

**PENGAPLIKASIAN SEL *PHOTOVOLTAIC* SERI DAN PARALEL SEBAGAI
RECEIVER PADA *VISIBLE LIGHT COMMUNICATION* (VLC)**

SKRIPSI

Bidang Studi Fisika



Oleh :

A ABQORI NASRULLAH

08021381722076

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGAPLIKASIAN SEL *PHOTOVOLTAIC* SERI DAN PARALEL SEBAGAI
RECEIVER PADA *VISIBLE LIGHT COMMUNICATION* (VLC)**

**SKRIPSI
BIDANG STUDI FISIKA**

Oleh :

A ABQORI NASRULLAH

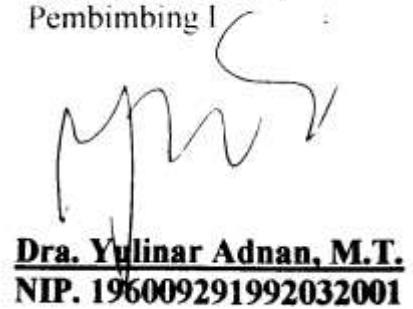
08023181722076

Pembimbing II



Khairul Saleh, S.Si., M.Si
NIP. 197305181998021001


Indralaya, Juli 2021
Pembimbing I :



Dra. Yulinar Adnan, M.T.
NIP. 196009291992032001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika



Dr. Frinsyah Virgo, S.Si, M.T.
NIP.197009101994121001

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	1
DAFTAR ISI.....	2
DAFTAR GAMBAR.....	4
DAFTAR TABEL.....	5
KATA PENGANTAR.....	6
BAB I PENDAHULUAN.....	10
1.1. Latar Belakang.....	10
1.2. Rumusan Masalah.....	11
1.3. Tujuan Penelitian	12
1.4. Batasan Masalah	12
1.5. Manfaat Penelitian	12
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	13
2.1. Spektrum Cahaya.....	13
2.2. Sinyal Audio	14
2.3. Li-Fi	14
2.4. Visible Light Communication	15
2.5. Sel surya.....	18
2.6. LED.....	21
2.7. <i>Amplifier</i>	22
BAB III METODE PENELITIAN	23
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	23
3.2. Alat dan bahan penelitian	23
3.2.1. Alat Penelitian.....	23
3.2.2. Bahan Penelitian.....	23
3.3. Diagram alir penelitian	24
3.4. Metode perancangan	25

3.4.1.	Perancangan <i>Transmitter & Receiver</i>	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		27
4.1.	Hasil Perancangan Perangkat.....	27
4.1.1.	Hasil Perancangan <i>Transmitter</i>	27
4.1.2.	Hasil Perancangan <i>Receiver</i>	28
4.2.	Uji Coba Perangkat.....	28
4.3.	Data Hasil Pengujian	30
4.3.1.	Hasil Pengujian pada Sel <i>Photovoltaic</i> Seri.....	30
4.3.2.	Hasil Pengujian Pada Sel <i>Photovoltaic</i> Paralel.....	33
4.4.	Perbandingan <i>receiver</i> menggunakan <i>photovoltaic</i> dan <i>phototransistor</i>	36
4.5.	Pengujian Alat Menggunakan Suara.....	37
4.5.1.	Pengujian menggunakan suara A	37
4.5.2.	Pengujian menggunakan suara O	38
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		39
5.1.	Kesimpulan	39
5.2.	Saran	39
DAFTAR PUSTAKA		40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Spektrum Cahaya Tampak (Agustini et al., 2019).	13
Gambar 2. 2. Blok sistem utama VLC.....	16
Gambar 2. 3. Cara kerja sel surya (Julisman et al., 2017)	19
Gambar 2. 4. Cara kerja dan konstruksi LED (Rahayu et al., 2018).....	21
Gambar 2. 5. Gambar LED.....	21
Gambar 3. 1. Blok Diagram Transmitter.....	25
Gambar 3. 2. Skema Rangkaian Transmitter.....	25
Gambar 3. 3. Blok diagram receiver.....	25
Gambar 3. 4. Skema Rangkaian Receiver	26
Gambar 4. 1. Perangkat visible light communication	27
Gambar 4. 2. Perangkat Transmitter.....	27
Gambar 4. 3. Perangkat Receiver	28
Gambar 4. 4. Sel photovoltaic seri	32
Gambar 4. 5. Sel photovoltaic parallel	34
Gambar 4. 6. Grafik perbandingan Photovoltaic dan Phototransistor.....	36
Gambar 4. 7. Gambar perbandingan sel photovoltaic dan phototransistor	37
Gambar 4. 8. Hasil pengujian menggunakan suara A	37
Gambar 4. 9. Hasil pengujian menggunakan suara O	38

