Hayati, 2021; Tharo et al., 2019; Yasa & Sarief, 2021). Dalam pemasangan letak panel surya selalu pada posisi diam yang dinilai kurang memaksimalkan kinerja panel surya tersebut. Secara fakta letak matahari selalu berubah-ubah yang bergerak dari timur ke barat (Nurdiansyah et al., 2020; Padil, 2013).

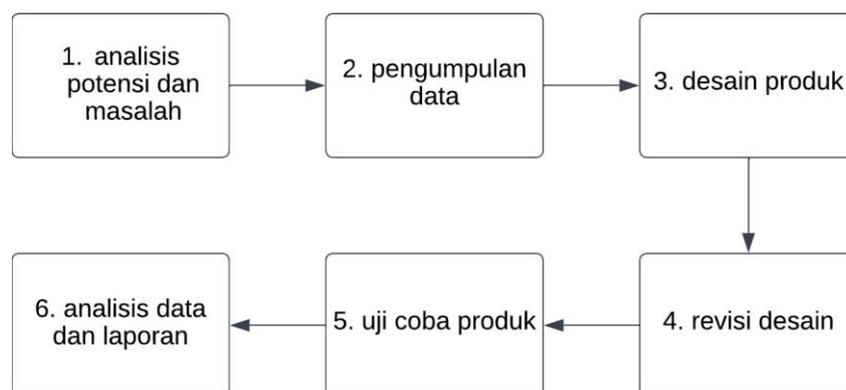
Terkait hal ini terdapat beberapa penelitian yang bertujuan untuk mengatasi masalah tersebut. Dalam beberapa penelitian terdahulu tracking solar system adalah solusi yang dianggap benar (Fauzi et al., n.d.; Hikmawan & Suprayitno, 2018; Wardani & Ismayati, 2019). Tracking Solar System merupakan sistem yang berfungsi untuk menggerakkan panel surya agar sesuai dengan arah matahari (Myori et al., 2019). Kinerja dari sensor cahaya adalah

dengan membaca intensitas cahaya matahari (Hikmawan & Suprayitno, 2018). Dengan menggunakan sensor cahaya sebagai acuan dalam pergerakan panel surya membuat sensor cahaya kurang optimal dalam penggunaannya. Kurang optimalnya sensor tersebut dikarenakan cuaca yang berubah-ubah seperti hujan, mendung, berawan dan cerah (Haryanto, 2021).

Berdasarkan permasalahan tersebut peneliti mengusulkan untuk membuat rancang bangun miniatur Penerangan Jalan Umum Dinamis. Yang dimaksud dinamis dalam hal ini merupakan bentuk panel surya yang dapat bergerak sesuai arah matahari (Rahayu & Wildian, 2017; Suhendra & Priyambodo, 2017). Penerangan Jalan Umum Dinamis menggunakan sensor arus sebagai acuan untuk mengoptimalkan setiap kinerja alat yang terpasang. Dengan sensor arus yang terpasang pada panel surya membuat peneliti lebih mudah untuk mengetahui besar arus dan tegangan yang dikeluarkan panel surya sekaligus berguna untuk acuan kapan Bergeraknya panel surya agar tetap sesuai arah matahari.

2. Metode Penelitian

Metodologi pada penelitian ini menerapkan metode pengembangan yang berfokus mengembangkan rancang bangun minatur penerangan jalan umum tenaga surya dinamis. Menurut Sugiyono (2015:297) metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut (Purnama, 2016). Terdapat 10 langkah utama dalam penggunaan metode “Research and Development” yaitu (1) analisis potensi dan masalah, (2) pengumpulan data, (3) desain produk, (4) validasi desain, (5) revisi desain, (6) uji coba produk, (7) revisi produk, (8) uji coba pemakaian, (9) revisi produk, (10) produksi masal. Dimana tidak harus semua langkah tersebut pada metode ini digunakan. Untuk menyederhanakan penelitian, langkah yang ditempuh peneliti meliputi (1) analisis potensi dan masalah, (2) pengumpulan data, (3) desain produk, (4) revisi desain, (5) uji coba produk, (6) analisis data dan laporan. Alur secara sederhana diilustrasikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Metode Pengembangan yang Disederhanakan

Sumber data pada penelitian ini adalah data primer. Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung dari sumber data (Pramiyati et al., 2017). Data berasal dari sumber pertama yaitu data dari luaran sensor arus pada PJUTS dinamis. Data kedua berasal dari jumlah validasi dari desain ahli. Prosedur pengumpulan data penelitian menggunakan teknik observasi. Teknik observasi adalah teknik yang melakukan pengamatan secara langsung pada sumber data guna memperoleh data penelitian.

