

SKRIPSI

**PEMANFAATAN PANEL SURYA PADA LAMPU NEON DC 12 V 5 WATT DAN 9
WATT UNTUK MENGHITUNG KONSTANTA *LOSS LIGHT FACTOR* (LLF)**



**Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada Jurusan
Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

**Oleh :
Muhammad Taufiq
03041281823037**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN
PEMANFAATAN PANEL SURYA PADA LAMPU NEON DC 12 V 5
WATT DAN 9 WATT UNTUK MENGHITUNG NILAI KONSTANTA
LOSS LIGHT FACTOR (LLF)



SKRIPSI

Disusun Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik

Universitas Sriwijaya

Oleh:

MUHAMMAD TAUFIQ

03041281823037



Mengetahui,
Dekan
Jurusan Teknik Elektro

Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., IPU
NIP. 197108141999031005

Palembang, 28 Juli 2023

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

Ir. Sariman, M.S.

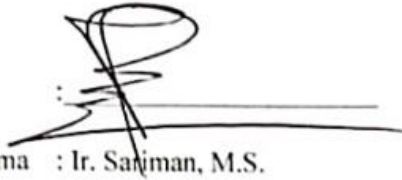
NIP. 195807071987031004

HALAMAN PERNYATAAN DOSEN

Saya sebagai pembimbing menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kuantitas skripsi ini mencukupi sebagai mahasiswa sarjana strata satu (S1).

Tanda Tangan

:



Pembimbing Utama : Ir. Saifman, M.S.

Tanggal

: 28/Juli/2023

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

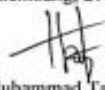
Nama : Muhammsad Taufiq
NIM : 03041281823037
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Universtias Sriwijaya

Hasil Pengecekan Software *iThenticate/Turnitin*: 4%

Menyatakan bahwa laporan hasil penelitian saya yang berjudul "Pemanfaatan Panel Surya Pada Lampu Neon DC 12 v 5 Watt Dan 9 Watt Untuk Menghitung Konstanta Loss Light Factor (LLF)" merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari ditemukan unsure penjiplakan/plagiat dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan.

Palembang, 27 Juli 2023



Muhammad Taufiq

NIM.03041281823037

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Taufiq
NIM : 03041281823037
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Sriwijaya
Jenis Karya : Skripsi

Demi pembangunan ilmu pengetahuan , menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya Hak Bebas Royalti Noneklusif (*Non – exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**PEMANFAATAN PANEL SURYA PADA LAMPU NEON DC 12 V 5
WATT DAN 9 WATT UNTUK MENGHITUNG NILAI KONSTANTA
LOSS LIGHT FACTOR (LLF)**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan), dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagaipenulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Palembang
Pada Tanggal: 27 Juli 2023



Muhammad Taufiq

NIM.03041281823037

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karuniaNya penulis dapat menyelesaikan penelitian dalam rangka Tugas Akhir (Skripsi) yang dibuat untuk memenuhi syarat Seminar dan Sidang Sarjana pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dengan judul “Analisa Performa BLDC Motor Untuk Ban Sepeda Dengan Menggunakan Solar Cell Polycrystalline Sebagai Sumber Energi Matahari”.

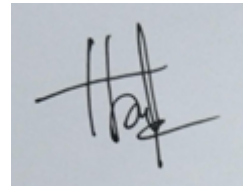
Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala macam bimbingan dan bantuan yang telah diberikan selama proses penyusunan skripsi ini kepada :

1. Allah Swt yang senantiasa memberikan nikmat kesehatan kepada penulis dalam keadaan masa pandemi saat ini, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian Tugas Akhir dengan baik.
2. Bapak Ir. Sariman, M.S. selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing, mendidik, membimbing, dan memotivasi saya hingga skripsi ini selesai.
3. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Dr. Eng. Ir. Suci Dwijayanti, S.T., M.S. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Ir. Sri Agustina, M.T. dan Dr. Herlina, S.T., M.T. selaku Tim Penguji sidang skripsi yang telah banyak memberikan saran dan masukan dalam penyusunan skripsi ini.
6. Ibu Dr. Eng. Ir. Suci Dwijayanti, S.T., M.S. sebagai dosen Pembimbing Akademik.
7. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
8. Kedua Orang Tua, Saudara yang selalu memberikan dukungan kepada penulis baik itu moral maupun materi serta doa yang tulus untuk penulis dalam menyusun Tugas Akhir.