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1. Tabel hasil Uji coba perangkat	29
Tabel 4. 2. Tabel pengukuran tegangan sel photovoltaic	29
Tabel 4. 3 Tabel hasil pengujian sel photovoltaic seri	30
Tabel 4. 4 Tabel pengukuran intensitas cahaya.....	31
Tabel 4. 5 Tabel pengukuran tegangan sel photovoltaic	32
Tabel 4. 6. Tabel hasil pengujian sel photovoltaic paralel	33
Tabel 4. 7. Tabel pengukuran intensitas cahaya sel photovoltaic paralel	34
Tabel 4. 8. Tabel pengukuran tegangan pada sel photovoltaic paralel.....	35
Tabel 4. 9. Tabel perbandingan sel photovoltaic dan phototransistor.....	36

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan karunia-Nya skripsi yang berjudul “**Implementasi Sel *Photovoltaic* Seri Dan Paralel Sebagai Receiver Pada Visible Light Communication (VLC)**” ini dapat diselesaikan dengan baik. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Elektronika Instrumentasi, Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. Skripsi ini diajukan dengan tujuan melengkapi persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar sarjana sains di Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dan keterbatasan dalam menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, penuliis sangat mengharapkan masukan, baik saran maupun kritik yang bersifat membangun. Penulis juga berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat sebagai tambahan pengetahuan dan referensi dalam penelitian selanjutnya.

Akhir kata penulis ucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu proses penelitian dan pembuatan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat diterima dan bermanfaat bagi semua pihak. Penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dan keterbatasan dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Disamping itu penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Hermansyah, M.Si. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T. selaku Ketua Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Dr. Supardi selaku Sekretaris Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Dra. Yulinar Adnan, M.T. selaku pembimbing I yang telah membimbing serta banyak memberikan ktirik, saran dan motivasi kepada penulis.
5. Bapak Khairul Saleh, S.Si., M.Si. selaku pembimbing II yang selalu membimbing dengan penuh kesabaran dari proposal hingga hasil

penelitian tugas akhir penulis.

6. Seluruh dosen Jurusan Fisika yang telah memberikan ilmu dan waktu untuk memberi nasehat-nasehat yang memotivasi penulis.
7. Kedua orang tua penulis yang selalu memberikan doa dan mendukung segala hal yang ingin dilakukan penulis.
8. Teman – teman di jurusan Fisika yang memberikan kesan berarti selama masa perkuliahan.
9. Seluruh staff pengajar dan pegawai administrasi di jurusan Fisika.

Akhir kata Penulis ucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu proses penelitian dan pembuatan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat diterima dan bermanfaat bagi semua pihak.

Indralaya, Juli 2021

Penulis

A Abqori Nasrullah
NIM.08021381722076

PENGAPLIKASIAN SEL *PHOTOVOLTAIC* SERI DAN PARALEL SEBAGAI RECEIVER PADA *VISIBLE LIGHT COMMUNICATION* (VLC)