Untuk data kedua menggunakan angket validasi yang akah diisi sesuai dengan pendapat desain ahli. Teknik Analisis data adalah salah satu tahapan terpenting dalam penelitian. Data yang telah terkumpul harus dianalisis untuk mengetahui hasil atau kesimpulan akhir dari penelitian (Rachman et al., 2021). Beberapa tahapan dalam menganalisis data pada penelitian ini meliputi : Pengujian sensor arus INA219 dengan tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui tingkat kesalahan membaca data dari sensor arus itu sendiri (Hot et al., n.d., n.d.; Mungkin et al., 2020). Dengan membandingkan hasil baca luaran panel surya dengan persamaan hukum ohm (1) (Ratna Mustika Yasi & Charis Fathul Hadi, 2021) :

$$V = I \times R \quad (1)$$

Dimana :

V : Tegangan (Volt)

I : Arus (Ampere)

R : Hambatan (Ohm)

Hasil banding dari hasil baca sensor dan hukum ohm diolah kembali untuk mengetahui besar prosentase kesalahan dengan persamaan (2) :

$$Error = \frac{N \text{ Hitung} - N \text{ Terbaca}}{N \text{ Hitung}} \times 100\% \quad (2)$$

Dimana :

Error : Besar kesalahan pada alat

N.Hitung : Nilai hitung yang sebenarnya

N.Terbaca : Nilai yang terbaca oleh sensor

3. Hasil dan Pembahasan

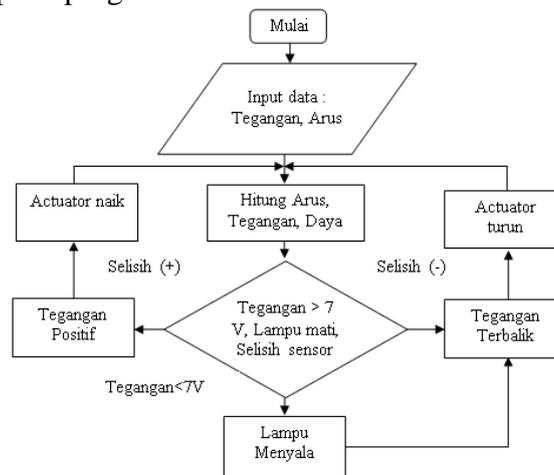
Dari pengembangan rancang bangun miniatur penerangan jalan umum dinamis ini memperoleh hasil berupa prototipe rancang bangun alat yang telah berhasil dikembangkan terdiri dari : accu, solar charger controler, sensor INA219, arduino nano, lcd, bts7960, actuator linier, relay, led, panel surya yang digunakan merupakan jenis panel surya polycrystalline 20WP dengan bahan pembuat kaca dengan jenis transmisi listrik tinggi, kadar besi rendah, terdapat kaca pelindung dan frame perpaduan aluminium. Hasil akhir ditunjukkan pada Gambar 2.

PJUTS ini dapat bergerak 30° kearah kiri dan 30° kearah kanan berasal dari titik awal pada desain tersebut. Pergerakan tersebut dikarenakan pada saat aktuator linier pada posisi paling pendek yaitu 20 cm membuat panel surya berada pada posisi 30° kearah kiri, pada saat aktuator linier di posisi paling panjang yaitu 40 cm membuat panel surya berada pada posisi 30° kearah kanan dan pada saat aktuator linier pada posisi 30 cm maka panel surya berada tepat menghadap ke atas.