9. Teman-teman Males Kuliah dan sahabat yang menjadi motivasi dan penyemangat penulis untuk bisa menyelesaikan Tugas Akhir.
10. Syukron, Ferron, Indah, dan Fathur yang telah membantu dan memotivasi penulis untuk bisa menyelesaikan Tugas Akhir.
11. Meiselly via novita yang telah mensupport dan membantu selama menyelesaikan Tugas Akhir.

Penulis sangat sadar jika skripsi ini belum sempurna. Maka dari itu, penulis mengharapkan masukan sehingga skripsi ini menjadi sempurna. Semoga penulisan Skripsi ini memiliki manfaat bagi pembaca dan semua pihak yang berkepentingan.

Indralaya, November 2023



Muhammad Taufiq

NIM. 03041281823034

ABSTRAK

PEMANFAATAN PANEL SURYA PADA LAMPU NEON DC 12 V 5 WATT DAN 9 WATT UNTUK MENGHITUNG KONSTANTA *LOSS LIGHT* *FACTOR (LLF)*

(Muhammad Taufiq, 03041281823037, 2023, 42 halaman)

Kebutuhan energi meningkat karena perkembangan teknologi. Energi listrik dari pembangkit listrik menjadi kebutuhan utama di Indonesia, tetapi masih banyak menggunakan bahan bakar fosil. Data Kementerian Energi menunjukkan sektor perusahaan (51,85%), transportasi (30,77%), rumah tangga (13,18%), dan sektor komersil (4,28%) sebagai pengguna energi terbesar. Penggunaan energi terbarukan, seperti energi matahari, dapat menggantikan pembangkit listrik berbahan bakar fosil yang tidak terbaharukan. Kapasitas daya pembangkit listrik tenaga surya meningkat dan menunjukkan potensinya untuk menggantikan pembangkit tenaga diesel. Dalam penerangan ruangan, intensitas cahaya dipengaruhi oleh jenis lampu, seperti lampu pijar (14 lumen/watt) dan lampu fluoresen (50 lumen/watt). Faktor-faktor kerugian seperti faktor utilisasi (UF) dan faktor rugi-rugi cahaya (LLF) mempengaruhi tingkat pencahayaan setelah jangka waktu tertentu. Penelitian pemanfaatan panel surya pada lampu neon DC 12 V 5 watt dan 9 watt dilakukan untuk menghitung konstanta Loss Light Factor (LLF). Rata-rata Loss Light Factor (LLF) pada Lampu Neon DC 5 watt pada hari kedua, keempat, dan keenam berturut-turut adalah 147.02, 133.18, dan 132.71. Sedangkan rata-rata Loss Light Factor (LLF) pada Lampu Neon DC 9 watt adalah 156.49, 144.46, dan 149.04.

Kata Kunci : Panel surya, lampu neon, konstanta.

ABSTRACT

PEMANFAATAN PANEL SURYA PADA LAMPU NEON DC 12 V 5 WATT DAN 9 WATT UNTUK MENGHITUNG KONSTANTA LOSS LIGHT FACTOR (LLF)

(Muhammad Taufiq, 03041281823037, 2023, 42 halaman)