Oleh :
A ABQORI NASRULLAH
08021381722076

ABSTRAK

Perkembangan teknologi telah menunjukkan pertumbuhan yang cukup signifikan khususnya di bidang komunikasi. Salah satu teknologi komunikasi nirkabel yang saat ini sedang dikembangkan adalah teknologi komunikasi cahaya tampak atau visible light communication (VLC). Teknologi ini menggunakan cahaya tampak saat mengirimkan data, pada umumnya sistem VLC menggunakan fotodiode sebagai *photodetectors* pada *receiver*-nya, namun pada penelitian ini akan dilakukan menggunakan sel *photovoltaic* pada *receiver*-nya. Sistem komunikasi visible light ini terdiri dari pemancar dan penerima. Pemancar terdiri dari Light Emitting Diode, amplifier dan catudaya, dan pada penerima terdiri dari solar cell, amplifier dan catu daya. Hal-hal yang dapat mempengaruhi hasil output sistem komunikasi adalah frekuensi, jarak dan intensitas cahaya. Pada penelitian ini, komunikasi menggunakan VLC dapat dilakukan pada jarak pengiriman data sampai 20 cm dan dengan *range* frekuensi 20 Hz sampai dengan 20 KHz.

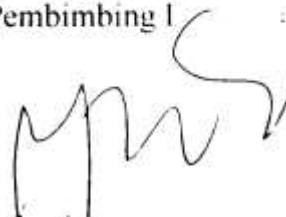
Kata kunci: Visible light Communication, Komunikasi cahaya tampak, Light Emitting Diode, Cell Photovoltaic.

Pembimbing II



Khairul Saleh, S.Si., M.Si
NIP. 197305181998021001

Indralaya, Juli 2021
Pembimbing I :



Dra. Yulinar Adnan, M.T.
NIP. 196009291992032001

**APPLICATION OF SERIES AND PARALLEL PHOTOVOLTAIC CELLS AS
RECEIVERS IN VISIBLE LIGHT COMMUNICATION (VLC)**

By :
A ABQORI NASRULLAH
08021381722076

ABSTRACT

The development of technology has shown a significant growth, especially in the field of communication. One of the wireless communication technologies currently being developed is visible light communication (VLC). This technology uses visible light when transmitting data, in general VLC systems use photodiodes as photodetectors in the receiver, but in this study it will be carried out using photovoltaic cells in the receiver. This visible light communication system consists of a transmitter and a receiver. The transmitter consists of a light emitting diode, amplifier and power supply, and the receiver consists of a solar cell, amplifier and power supply. Things that can affect the output of the communication system are frequency, distance and light intensity. In this study, communication using VLC can be carried out at a data transmission distance of up to 20 cm and with a frequency range of 20 Hz to 20 KHz.

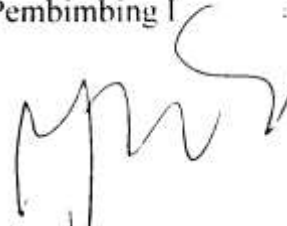
Keywords: Visible light Communication, visible light communication, Light Emitting Diode, Photovoltaic Cell.

Pembimbing II



Khairul Saleh, S.Si., M.Si
NIP. 197305181998021001

Indralaya, Juli 2021
Pembimbing I :



Dra. Yulinar Adnan, M.T.
NIP. 196009291992032001

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada era sekarang ini, perkembangan teknologi telah menunjukkan pertumbuhan yang cukup signifikan khususnya di bidang komunikasi. Sejumlah besar media komunikasi baik nirkabel dan kabel membuktikan hal ini, mengarah pada banyak cara untuk mengkomunikasikan suatu data atau informasi. Cahaya tampak tidak lagi hanya sebagai media penerangan, tetapi juga dapat digunakan sebagai media penyampaian informasi. Dengan menggunakan teknologi yang menggunakan cahaya tampak sebagai media komunikasi, masyarakat tidak perlu membeli *access point* untuk menerima data, tetapi hanya menggunakan cahaya tampak dalam pencahayaan dari lampu saja. Sehingga tingkat efisiensi dan mobilitas akan semakin tinggi (Darlis *et al.*, 2013). Salah satu teknologi komunikasi nirkabel yang saat ini sedang dikembangkan adalah teknologi komunikasi cahaya tampak atau *visible light communication* (VLC). Teknologi ini menggunakan cahaya tampak saat mengirimkan data. Teknologi VLC memiliki banyak keunggulan dibandingkan komunikasi frekuensi radio, antara lain keamanan dari gangguan gelombang elektromagnetik, lebih aman karena cahaya memiliki efisiensi energi yang tinggi dan biaya implementasi yang lebih rendah. Modul utama sistem VLC meliputi 3 bagian yaitu modul pemancar, media transmisi dan modul penerima. (Naztin *et al.*, 2018).

