

TUGAS AKHIR

ANALISIS KINERJA BATERAI PLTS UNTUK PENERANGAN LAMPU JALAN DI JL. PERTEMPURAN KECAMATAN MEDAN BARU KOTA MEDAN

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Pada Fakultas Teknik Elektro
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun oleh:

RAIHAN ZHAFRAN

2007220031



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Raihan Zhafran

NPM : 2007220031

Program Studi : Teknik Elektro

Judul Skripsi : Analisis Kinerja Baterai PLTS Untuk Penerangan Lampu Jalan di Jalan Pertempuran Kecamatan Medan Baru Kota Medan

Bidang Ilmu : Energi Baru Terbarukan

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 29 September 2024

Mengetahui dan menyetujui :

Dosen Pembimbing

Noorly Evalina S.T, M.T

Dosen Penguji I



Rimbawati S.T, M.T

Dosen Penguji II



Rahmat Fauzi Siregar S.T, M.T

Program Studi Teknik Elektro

ketua



Faisal Ihsan Pasaribu S.T, M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dbawah ini:

Nama : Raihan Zhafran

Tempat/Tanggal Lahir : Medan, 29.09.2002

NPM : 2007220031

Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya bahwa laporan tugas akhir saya yang berjudul :

“Analisis Kinerja Baterai PLTS Untuk Penerangan Lampu Jalan di Jalan Pertempuran Kecamatan Medan Baru Kota Medan”

Bukan merupakan hasil plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan aterial dan nonmaterial, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis tugas akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari di duga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh tim fakultas yang di bentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik deprogram studi teknik elektro, Fakultas Teknik, Universitas muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 18 Oktober 2024



Raihan Zhafran

ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menjadi alternatif sumber energi terbarukan dan ramah lingkungan untuk memenuhi kebutuhan energi listrik saat ini. Baterai merupakan salah satu solusi penyimpanan energi untuk sistem PLTS. Penelitian ini membahas tentang “Analisis Kinerja Baterai PLTS Untuk Penerangan Lampu Jalan di Jalan Pertempuran Kecamatan Medan Baru Kota Medan”. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kinerja baterai, menganalisis intensitas cahaya lampu untuk penerangan jalan serta menganalisis jumlah konsumsi baterai pada penerangan lampu jalan. Adapun hasil yang di dapatkan memiliki kapasitas 100ah dan bertegangan 12V, Jumlah konsumsi energi baterai dari hasil penyimpanan pada PLTS untuk lampu penerangan lampu jalan di jl. pertempuran kecamatan medan baru kota medan yaitu sebesar 1152 Wh.

Kata Kunci: Pembangkit Listrik Tenaga Surya, Energi Terbarukan, Baterai

ABSTRAK

Solar Power Plants (PLTS) are an alternative source of renewable and environmentally friendly energy to meet current electrical energy needs. Batteries are one of the energy storage solutions for PLTS systems. This study discusses 'Analysis of PLTS Battery Performance for Street Lighting on Jalan Perang, Medan Baru District, Medan City.' The purpose of this study is to analyze battery performance, analyze the light intensity of lamps for street lighting and analyze the amount of battery consumption in street lighting. The results obtained have a capacity of 100ah and a voltage of 12V, the amount of battery energy consumption from storage results in PLTS for street lighting on Jl. Pertempuran, Medan Baru District, Medan City is 1152 Wh.

Keywords: Solar Power Plant, Renewable Energy, Battery

KATA

PENGHANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur kita panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya kepada kita semua sehingga saya dapat menyelesaikan tugas Metode Penelitian di Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Jl.Kapten Muckhtar Basri No.3 Medan.

Dimana penelitian ini adalah suatu mata kuliah yang harus dilaksanakan oleh mahasiswa/i Teknik Elektro dan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Dan hasil akhir penelitian ini dilampirkan pada sebuah laporan yang wajib diselesaikan untuk mahasiswa.

Dalam penulisan laporan ini kami menyadari masih banyak kekurangan baik dalam penulisan maupun dalam susunan kalimat yang mana saya mengharapkan saran dari berbagai pihak demi kesempurnaan laporan ini.