The increasing energy demand is due to technological advancements. Electricity from power plants has become the primary energy requirement in Indonesia, but it is still largely reliant on fossil fuels. Data from the Ministry of Energy shows that the industrial sector is the largest energy consumer (51.85%), followed by transportation (30.77%), households (13.18%), and the commercial sector (4.28%). The use of renewable energy, such as solar energy, holds the potential to replace fossil fuel-based power plants, which are non-renewable. The capacity of solar power plants is increasing, indicating their potential to replace diesel power generators. In indoor lighting, the intensity of light is influenced by the type of lamps used, such as incandescent lamps (14 lumens/watt) and fluorescent lamps (50 lumens/watt). Loss factors like utilization factor (UF) and light loss factor (LLF) affect the illumination level over time. Research on the utilization of solar panels for DC 12V 5-watt and 9-watt neon lamps was conducted to calculate the Loss Light Factor (LLF) constant. The average Loss Light Factor (LLF) for the DC 5-watt neon lamp on the second, fourth, and sixth days was 147.02, 133.18, and 132.71, respectively. Meanwhile, the average Loss Light Factor (LLF) for the DC 9-watt neon lamp was 156.49, 144.46, and 149.04.

Keywords : *Solar panels, neon lights, constants.*

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS..... | iii |
| HALAMAN PERNYATAAN DOSEN..... | iv |
| PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS..... | v |
| KATA PENGANTAR..... | vi |
| ABSTRAK | vii |
| ABSTRACT | viii |
| DAFTAR ISI..... | x |
| DAFTAR GAMBAR..... | xi |
| DAFTAR TABEL | xiv |
| DAFTAR RUMUS | xv |
| BAB I..... | 1 |
| PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Tujuan Penelitian..... | 3 |
| 1.4 Batasan Masalah..... | 3 |
| 1.5 Sistematikan Penulisan..... | 3 |
| BAB II | 5 |
| TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 Sel Surya..... | 5 |
| 2.2 Modul <i>Photovoltaic</i> | 7 |

| | | |
|------------------------------------|---|----|
| 2.3 | Jenis Modul <i>Photovoltaic</i> | 8 |
| 2.4 | Baterai | 10 |
| 2.5 | <i>Solar Charge Controller</i> | 12 |
| 2.6 | PWM Charge Controller..... | 14 |
| 2.7 | MPPT Charge Controller..... | 15 |
| 2.8 | Beban..... | 15 |
| 2.9 | Lampu Neon | 16 |
| 2.10 | <i>Loss Light Factor (LLF)</i> | 17 |
| BAB III | | 21 |
| METODELOGI PENELITIAN | | 21 |
| 3.1 | Lokasi Penelitian | 21 |
| 3.2 | Waktu Penelitian | 21 |
| 3.3 | Metode Penelitian..... | 21 |
| 3.4 | Peralatan dan Bahan | 22 |
| 3.5 | Diagram Alir Penelitian..... | 23 |
| 3.6 | Tahapan Penelitian | 24 |
| 3.7 | Rangkaian Penelitian | 24 |
| 3.8 | Matriks Data Pengujian | 24 |
| BAB IV | | 25 |
| HASIL DAN PEMBAHASAN | | 25 |
| 4.1 | Umum..... | 25 |
| 4.2 | Data Hasil Pengukuran | 25 |
| 4.2.1 | Pengujian pada hari pertama(2 Mei 2023) | 28 |
| 4.2.2 | Pengujian pada hari ketiga(4 Mei 2023) | 30 |
| 4.2.3 | Pengujian pada hari kelima(6 Mei 2023) | 32 |
| 4.2.4 | Pengujian pada hari kedua(3 Mei 2023)..... | 35 |