Gambar 2. PJUTS Dinamis

Menggunakan kerangka besi hollow membuat rancang bangun ringan sekaligus kokoh sehingga tidak akan goyah jika terkena angin. Dikarenakan dalam bentuk miniatur, membuat tinggi rancang bangun hanya 130 cm agar mudah di pindah-pindah. Alur kerja PJUTS Dinamis dimulai dari adanya data acuan pada program mikrokontroler. Titik acuan berupa besar tegangan dan arus minimum pada saat sensor membaca. Pada saat rancang bangun bekerja sensor akan membaca besar tegangan dan arus yang kemudian diolah agar sesuai dengan titik acuan awal pada program.



Gambar 3. Alur Kerja PJUTS Dinamis

Bila tegangan lebih dari 7 volt terbaca oleh sensor, maka lampu LED akan mati dan controller menghitung selisih nilai antara sensor INA219 pada Panel Surya 1 dan Panel Surya 2. Jika selisih bernilai positif maka controller akan menggerakkan motor dari actuator linier untuk naik. Jika selisih bernilai negatif maka controller akan menggerakkan motor dari actuator linier untuk turun.

Sedangkan bila mendeteksi bahwa tegangan kurang dari 7 volt, maka controller akan menyalakan lampu LED dan menggerakkan motor dari actuator linier untuk turun agar sesuai posisi semula. Setelah hal tersebut sensor akan terus bekerja kembali untuk mengitung nilai arus, tegangan dan daya seperti awal alur kerja. Pengujian sensor arus INA219 dengan tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui tingkat kesalahan membaca data dari sensor arus

itu sendiri. Alur kerja diilustrasikan pada Gambar 3 sedangkan hasil pengukuran yang diperoleh dipaparkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kalibrasi Sensor

Hambatan (Ω)	Tegangan (V)	Tegangan Terbaca (V)	Arus (mA)	Arus Terbaca (mA)	% Error
100	12	12	120	119,97	0,025
330	12	12	36,36	35,31	0,029
470	12	12	25,53	26,22	0,027
680	12	12	17,65	17,17	0,027

Dapat diketahui bahwa besar prosentase kesalahan membaca pada sensor arus INA219 mencapai 0,029%. Karena nilai kesalahan ada dibawah satu persen maka dapat disimpulkan bahwa kesalahan membaca sensor arus adalah kecil. Data dinamis diperoleh dari PJUTS dimana letak panel surya berubah-ubah sesuai dengan letak matahari berada atau bersifat dinamis. Pengujian untuk data dinamis dilaksanakan selama tiga hari berturut-turut guna untuk mengetahui berapa besar maksimal dan minimal daya yang dihasilkan panel surya.

Dari data pada tabel 2, diperoleh hasil daya maksimal mencapai 9,889 Watt pada hari pertama pukul 10.00 WIB dan daya minimal yang dihasilkan mencapai 2,214 Watt pada hari ke dua pada pukul 12.00 WIB dikarenakan cuaca berawan. Setelah pukul 12.00 WIB stabil pada rata-rata daya sebesar 5 Watt dikarenakan masih berusaha menyesuaikan sudut agar panel surya dapat menerima cahaya matahari. Pada hari pertama panel surya yang posisi awal pada 30° sebelah kiri atau menghadap ke timur dari pukul 08.00 sampai 13.00 WIB dikarenakan cuaca yang berawan dan mulai bergerak mengikuti arah matahari hingga 10° sebelah kanan atau menghadap arah barat pada pukul 15.00 WIB.

Pada hari ke dua panel surya yang posisi awal pada 30° sebelah kiri atau menghadap ke timur dari pukul 08.00 sampai 12.00 WIB. Setelah pukul 12.00 WIB panel surya mulai bergerak perlahan membentuk sudut 15° sebelum berhenti kembali dikarenakan perubahan cuaca dan bergerak kembali setelah pukul 13.00 WIB hingga hingga 10° sebelah kanan atau menghadap arah barat pada pukul 15.00 WIB. Pada hari ketiga karena cuaca cerah membuat data yang diperoleh lebih banyak perubahan yang terjadi, pada pukul 13.00 WIB panel surya mencapai sudut 10° sebelah kiri dan bergerak seperti hari sebelumnya sampai 10° sebelah kanan atau menghadap arah barat pada pukul 15.00 WIB. Data secara lengkap disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data PJUTS Dinamis