Dalam kesempatan yang berbahagia ini, dengan segenap hati. Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah banyak memberikan motivasi kepada kami didalam penyusunan laporan ini, terutama kepada :

1. Kedua orang tua yang telah memberikan kasih sayangnya yang tidak ternilai kepada saya dan segala support nya dalam pengerjaan laporan akhir saya sehingga saya dapat menyelesaikan laporan dengan lancar.
2. Bapak Munawar Alfansury Siregar, ST, MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Faisal Irsan Pasaribu, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Ibu Noorly Evalina ST, MT. Selaku Pembimbing Tugas Akhir Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis menyadari sepenuhnya bahwa proposal ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang relevansinya dengan penyempurnaan tugas akhir ini sangat penulis harapkan. Kritik dan saran sekecil apapun akan penulis perhatikan dan pertimbangkan guna penyempurnaan tugas akhir ini.

Akhir kata semoga laporan tugas akhir ini bagi pembaca siapa saja yang melihat isi bahan atau sebagai pembanding

Wassalamualaikum wr wb

Medan, 03 April 2024
Penyusun

RAIHAN ZHAFRAN

DAFTAR ISI

| | |
|---|------------|
| TUGAS AKHIR ANALISIS KINERJA BATERAI PLTS UNTUK PENERANGAN LAMPU JALAN DI JL. PERTEMPURAN KECAMATAN MEDAN BARU KOTA MEDAN..... | 1 |
| KATA PENGHANTAR..... | i |
| DAFTAR ISI | iii |
| DAFTAR GAMBAR | vi |
| DAFTAR TABEL | vii |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Identifikasi Masalah | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah..... | 3 |
| 1.4 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.5 Tujuan Penelitian..... | 3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| 2.1 Landasan Teori | 4 |
| 2.2 Baterai | 7 |
| 2.2.1 Jenis-Jenis Baterai | 8 |
| 2.2.2. Konstruksi Baterai | 10 |
| 2.2.3 Prinsip Kerja Baterai | 10 |
| 2.3 Inverter | 12 |
| 2.4 Intensitas Cahaya..... | 15 |
| 2.5 <i>Miniature Circuit Breaker</i> | 16 |
| 2.5.1 Pengertian MCB 1 Phasa..... | 16 |
| 2.5.2 Pengertian MCB 3 Phasa..... | 17 |

| | |
|---|-----------|
| 2.6 Sel Surya (<i>photovoltaic</i>)..... | 17 |
| 2.6.1 Kelebihan dan Kekurangan | 19 |
| 2.6.2 Semi Konduktor Pada Sel surya..... | 21 |
| 2.6.3 Hubungan antara rangkaian seri dan paralel dalam solar sel..... | 21 |
| 2.7 <i>Solar Charge Controller</i> | 23 |
| 2.8 Tang Ampere | 25 |
| 2.9 Perancangan Tiang Lampu | 26 |
| 2.10 Lampu Led | 27 |
| 2.11 Lampu jalan..... | 29 |
| 2.11.1 Jenis Lampu Jalan | 31 |
| 2.11.2 Fungsi Lampu Jalan..... | 32 |
| 2.12 Current Transformator (CT)..... | 32 |
| 2.13 Jenis Tiang Lampu Penerangan Jalan Umum (PJU)..... | 35 |
| 2.13.1 Bahan – Bahan Dasar Pada Lampu Jalan..... | 37 |
| 2.13.2 Komponen Tiang PJU..... | 38 |
| 2.14 Daya Listrik..... | 38 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | 41 |
| 3.1 Tempat dan Waktu | 41 |
| 3.1.1 Tempat | 41 |
| 3.2 Alat dan Bahan | 42 |
| 3.3 Tahapan Penelitian | 47 |
| 3.4 Bagian Akhir Penelitian | 48 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 49 |
| 4.1 Deskripsi Umum | 49 |