| | | |
|-----------------------------|--|-----------|
| 4.2.5 | Pengujian pada hari keempat(5 Mei 2023)..... | 36 |
| 4.2.6 | Pengujian pada hari keenam(7 Mei 2023)..... | 38 |
| 4.3 | Analisa Hasil Percobaan..... | 39 |
| BAB V | | 42 |
| KESIMPULAN DAN SARAN | | 42 |
| 5.1 | Kesimpulan..... | 42 |
| 5.2 | Saran..... | 42 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 43 |
| LAMPIRAN | | |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2. 1 Bagaimana Sel <i>Photovoltaic</i> Bekerja[5] | 7 |
| Gambar 2. 2 Tahapan Sel Surya Sehingga Menghasilkan Daya [7] | 7 |
| Gambar 2. 3 Modul Surya <i>Thin Film</i> [9] | 9 |
| Gambar 2. 4 Modul Surya <i>Monocrystalline Silicone</i> [8] | 9 |
| Gambar 2. 5 Modul Surya <i>Polycrystalline Silicon</i> [10]..... | 10 |
| Gambar 2. 6 Baterai PLTS <i>VRLA</i> [11]..... | 11 |
| Gambar 2. 7 <i>Solar Charge Controller</i> [13]..... | 14 |
| Gambar 2. 8 Lampu Neon [20] | 17 |
| Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian | 23 |
| Gambar 3. 3 Rancangan Penelitian | 25 |
| Gambar 4. 1 Pegujian hasil keluaran panel | 27 |
| Gambar 4. 2 Grafik Tegangan Panel dan Tegangan Akumulator Terhadap Waktu Hari Pertama..... | 28 |
| Gambar 4. 3 Grafik Arus Panel dan Arus Akumulator Terhadap Waktu Hari Pertama..... | 29 |
| Gambar 4. 4 Grafik Tegangan Panel dan Tegangan Akumulator Terhadap Waktu Hari Ketiga..... | 32 |
| Gambar 4. 5 Grafik Arus Panel dan Arus Akumulator Terhadap Waktu Hari Ketiga | 32 |
| Gambar 4. 6 Grafik Tegangan Panel dan Tegangan Akumulator Terhadap Waktu Hari Kelima..... | 34 |
| Gambar 4. 7 Grafik Arus Panel dan Arus Akumulator Terhadap Waktu Hari Kelima | 35 |
| Gambar 4. 8 Grafik <i>Loss Light Factor</i> Neon DC 5 Watt dan Neon DC 9 Watt ... | 37 |
| Gambar 4. 9 Grafik <i>Loss Light Factor</i> Neon DC 5 Watt dan Neon DC 9 Watt ... | 38 |
| Gambar 4. 10 Grafik <i>Loss Light Factor</i> Neon DC 5 Watt dan Neon DC 9 Watt . | 40 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.1 <i>Room Surface Dirt Deprecciation</i> | 20 |
| Tabel 2.2 <i>Lamp Lumen Deprecciation</i> | 20 |
| Tabel 3.1 Waktu Penelitian | 22 |
| Tabel 3.2 Alat dan Bahan | 24 |
| Tabel 4.1 Data Hasil Keluaran Panel Pada Hari Pertama | 28 |
| Tabel 4.2 Data Hasil Keluaran Panel Pada Hari Keiga | 32 |
| Tabel 4.3 Data Hasil Keluaran Panel Pada Hari kelima | 34 |
| Tabel 4.4 Data Hasil <i>Loss Light Factor</i> (LLF) | 37 |
| Tabel 4.5 Data Hasil <i>Loss Light Factor</i> (LLF) | 38 |
| Tabel 4.6 Data Hasil <i>Loss Light Factor</i> (LLF) | 40 |
| Tabel 4.7 Data Hasil Keluaran Panel Rata-rata | 41 |
| Tabel 4.8 Data Hasil <i>Lost Light Factor</i> (LLF) Rata-rata | 41 |

DAFTAR RUMUS

| | |
|---|----|
| Rumus 2.1 Sel Surya | 8 |
| Rumus 2.2 Panel | 9 |
| Rumus 2.3 Aki | 13 |
| Rumus 2.4 <i>Solar Changer Controller</i> | 15 |
| Rumus 2.5 Beban | 17 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi di era sekarang sangatlah besar dikarenakan pesatnya perkembangan teknologi di semua bidang. Energi listrik merupakan kebutuhan utama bagi setiap kalangan pada saat ini, energi listrik dapat dihasilkan dari pembangkit listrik. Akan tetapi, pembangkit listrik di Indonesia masih banyak menggunakan bahan bakar yang berasal dari fosil [1].