Keterangan	PJUTS Dinamis									
	Panel Surya 1			Panel Surya 1			Rata-Rata	Sudut Derajat	Cuaca	
Hari	Waktu	Tegangan (V)	Arus (mA)	Daya (VA)	Tegangan (V)	Arus (mA)				Daya (VA)
1	08.00	13	384	5	13	243	3,17	4,085	30 kiri	Mendung
	09.00	14	775	10,85	14	489	6,86	8,855	30 kiri	Cerah
	10.00	14	874	12,24	14	538	7,54	9,89	30 kiri	Cerah

Keterangan	PJUTS Dinamis										
	Hari	Waktu	Panel Surya 1			Panel Surya 1			Rata-Rata	Sudut Derajat	Cuaca
Tegangan (V)			Arus (mA)	Daya (VA)	Tegangan (V)	Arus (mA)	Daya (VA)				
2	11.00	14	708	9,92	14	567	7,95	8,935	30 kiri	Berawan	
	12.00	14	253	3,53	14	189	2,66	3,095	30 kiri	Berawan	
	13.00	13	218	2,84	13	186	2,42	2,63	30 kiri	Berawan	
	14.00	14	419	5,87	14	398	5,58	5,725	5 kanan	Cerah	
	15.00	15	429	6,45	15	445	6,68	6,565	10 kanan	Cerah	
	08.00	15	713	10,71	15	459	6,86	8,785	30 kiri	Cerah	
	09.00	16	704	11,28	16	439	7,02	9,15	30 kiri	Cerah	
	10.00	15	624	9,36	15	470	7,05	8,205	30 kiri	Cerah	
	11.00	15	484	7,27	15	440	6,61	6,94	30 kiri	Cerah	
	12.00	15	459	6,89	15	428	6,12	6,505	30 kiri	Cerah	
	13.00	14	156	2,2	14	148	2,05	2,125	30 kiri	Cerah	
	14.00	15	368	5,51	15	423	6,36	5,935	5 kanan	Berawan	
	15.00	15	332	4,98	15	370	5,56	5,27	10 kanan	Cerah	
	3	08.00	15	486	7,3	15	356	5,34	6,32	30 kiri	Cerah
	09.00	16	741	11,86	16	418	6,69	9,275	30 kiri	Cerah	
10.00	16	707	11,32	16	422	6,75	9,035	30 kiri	Cerah		
11.00	16	634	10,2	16	428	6,84	8,52	30 kiri	Cerah		
12.00	16	400	6,4	16	380	6,08	6,24	30 kiri	Cerah		
13.00	16	340	5,44	16	368	5,89	5,665	10 Kiri	Cerah		
14.00	16	317	4,71	16	335	5,68	5,195	5 kanan	Cerah		
15.00	16	320	5,13	16	357	5,72	5,425	10 kanan	Cerah		

Faktor yang mempengaruhi luaran panel surya antara lain toleransi keluaran produsen, efek kotoran pada panel surya, penurunan suhu, kemiringan dan orientasi atap, efisiensi inverter, efisiensi inverter baterai, kehilangan kabel DC, dan kehilangan kabel AC (Kanugrahan & Sujarwanto, 2022, 2020). Posisi panel surya sangat berpengaruh pada luaran panel surya (Shalih & Suratno, 2019). Penelitian menunjukkan panel yang dilengkapi dengan sistem pelacakan arah sinar matahari memberikan hasil yang lebih optimal (Ramli & Hasanuddin, 2022).

Efisiensi yang dihasilkan oleh panel juga lebih besar jika panel dibuat dinamis (Hasrul, 2021; Wicaksono et al., 2021). Berdasarkan data pada Tabel 2, faktor cuaca sangat berpengaruh terhadap perubahan luaran panel surya. Jika cuaca berawan panel surya tidak maksimal dalam menerima sinar matahari yang berbeda pada saat panel surya pada cuaca cerah yang dapat bekerja secara maksimal.

4. Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa rancang bangun PJUTS Dinamis dapat memberikan efisiensi yang cukup besar dikarenakan dapat mengikuti arah gerak sinar matahari. Efisiensi yang dimaksud dilihat dari tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan. Prototype PJUTS dinamis dapat digunakan secara luas namun membutuhkan penyempurnaan.

Daftar Pustaka

- Damayanti, T. N., Safitri, I., & Maulida, R. G. (2021). Pemanfaatan Energi Terbarukan Untuk Penerangan Jalan Umum Kampung Padamukti Pangalengan Kabupaten Bandung. *Jurnal Abdimas BSI: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(2), 257–269. <https://doi.org/10.31294/jabdimas.v4i2.9720>
- Fauzi, K. W., Arfianto, T., & Taryana, N. (n.d.). Perancangan dan Realisasi Solar Tracking System untuk Peningkatan Efisiensi Panel Surya Menggunakan Arduino Uno. *TELKA: Jurnal Telekomunikasi, Elektronika, Komputasi, dan Kontrol*, 4(1), 64–75.
- Haryanto, T. (2021). Perancangan Energi Terbarukan Solar Panel Untuk Essential Load Dengan Sistem Switch. *Jurnal Teknik Mesin*, 10(1), 43. <https://doi.org/10.22441/jtm.v10i1.4779>
- Hasrul, R. (2021). *Analisis Efisiensi Panel Surya Sebagai Energi Alternatif*. 5(2).
- Hayati, N.-. (2021). Aplikasi Tenaga Surya sebagai Sumber Energi Alternatif. *ABDIMASKU : JURNAL PENGABDIAN MASYARAKAT*, 4(1), 43–48. <https://doi.org/10.33633/ja.v4i1.159>
- Hikmawan, S. R., & Suprayitno, E. A. (2018). Rancang Bangun Lampu Penerangan Jalan Umum (PJU) Menggunakan Solar Panel Berbasis Android (Aplikasi Di Jalan Parkiran Kampus 2 UMSIDA). *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, 3(1), 9–17. <https://doi.org/10.21831/elinvo.v3i1.15343>
- Hot, A. Y. S., Darjat, & Darjat. (n.d.). Akuisisi Data Alat Ukur Arus, Tegangan, Hambatan Dan Suhu Digital Dengan Konektivitas Bluetooth Pada Ponsel Cerdas Android. *Transient*, 5(4), 456–464.
- Kanugrahan, L., & Sujarwanto, E. (2022). Komparasi Potensi Bahan Panel Surya Berdasarkan Iklim Kota Tasikmalaya. *DIFFRACTION*, 3(2), 62–67. <https://doi.org/10.37058/diffraction.v3i2.5379>
- Lubis, S., Siregar, M. A., & Damanik, W. S. (2022). Uji Eksperimental Kemampuan Lemari Pembeku Terhadap Beban Pendingin Menggunakan Energi Matahari. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, 23(1), 52–58. <https://doi.org/10.23917/mesin.v23i1.15717>
- Mungkin, M., Satria, H., Yanti, J., & Turnip, G. B. A. (2020). Perancangan Sistem Pemantauan Panel Surya Polycrystalline Menggunakan Teknologi Web Firebase Berbasis IoT. *Journal of Information Technology and Computer Science*, 3(2), 319–327.
- Myori, D. E., Mukhaiyar, R., & Fitri, E. (2019). Sistem Tracking Cahaya Matahari pada Photovoltaic. *INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional dan Teknologi*, 19(1), 9–16. <https://doi.org/10.24036/invotek.v19i1.548>
- Nurdiansyah, M., Sinurat, E. C., Bakri, M., Ahmad, I., & Prasetyo, A. B. (2020). Sistem Kendali Rotasi Matahari Pada Panel Surya Berbasis Arduino UNO. *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*, 1(2), 40–45. <https://doi.org/10.33365/jtikom.v1i2.14>
- Padil, H. A. (2013). Dasar-Dasar Ilmu Falak dan Tataordinat: Bola Langit dan Peredaran Matahari. *Al-Daulah*, 2(2), 195–214.