Dengan menggunakan cahaya tampak (*visible light communication*), lampu penerangan LED dapat digunakan sebagai media transmisi komunikasi cahaya tampak dari jarak minimum hingga jarak maksimum yang telah ditentukan untuk mengirimkan dan menerima data informasi. Dengan cara ini cahaya tampak yang diterima oleh penerima juga dapat dimodulasi oleh pembawa data informasi, sehingga hasil spektrum tampak yang digunakan untuk komunikasi data lebih akurat dan konsisten dengan penerangan di dalam ruangan. (Aulia *et al.*, 2019). Menurut Kim *and* Won, (2013), lampu LED lebih efisien daripada lampu pijar atau lampu *fluorescent*. Selain efisiensinya yang tinggi, LED dapat juga digunakan

untuk mengirimkan sinyal komunikasi karena dapat dimodulasi dengan sinyal frekuensi tinggi.

Pada umumnya sistem VLC menggunakan fotodioda sebagai *photodetectors* pada *receiver*-nya, hal ini dikarenakan fotodioda memiliki banyak keunggulan, antara lain *fast response*, *fast speed*, dan akurasi tinggi (Naztin *et al.*, 2018). Seperti yang dilakukan oleh Nata *et al.* (2016) telah merancang perangkat penerima data digital dengan teknologi *visible light communication* untuk komunikasi dengan menggunakan media cahaya, yang menggunakan LED sebagai media transmisi yang mengeluarkan cahaya dan fotodioda sebagai penerima (*receiver*). Dalam penelitian Kim and Won, (2013). mengidentifikasi karakteristik sel surya dan menemukan bahwa sel surya juga dapat digunakan sebagai penerima pada VLC dan menurut Sarwar *et al.* (2017). Penggunaan sel surya dengan efisiensi konversi fotolistrik tinggi sebagai detektor lebih baik daripada photodetektor konvensional karena dapat menyederhanakan rangkaian penerima dengan menghilangkan kebutuhan akan penguat transimpedansi.

Pada penelitian ini dilakukan perancangan dan implementasi dari *visible light communication* (VLC), berdasarkan penelitian sebelumnya yang kebanyakan menggunakan *photodiode* pada *receiver*, maka pada penelitian ini akan dilakukan menggunakan sel *photovoltaic* pada *receiver* serta penggunaan *light emitting diode* (LED) pada *transmitter* yang berfungsi untuk mentransmisikan sinyal suara melalui cahaya yang kemudian akan diterima oleh sel surya pada bagian *receiver* dan akan dikembalikan menjadi suara setelah melewati rangkaian *amplifier* dan juga pada penelitian ini dilakukan pengujian dengan memberikan variasi pada frekuensi yang diberikan dari *signal generator* ke rangkaian *receiver* serta menganalisis variasi jarak antara *transmitter* dan *receiver*, dan menganalisis variasi sel *photovoltaic* pada *receiver*.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaplikasian sel *photovoltaic* seri dan parallel sebagai *receiver* pada *visible light communication* ?