Tahun 2012, data kementerian energi listrik dan sumber mineral, menunjukkan bahwa penggunaan energi pada sektor perusahaan yang terbesar mencapai 51,85%. Kemudian sektor transportasi 30,77%, dan di ikuti sektor rumah tangga 13,18% serta sektor komersil lainnya sebesar 4,28%. Permasalahan utama selama ini pada industri pembangkitan tenaga listrik adalah tingginya pemakaian bahan bakar sehingga bahan bakar pembangkit listrik menyebabkan meningkatnya biaya produksi listrik. Pembangkit listrik berbahan bakar dari fosil memiliki beberapa kelemahan, salah satunya adalah sumber daya yang lama kelamaan akan habis (tidak terbaharukan). Salah satu cara untuk menanggulangi kelemahan tersebut adalah mengganti bahan bakar tersebut dengan alternatif energi yang terbaharukan, alternatif energi yang memiliki sumber daya berlimpah di Indonesia adalah energi matahari [1].

Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) jumlah kapasitas daya yang dihasilkan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) pada tahun 2015-2020 meningkat (10, 11, 14, 18, dan 18 MW). Hal ini menunjukkan bahwa energi surya memiliki potensi yang besar untuk menggantikan pembangkit listrik tenaga diesel [1].

Besar intensitas sumber cahaya yang dihasilkan dipengaruhi oleh lampu

yang digunakan sebagai sumber cahaya. Lampu pijar mempunyai intensitas cahaya sebesar 14 lumen/watt. Intensitas cahaya lampu fluoresen sebesar 50 lumen/watt [2].

Dari perhitungan kuat penerangan rata-rata dalam suatu ruangan terdapat faktor-faktor kerugian yang muncul yaitu faktor utilisasi (UF) dan faktor rugi-rugi cahaya (Light Loss Factor/LLF). Faktor utilisasi disebabkan oleh sebagian cahaya akan diserap oleh berbagai macam tekstur permukaan. Faktor utilisasi ini besarnya kurang dari 1 di mana nilai kerugian untuk gedung-gedung perkantoran modern pada umumnya berkisar 0,9 [2].

Sedangkan faktor rugi-rugi cahaya diakibatkan karena terjadi akumulasi debu dan kotoran pada lampu dan fitting serta sebagian cahaya yang diserap oleh dinding dan langit-langit bangunan. Faktor rugi-rugi cahaya ini mempunyai nilai berkisar antara 0,8 sampai dengan 0,9 [2].

Koefisien depresiasi atau sering disebut juga koefisien rugi-rugi cahaya atau koefisien pemeliharaan, didefinisikan sebagai perbandingan antara tingkat pencahayaan setelah jangka waktu tertentu dari instalasi pencahayaan digunakan terhadap tingkat pencahayaan pada waktu instalasi baru. Faktor kehilangan cahaya terdiri atas *non recoverable factor* dan *recoverable factor*. Besarnya koefisien depresiasi biasanya ditentukan berdasarkan estimasi. Untuk ruangan dan armatur dengan pemeliharaan yang baik pada umumnya koefisien depresiasi diambil sebesar 0,8 *Non recoverable*.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka pada tugas akhir ini, kajian dari pemanfaatan panel surya sebagai sumber energi listrik untuk penerangan akan membahas mengenai ” **PEMANFAATAN PANEL SURYA PADA LAMPU NEON DC 12 V 5 WATT DAN 9 WATT UNTUK MENGHITUNG KONSTANTA LOSS LIGHT FACTOR (LLF)** ”.

1.2 Rumusan Masalah

Pada penelitian ini akan membahas mengenai penggunaan lampu NEON DC. Bagaimana durasi yang dibutuhkan untuk mengisi akumulator, durasi penggunaan akumulator dalam menghidupkan lampu NEON DC, dan menghitung nilai konstanta *Loss Light Factor* (LLF). Dikarenakan hal tersebut penulis akan melakukan penelitian mengenai bagaimana cara menghitung *Loss Light Factor* (LLF) pada lampu NEON DC dengan memanfaatkan *solar cell panel* sebagai sumber energi listrik.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Untuk mengetahui lamanya waktu yang dibutuhkan dalam mengisi akumulator kering 12 V DC 20 Ah menggunakan *solar cell panel*.
2. Untuk menghitung nilai konstanta *Loss Light Factor* (LLF) pada lampu NEON DC.