| | |
|---|-----------|
| 4.2 Tiang Lampu dan Penerangan Jalan..... | 49 |
| 4.3 Perhitungan Iluminasi dan Luminasi Lampu | 50 |
| 4.4 Perhitungan Penentuan Panel Surya..... | 52 |
| 4.5 Pengisian dan Pengosongan Baterai..... | 52 |
| 4.6 Perhitungan Pengaman..... | 53 |
| 4.7 Data PLTS Lampu Jalan Pada Hari Pertama..... | 54 |
| 4.8 Data PLTS Lampu Jalan Pada Hari Kedua..... | 55 |
| 4.9 Data PLTS Lampu Jalan Pada Hari Ketiga | 56 |
| 4.10 Data Pengukuran Terhadap Baterai Pada Hari Pertama..... | 57 |
| 4.11 Data Hasil Pengukuran Terhadap Baterai Pada Hari Kedua | 58 |
| 4.12 Data Hasil Pengukuran Terhadap Baterai Pada Hari Ketiga..... | 59 |
| BAB V PENUTUP | 60 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 60 |
| 5.2 Saran..... | 61 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 62 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2. 2 Baterai | 8 |
| Gambar 2. 3 Inverter | 15 |
| Gambar 2. 4 MCB | 16 |
| Gambar 2. 5 Panel Surya..... | 18 |
| Gambar 2. 6 Solar Charger Controller (SCC) | 24 |
| Gambar 2. 7 Perancangan Tiang Lampu | 27 |
| Gambar 2. 8 Perletakan Jarak Antara Tiang Lampu..... | 27 |
| Gambar 2. 9 Lampu LED | 28 |
| Gambar 2. 10 Current Transformator | 33 |
| Gambar 2. 11 Tipe Lampu Penerangan Jalan Umum (PJU) | 37 |
| Gambar 3. 1 Tang Ampere | 42 |
| Gambar 3. 2 Lux Meter | 43 |
| Gambar 3. 3 Panel Surya Monocrystalline..... | 43 |
| Gambar 3. 4 Baterai | 44 |
| Gambar 3. 5 Lampu..... | 45 |
| Gambar 3. 6 Solar Charger Controller (SCC) | 45 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2. 1 Persamaan segitiga daya..... | 40 |
| Tabel 3. 1 Waktu Penelitian..... | 41 |
| Tabel 3. 2 Spesifikasi Panel Surya Monocrystalline 240wp | 44 |
| Tabel 3. 3 Spesifikasi Baterai | 44 |
| Tabel 3. 4 Spesifikasi Lampu Led | 45 |
| Tabel 3. 5 Spesifikasi SCC | 46 |
| Tabel 4. 1 Data Hasil PLTS Hari 1 | 54 |
| Tabel 4. 2 Hasil PLTS Hari Kedua | 55 |
| Tabel 4. 3 Hasil PLTS Hari Ketiga..... | 56 |
| Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran Baterai hari ke 1 | 57 |
| Tabel 4. 5 Hasil Pengukuran Baterai Hari ke 2 | 58 |
| Tabel 4. 6 Hasil Pengukuran Baterai Hari ke 3 | 59 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menjadi pilihan alternatif sumber energi terbarukan dan ramah lingkungan untuk memenuhi kebutuhan energi listrik saat ini. Namun, sistem PLTS memerlukan penyimpanan energi agar dapat beroperasi secara efisien dan terus menerus meskipun tidak ada cahaya matahari. Baterai merupakan salah satu solusi penyimpanan energi untuk sistem PLTS.

Penerangan Jalan Umum (PJU) merupakan layanan publik yang penting yang dapat mempengaruhi tingkat aktivitas manusia, dalam memberi keselamatan bagi pengendara dan pejalan kaki. Fenomena-fenomena inilah yang akan menimbulkan terjadinya dampak negatif dari kurang optimalnya pencahayaan dari lampu penerangan jalan umum yang dihasilkan. Timbulnya dampak negatif, seperti tindak kriminal atau kejahatan, bertambahnya angka kecelakaan yang terjadi, dan gangguan kesehatan pada mata. Dengan demikian, Penerangan Jalan Umum perlu ditata sedemikian rupa baik dilihat dari jenis tiang, lampu dan warna lampu yang beraneka macam dengan badan jalan yang mempengaruhinya dan juga dapat dilihat dari segi keindahan.