2. Bagaimana pengaruh variasi frekuensi dari *signal generator* terhadap keluaran dari rangkaian *visible light communication*?
3. Bagaimana pengaruh variasi jarak antara *transmitter* dan *receiver* terhadap keluaran dari rangkaian *visible light communication*?
4. Bagaimana pengaruh sel *photovoltaic* kombinasi seri dan parallel terhadap keluaran dari rangkaian *visible light communication*?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perancangan penerapan sel *photovoltaic* seri dan parallel sebagai *receiver* pada *visible light communication*.
2. Menganalisis pengaruh variasi frekuensi dari *signal generator* terhadap keluaran dari rangkaian *visible light communication*.
3. Menganalisis pengaruh variasi jarak antara *transmitter* dan *receiver* terhadap keluaran dari rangkaian *visible light communication*.
4. Menganalisis pengaruh sel *photovoltaic* kombinasi seri dan parallel terhadap keluaran dari rangkaian *visible light communication*.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini meliputi:

1. Penggunaan sel *photovoltaic* seri dan parallel sebagai *receiver* pada *visible light communication*.
2. Parameter yang dipakai berupa frekuensi, jarak dan sel *photovoltaic*, *phototransistor* dan Penggunaan LED dengan daya 3 watt.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu dapat mengetahui penggunaan sel *photovoltaic* sebagai *receiver* pada *visible light communication*serta menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya dimasa yang akan datang dan menambah wawasan tentang *visible light communication* untuk masyarakat umum.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, Y., Saleh, K., & Assaidah. (2017). *Measurement of 3 Solar Panel Output Involving Controller and Reflector*. 15(1), 138–142. <https://doi.org/10.12928/TELKOMNIKA.v15i1.3478>
- Agustini, M., Oktaviani, S., Muhammad, F., & , DR. Eril Mozef, MS., D. (2019). Perancangan dan Realisasi Sistem Komunikasi Suara dengan Penjelasan Suara yang Ditransmisikan dari Cahaya Lampu Penerangan LED. *POLBAN*, 387–395.
- Ahmad, A. R., Yushardi, & Rif'ati. (2016). PENGGUNAAN DIODA JENIS LED (LIGHT EMITTING DIODE) PADA PEMBUATAN SEL SURYA SEDERHANA BERBASIS BAHAN SEMIKONDUKTOR. *Seminar Nasional Pendidikan, 1*, 442–449.
- Anastasia, T. U., Mufti, A., & Rahman, A. (2017). Rancang Bangun Sistem Parkir Otomatis Dan Informatif Berbasis Mikrokontroler Atmega2560. *Jurnal Komputer, Informasi Teknologi, Dan Elektro*, 2(1), 29–34.
- Anwar, K., Utami, L. S., & Dale, E. (2013). EKSPERIMEN EFEK FOTO LISTRIK BERBASIS SIMULASI PhET. *Paedagoria*, 4(2), 9–15.
- Aulia, I. A., Darlis, D., & Noviyanti, K. W. (2019). Perancangan Dan Implementasi Sistem Penerima Indoor Visible Light Communication Menggunakan Sel Surya Dan Susunan Photodetektor. *E-Proceeding of Applied Science*, 5(1), 289–297.
- Bokau, V. Y. P. (2018). Lifi : Teknologi Komunikasi Nirkabel Masa Depan. *REALTECH*, 14(0431), 103–109.
- Darlis, A. R., Lidyawati, L., & Nataliana, D. (2013). Implementasi Visible Light Communication (VLC) Pada Sistem Komunikasi. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 1(1), 13. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v1i1.13>
- Dewi, A. E. (2007). *Optimalisasi rangkaian panel sel surya dengan menggunakan battery pb-acid sebagai sistem penyimpanan energi surya*.