1.4 Batasan Masalah

Pada penelitian ini terdapat batasan masalah yang ditentukan, yaitu :

1. Lampu NEON DC yang digunakan sebesar 5 Watt dan 9 Watt.
2. Menggunakan *Solar Cell* 100 Wp.
3. Menggunakan *Solar Charge Controller* tipe PWM.
4. Akumulator yang digunakan adalah akumulator kering 12 V DC 20 Ah.

1.5 Sistematikan Penulisan

Sistematika penulisan dan pembahasan laporan tugas akhir ini terdiri dari lima BAB yang secara garis besar diuraikan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang landasan teori yang berkaitan dengan *Loss Light Factor* (LLF).

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang metode yang digunakan, prosedur percobaan dan tahap pengerjaan penelitian tugas akhir, diagram alir penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang hasil dari perencanaan alat dan penelitian yang dilakukan, analisa data yang diperoleh dari penelitian berdasarkan parameter yang ada pada penelitian.

BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran yang diperoleh dari penelitian tugas akhir

DAFTAR PUSTAKA

- [1] “Kapasitas Terpasang PLN menurut Jenis Pembangkit Listrik (MW),” Badan Pusat Statistik. .
- [2] H. Asy’ari, Jatmiko, and Angga, “Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Daya Keluaran Panel Sel Surya,” *Simp. Nas. RAPI XI FT UMS*, pp. 52–57, 2012.
- [3] Jatmiko, H. Asy’ari, and M. Purnama, “Pemanfaatan Sel Surya Dan Lampu Led Untuk Perumahan,” *Semantik*, vol. 2011, no. Semantik, pp. 1–6, 2011.
- [4] H. Hasan, “Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Pulau Saugi,” *J. Ris. dan Teknol. Kelaut.*, vol. 10, no. 02, pp. 169–180, 2012.
- [5] A. Julisman, I. D. Sara, and R. H. Siregar, “Prototipe Pemanfaatan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Pada Sistem Otomasi Stadion Bola,” *Kitekro*, vol. 2, no. 1, pp. 35–42, 2017.
- [6] A. Ndiaye, A. Charki, A. Kobi, C. M. F. Kébé, P. A. Ndiaye, and V. Sambou, “Degradations of silicon photovoltaic modules: A literature review,” *Sol. Energy*, vol. 96, pp. 140–151, 2013, doi: 10.1016/j.solener.2013.07.005.
- [7] T. T. Gultom, “Pemanfaatan Photovoltaic Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Surya,” *J. Mudira Indure*, vol. 1, no. 3, pp. 33–42, 2015, [Online]. Available: <http://www.jurnalmudiraindure.com/pemanfaatan-photovoltaic-sebagai-pembangkit-listrik-tenaga-surya/>.
- [8] T. Alamsyah, A. Hiendro, and Z. Abidin, “Analisis Potensi Energi Matahari Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Surya Menggunakan Panel Mono-Crystalline dan Poly-Crystalline Di Kota Pontianak dan Sekitarnya,” *J. Tek. Elektron.*, p. 10, 2019.
- [9] T. D. Lee and A. U. Ebong, “A review of thin film solar cell technologies and challenges,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 70, no. September 2015, pp. 1286–1297, 2017, doi: 10.1016/j.rser.2016.12.028.
- [10] A. F. B. Braga, S. P. Moreira, P. R. Zampieri, J. M. G. Bacchin, and P. R. Mei, “New processes for the production of solar-grade polycrystalline silicon: A review,” *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*, vol. 92, no. 4, pp. 418–424, 2008, doi: 10.1016/j.solmat.2007.10.003.