Performa baterai sangat penting bagi sistem tenaga surya karena menentukan tingkat ketersediaan energi dan masa pakai baterai. Oleh karena itu, analisis kinerja baterai sangat penting untuk mengetahui keandalan dan efisiensi sistem tenaga surya. Tujuan dari analisis kinerja baterai sistem tenaga surya adalah untuk menentukan bagaimana kinerja baterai saat memberikan energi ke dalam kondisi tidak adanya sinar matahari. Pada sistem pembangkit listrik tenaga surya, energi yang dihasilkan oleh sinar matahari perlu disimpan dalam baterai agar dapat digunakan meskipun tidak ada sinar matahari atau pada saat beban listrik tinggi. Selain itu, analisis ini juga dapat membantu dalam mengoptimalkan kinerja baterai dan memperpanjang masa pakai baterai.

Baterai yang berkualitas dan mahal sekalipun jika penggunaannya tidak benar akan mengakibatkan umur baterai tidak akan bertahan lama, dan cenderung cepat rusak. Kesalahan yang sering banyak terjadi di masyarakat adalah seperti overcharge ini terjadi akibat baterai sudah kondisi 100% tetapi masih dalam keadaan *charging*. Kondisi ini bisa menyebabkan terjadinya elektrolisis sehingga nantinya akan terbentuknya gas serta hilangnya air dalam baterai. Kemudian pengaturan beban yang tidak seimbang akan mengakibatkan baterai cepat rusak. Maka dari itu perlu adanya pengaturan yang optimal dan tepat sasaran, serta pengetahuan tentang perawatan baterai agar energi listrik yang dihasilkan dapat dimanfaatkan secara maksimal dalam penyimpanan baterai dan bisa bertahan lama.

Oleh karena itu, penting untuk menganalisis kinerja baterai dalam sistem PLTS. Analisis ini akan membantu dalam menentukan kapasitas baterai yang optimal dan memastikan sistem PLTS dapat beroperasi secara efisien dan memenuhi kebutuhan energi listrik

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang telah diuraikan maka peneliti mengangkat judul tentang “**Analisis Kinerja Baterai PLTS Untuk Penerangan Lampu Jalan di Jl. Pertempuran Kecamatan Medan Baru Kota Medan**”.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dijelaskan diatas, maka adapun identifikasi masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Analisis kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk penerangan jalan dapat mencakup efisiensi oprasional sistem, termasuk kinerja sistem PLTS dalam menghasilkan listrik yang baik untuk kebutuhan penerangan jalan.
2. Penerangan Jalan Umum (PJU) merupakan layanan publik yang penting yang dapat mempengaruhi tingkat aktivitas manusia, dalam memberi keselamatan bagi pengendara dan pejalan kaki.

3. Mempertimbangkan efektivitas pencahayaan yang dihasilkan oleh PLTS untuk penerangan jalan. Dengan meliputi evaluasi terhadap tingkatan kecerahan, cakupan penerangan dan ketahanan terhadap cuaca atau kondisi lingkungan.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penulis hanya fokus dalam menganalisis kinerja baterai PLTS untuk lampu jalan.
2. Penulis hanya membahas kinerja baterai PLTS untuk lampu penerangan jalan.

1.4 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kinerja baterai PLTS untuk penerangan lampu jalan di jl. pertempuran kecamatan medan baru kota medan
2. Bagaimana intensitas cahaya lampu terhadap penerangan jalan dan pengaruh cahaya bagi kelayakan mata.
3. Berapa jumlah konsumsi energi baterai dari hasil penyimpanan pada PLTS untuk lampu penerangan lampu jalan di jl. pertempuran kecamatan medan baru kota medan

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis kinerja baterai PLTS untuk lampu penerangan lampu jalan di jl. pertempuran kecamatan medan baru kota medan
2. Menganalisis intensitas cahaya lampu terhadap penerangan jalan dan pengaruh cahaya bagi kelayakan mata.
3. Menganalisis berapa jumlah konsumsi energi baterai dari hasil penyimpanan pada PLTS untuk lampu penerangan lampu jalan di jl. pertempuran kecamatan medan baru kota medan

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

Menurut Mustiadi & Lusiana (2023) Indonesia memiliki potensi lebih dari 200 GW dengan efisiensi *photovoltaik* 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).