- Didit. (2012). Pembuatan Power Amplifier 200 Watt. *Universitas Pendidikan Indonesia*.
- Fardela, R., & Kusminarto. (2014). Pengembangan Detektor Sinar-X Berbasis Fototransistor. *Prosiding*, 10–11. <https://doi.org/0216-3128>
- Hamdani, D., & Subagiyo, L. (2016). Analisis eksergi modul pv berdasarkan spektrum panjang gelombang cahaya matahari. *Prosiding Seminar Nasional Fisika*, V, 7–12.
- Indriani, A., Rustandi, R., Rodiah, Y., & Anggraini, I. N. (2016). SOLAR TRACKER DAN LENSA FRESNEL UNTUK OPTIMASI KINERJA OUTPUS SOLAR CELL. *TEKNOSIA*, 2, 1–5.
- Julisman, A., Sara, I. D., & Siregar, R. H. (2017). Prototipe Pemanfaatan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Pada Sistem Otomasi Stadion Bola. *Jurnal Komputer, Informasi Teknologi, Dan Elektro*, 2(1), 35–42.
- Kim, S. M., & Won, J. S. (2013). Simultaneous reception of visible light communication and optical energy using a solar cell receiver. *International Conference on ICT Convergence*, 896–897. <https://doi.org/10.1109/ICTC.2013.6675511>
- Kurniawan, R. B., & Pramudya, Y. (2021). PENGUKURAN PENJUMLAHAN INTENSITAS DUA SUMBER CAHAYA PADA VARIASI DAYA LAMPU MENGGUNAKAN LIGHTMETER. *JPF (Jurnal Pendidikan Fisika) FKIP UM Metro*, 9(1), 18–30.
- Latupeirissa, D., Suoth, V. A., & Kolibu, H. S. (2015). Rancang Bangun Alat Ukur Suhu Dan Kadar Alkohol Menggunakan Sensor Lm35 Dan Sensor Mq-3. *Jurnal Ilmiah Sains*, 17(1), 81. <https://doi.org/10.35799/jis.15.2.2015.9221>
- Muttaqin, I., Irhamni, G., & Wahyu, A. (2016). Analisa Rancangan Sel Surya Dengan Kapasitas 50 Watt Untuk Penerangan Parkiran Uniska. *Teknik Mesin UNISKA*, 01(02), 33–39.
- Nasution, N., Supriyanto, A., & Suciwati, W. (2015). Implementasi Sensor Fotodiode sebagai Pendeteksi Serapan Sinar Infra Merah pada Kaca. *JURNAL Teori Dan Aplikasi Fisika*, 03(02), 111–116.

- Naztin, B., Damayanti, T. N., & Hadiyoso, S. (2018). Penerapan Modul Surya sebagai Receiver Sistem Visible Light Communication (VLC) untuk Pengiriman Sinyal Audio. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 14(1), 68–74. <https://doi.org/10.17529/jre.v14i1.9800>
- PAMUNGKAS, M., HAFIDDUDIN, H., & ROHMAH, Y. S. (2015). Perancangan dan Realisasi Alat Pengukur Intensitas Cahaya. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 3(2), 120. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v3i2.120>
- Purwoto, B. H., Huda, I. F., Teknik, F., Surakarta, U. M., & Surya, P. (2018). EFISIENSI PENGGUNAAN PANEL SURYA SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF. *Jurnal Teknik Elektro*, 18, 10–14.
- Rahayu, W. I., Hadary, F., & Sholva, Y. (2018). Analisis Sistem Kebutuhan Penerangan Pada Ruang Kelas Dengan Light Emitting Diode (LED). *Elkha*, 10(1), 15–23.
- Rif'an, M., Pramono, S. H., Shidiq, M., Yuwono, R., Suyono, H., & Suhartati, F. (2012). Optimasi Pemanfaatan Energi Listrik Tenaga Matahari Di Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya. *Jurnal EECCIS*, 6(1), 44–48.
- Sulaiman, & Tegar, T. (2019). *KEBUTUHAN ENERGI PADA PEMBUATAN PAPAN PARTIKEL DARI TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT, SERBUK KULIT PINUS DAN AKASIA*. 2(2).
- Supatmi, S. (2010). Pengaruh Sensor Ldr Terhadap Pengontrolan Lampu. *Majalah Ilmiah UNIKOM*, 8(2), 175–180. http://jurnal.unikom.ac.id/_s/data/jurnal/v08-n02/volume-82-artikel-5.pdf/pdf/volume-82-artikel-5.pdf
- Usman, M. (2020). Analisis Intensitas Cahaya Terhadap Energi Listrik Yang Dihasilkan Panel Surya. *Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro*, 9(2), 52–57. <https://doi.org/10.30591/polektro.v9i2.2047>