- Pramiyati, T., Jayanta, J., & Yulnelly, Y. (2017). Peran Data Primer Pada Pembentukan Skema Konseptual Yang Faktual (Studi Kasus: Skema Konseptual Basisdata Simbumil). *Simetris : Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, 8(2), 679. <https://doi.org/10.24176/simet.v8i2.1574>
- Purnama, S. (2016). Metode Penelitian Dan Pengembangan (Pengenaln Untuk Mengembangkan Produk Pembelajaran Bahasa Arab). *LITERASI (Jurnal Ilmu Pendidikan)*, 4(1), 19. [https://doi.org/10.21927/literasi.2013.4\(1\).19-32](https://doi.org/10.21927/literasi.2013.4(1).19-32)
- Rachman, F., Taufika, R., Kabatiah, M., Batubara, A., Pratama, F. F., & Nurgiansah, T. H. (2021). Pelaksanaan Kurikulum PPKn pada Kondisi Khusus Pandemi Covid-19. *Jurnal Basicedu*, 5(6), 5682–5691. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i6.1743>
- Rahayu, N. S., & Wildian, W. (2017). Rancang Bangun Sistem Pemadam Kebakaran Otomatis dan Dinamis Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Fisika Unand*, 6(3), 290–295. <https://doi.org/10.25077/jfu.6.3.290-295.2017>
- Ramli, I., & Hasanuddin, U. (2022). *Panel Surya dengan Sistem Pelacakan Arah Sinar Matahari*. 1(1).
- Ratna Mustika Yasi & Charis Fathul Hadi. (2021). Pengaruh Tegangan Terhadap Besar Kuat Arus Listrik Pada Persamaan Hukum Ohm. *JOURNAL ZETROEM*, 3(1), 34–36. <https://doi.org/10.36526/ztr.v3i1.1331>
- Samsurizal, Purwanto, S. D., Fikri, M., & Christiono, C. (2020). Dampak Bayangan Pada Panel Surya Terhadap Daya Keluaran Photovoltaic. *Setrum : Sistem Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer*, 9(2). <https://doi.org/10.36055/setrum.v9i2.9202>
- Shalih, Y., & Suratno, S. (2019). Pengaruh Arah Posisi Pemasangan Panel Surya Terhadap Output Daya Keluaran. *Just TI (Jurnal Sains Terapan Teknologi Informasi)*, 11(2), 12. <https://doi.org/10.46964/justti.v11i2.145>
- Suhada, H. (2001). Fuel Cell Sebagai Penghasil Energi Abad 2. *Jurnal Teknik Mesin*, 3(2), 92–100.
- Suhendra, T., & Priyambodo, T. K. (2017). Analisis Perbandingan Algoritma Perencanaan Jalur Robot Bergerak Pada Lingkungan Dinamis. *IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems)*, 11(1), 21. <https://doi.org/10.22146/ijccs.15743>
- Tharo, Z., Anisah, S., & Hamdani. (2019). *Perbandingan Performansi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Antara Daerah Pegunungan dengan Daerah Pesisir*. 189–194.
- Wardani, I. B., & Ismayati, E. (2019). Pengembangan Media Pembelajaran Miniatur Trainer PJU Berbasis Solar Cell di SMK Negeri 1 Pungging Mojokerto. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 08(03), 465–469.
- Wicaksono, D. A., Fitriana, F., Ariyani, S., Nurwahyudin, R., & Ajie, F. A. (2021). Peningkatan Efisiensi Panel Surya pada Instalasi Rooftop berbasis Internet Of Things (IoT). *Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi (ELKOM)*, 3(2), 104–110. <https://doi.org/10.32528/elkom.v3i2.5869>
- Yasa, M. T., & Sarief, I. (2021). Perencanaan Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (PJUTS) dan Simulasi Dialux (Studi Kasus Jalan Kolonel Masturi Cimahi). *Infotronik : Jurnal Teknologi Informasi dan Elektronika*, 6(1), 7. <https://doi.org/10.32897/infotronik.2021.6.1.606>