Menurut Sapto Prayogo (2019) Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang menggunakan inverter jenis *on/off grid tie inverter* adalah tidak dilengkapi dengan mekanisme kontrol penyimpanan daya ke baterai. Dimana pada saat bekerja sebagai *on grid inverter* maka baterai seharusnya terlepas dari inverter hal ini ditujukan untuk menghindari baterai terjadi *over discharge* karena daya keluaran pada inverter saat *on grid* akan bekerja maksimum dengan adanya MPPT. Sementara pada saat *off grid*, baterai harus terhubung dengan inverter untuk menstabilkan daya keluaran inverter karena adanya fluktuasi radiasi matahari dan beban AC. Pada penelitian ini dikembangkan sistem manajemen baterai untuk mengatur mekanisme pengisian dan pembebanan baterai pada inverter jenis *on/off grid*. Sistem manajemen baterai akan mengatur mekanisme pengisian baterai pada saat bekerja sebagai *on grid* inverter dan mengatur interkoneksi ke inverter pada saat bekerja sebagai *off grid* inverter, khususnya untuk mengantisipasi kondisi *over charge* dan *over discharge*.

Berdasarkan data dari IESR (2019) 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.

MenurutAzzahra et al., (2020) Dalam penelitian ini dengan Penelitian yang dilakukannya, dengan berlimpahnya sumber energi surya yang belum dimanfaatkan secara optimal, sedangkan di sisi lain ada sebagian wilayah Indonesia yang belum terlistriki karena tidak terjangkau oleh jaringan listrik PLN, sehingga Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan sistemnya yang modular dan mudah dipindahkan merupakan salah satu solusi yang dapat dipertimbangkan sebagai salah satu pembangkit listrik alternatif.

Menurut Sihombing DTB, Kasim ST, (2013) Telah meneliti bahwa Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya merupakan sebuah alternatif yang murah dan hemat untuk digunakan sebagai sumber listrik penerangan karena menggunakan sumber energi gratis dan tak terbatas dari alam yaitu energi matahari. Lampu Jalan Umum Tenaga Surya (PJU - TS) menggunakan Modul/Panel Surya dengan lifetime hingga 25 tahun yang berfungsi menerima cahaya (sinar) matahari yang kemudian diubah menjadi listrik melalui proses photovoltaic. Lampu ini secara otomatis dapat mulai menyala pada sore hari dan padam pada pagi hari dengan perawatan yang mudah dan efisien selama bertahun tahun. Lampu Jalan Umum Tenaga Surya menggunakan Lampu LED jenis hi-power yang sangat terang, hemat energi dan tahan lama.

Menurut Gifson et al., (2021) Dalam hal ini penelitian yang bertujuan untuk melakukan Penerangan Jalan Umum (PJU) merupakan layanan publik yang penting yang dapat mempengaruhi tingkat aktivitas manusia, dalam memberi keselamatan bagi pengendara dan pejalan kaki. Fenomena-fenomena inilah yang akan menimbulkan terjadinya dampak negatif dari kurang optimalnya pencahayaan dari lampu penerangan jalan umum yang dihasilkan. Timbulnya dampak negatif, seperti tindak kriminal atau kejahatan, bertambahnya angka kecelakaan yang terjadi, dan

gangguan kesehatan pada mata. Dengan demikian, Penerangan Jalan Umum perlu ditata sedemikian rupa baik dilihat dari jenis tiang, lampu dan warna lampu yang beraneka macam dengan badan jalan yang mempengaruhinya dan juga dapat dilihat dari segi keindahan (estetika).

Menurut MAKKULAU et al., (2022) Pada penelitian sebelumnya para peneliti sudah melihat bahwa. Pemerintah melakukan upaya peningkatan pemanfaatan energi matahari untuk pembangkit listrik dengan membangun PLTS Terpusat maupun PLTS Hybrid di wilayah-wilayah yang belum terjangkau listrik di seluruh pelosok Indonesia. Upaya Pemerintah ini turut mendukung berkembangnya industri surya nasional. Permasalahan yang sedang dihadapi oleh mitra adalah kurangnya edukasi tentang pemanfaatan PLTS untuk lampu Penerangan Jalan Umum. Sehingga, pada daerah tersebut perlu diberikan edukasi terkait perkembangan energi baru dan terbarukan dengan pemanfaatan energi surya sebagai sumber utamanya. Dengan adanya kegiatan edukasi ini, akan memberikan informasi berupa pengetahuan dan pemahaman mengenai pentingnya penggunaan dan pemanfaatan energi surya (PLTS) untuk lampu penerangan jalan umum. Diharapkan melalui kegiatan edukasi pemanfaatan PLTS ini akan membuka pola pikir masyarakat untuk mulai menggunakan pembangkit listrik tenaga surya berskala kecil, seperti aplikasi pada lampu penerangan jalan umum dengan memanfaatkan energi surya.