- [11] S. Tri, I. Isdawimah, and I. Kamil, "Implementasi Penggunaan Super Kapasitor Pada Sistem PLTS Off-grid Sebagai Penstabil Baterai," *Electrices*, vol. 4, no. 1, pp. 7–11, 2022, doi: 10.32722/ees.v4i1.4420.
- [12] R. Ramadani, "STUDI EXPERIMENTAL POTENSI PENYERAPAN ENERGI MATAHARI SISTEM FOTOVOLTAIK DI WILAYAH PEGUNUNGAN BERASTAGI," Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, 2020.
- [13] C. A. Osaretin, "Design and Implementation of a Solar Charge Controller," no. January, 209AD, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/303683238>.
- [14] C. A. Osaretin, "Design and Implementation of a Solar Charge Controller with Variable Output," *J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 12, no. 2, pp. 1–12, 2016.
- [15] A. Hafid, Z. Abidin, S. Husain, and R. Umar, "Analisa Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pulau Balang Lompo," *J. List. Telekomun. Elektron.*, vol. 14, no. 1, p. 10, 2017.
- [16] T. Majaw, R. Deka, S. Roy, and B. Goswami, "Solar Charge Controllers using MPPT and PWM: A Review," *ADB U J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–4, 2018, [Online]. Available: <https://media.neliti.com/media/publications/287658-solar-charge-controllers-using-mppt-and-66d6c4aa.pdf>.
- [17] D. A. S. HIWALE, M. V.PATIL, and H. VINCHURKAR, "An Efficient MPPT Solar Charge Controller," *Int. J. Adv. Res. Electr. Electron. Instrum. Eng.*, vol. 3, no. 7, pp. 10505–10511, 2014, doi: 10.15662/ijareeie.2014.0307017.
- [18] S. Suwarno and F. Zambak, "Optimalisasi Kecepatan Putaran Motor Listrik Sebagai Beban Pada PLTS 5 kWp (Aplikasi: Laboratorium Balai Besar Pengembangan Dan Penjamin Mutu Pendidikan Vokasi Bidang Bangunan Dan Listrik Medan)," *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi)*, 2022, [Online]. Available: <http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RELE/article/view/10784%0Ahttp://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RELE/article/download/10784/7341>.
- [19] R. V. A. Monteiro, B. C. Carvalho, A. B. De Vasconcelos, F. N. De Lima, A. L. A. Da Fonseca, and T. I. R. De Carvalho Malheiro, "LED tubular lamps and tubular fluorescent: Power quality," *Proc. Int. Conf. Harmon. Qual. Power, ICHQP*, pp. 400–404, 2014, doi: 10.1109/ICHQP.2014.6842778.

- [20] A. Chumaidy and J. I. Moh Kahfi Jagakarsa -Jakarta Selatan, “Analisa Perbandingan Penggunaan Lampu Tl, Cfl Dan Lampu Led (Studi Kasus Pada Apartemen X),” *Sinusoida*, vol. XIX, no. 1, pp. 1–8, 2017.
- [21] E. E. Zondra, “Optimalisasi Pencahayaan Ruangan Gedung Perkantoran Menggunakan Logika Fuzzy Di Pt Pertamina (Persero) Ru li Production Sei Pakning,” *Inovtek Polbeng*, vol. 8, no. 2, p. 225, 2018, doi: 10.35314/ip.v8i2.756.
- [22] B. Guntur and G. M. Putro, “Analisis Intensitas Cahaya Pada Area Produksi Terhadap Keselamatan Dan Kenyamanan Kerja Sesuai Dengan Standar Pencahayaan,” *Opsi*, vol. 10, no. 2, p. 115, 2017, doi: 10.31315/opsi.v10i2.2106.
- [23] D. Haryanto, E. Karyanta, and Paidjo, “Kuat Penerangan (Iluminasi) Ruang Kendali Utama Untai Uji Termohidrolika Ptrkn-Batan,” *Sigma Epsil*. ISSN 0853-9103, vol. 12, no. 1, pp. 29–34, 2008.