Menurut Wati et al., (2023) Lampu jalan atau dikenal juga sebagai Penerangan Jalan Umum (PJU) merupakan lampu yang digunakan untuk penerangan jalan di malam hari sehingga mempermudah pengguna jalan melihat dengan lebih jelas jalan yang akan dilalui pada malam hari, sehingga dapat meningkatkan keselamatan lalu lintas dan keamanan. Fungsi utama lampu penerangan jalan umum (PJU) adalah memberikan pencahayaan buatan bagi pengguna jalan sehingga mereka merasa aman dalam melakukan aktivitas perjalanan di malam hari.

2.2 Baterai

Fungsi dari baterai itu sendiri ialah menyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya disimpan dalam baterai. Baterai digunakan untuk menyimpan energi berlebih dari panel surya pada siang hari, sehingga energi tersebut dapat digunakan pada malam hari atau saat cuaca buruk ketika panel surya tidak menghasilkan listrik yang cukup. Baterai yang umum digunakan dalam PLTS *Off-Grid* adalah baterai asam timbal (*lead-acid*) atau baterai *lithium-ion*.

Untuk keperluan PLTS *off-grid*, baterai jenis apa pun pasti memiliki *life cycle*. Jadi, jika Anda merasa performa baterai menurun, hal itu tidak selalu menunjukkan kebocoran. Alasan lainnya adalah bisa juga karena *life cycle* baterai yang memang sudah semakin pendek. Selain itu, performa baterai yang menurun juga bisa disebabkan oleh kesalahan dalam penggunaan baterai.

Untuk keperluan PLTS *off-grid*, baterai jenis apa pun pasti memiliki *life cycle*. Jadi, jika Anda merasa performa baterai menurun, hal itu tidak selalu menunjukkan kebocoran. Alasan lainnya adalah bisa juga karena *life cycle* baterai yang memang sudah semakin pendek. Selain itu, performa baterai yang menurun juga bisa disebabkan oleh kesalahan dalam penggunaan baterai. Alternatif lain untuk PLTS adalah baterai *lead acid*. Terkadang, baterai jenis ini juga disebut sebagai baterai *deep cycle* karena memiliki masa pakai yang panjang. Baterai *lead acid* dibagi lagi menjadi dua kategori, yaitu *Flooded Lead Acid* (FLA) dan *Valve-Regulated Lead Acid Battery* (VLRA).



Gambar 2. 1 Baterai

2.2.1 Jenis-Jenis Baterai

Jenis-jenis Baterai Ada beberapa jenis baterai, yaitu :

a. Baterai Asam

Baterai asam yang bahan elektrolitnya (sulfuric acid = H_2SO_4). Didalam baterai asam, elektroda terdiri dari plat timah peroksida PbO_2 sebagai anoda (kutub positif) dan timah murni katoda (kutub negatif).

b. Baterai Alkali

Baterai alkali bahan elektrolitnya adalah larutan alkali yang terdiri dari:

- *Nickel iron alkaline battery Ni-Fe Battery*
- *Nickel cadmium alkaline battery Ni Cd*

Baterai pada umumnya yang paling banyak digunakan adalah baterai alkali. Besarnya kapasitas baterai tergantung dari banyaknya bahan aktif pada plat positif maupun plat negatif yang bereaksi, dipengaruhi oleh jumlah plat tiap tiap sel, Ukuran dan tebal plat, kualitas elektrolit serta umur baterai. Kapasitas energi suatu baterai dinyatakan dalam ampere jam (Ah), misalkan kapasitas 100 Ah 12 volt artinya secara ideal arus yang dapat dikeluarkan sebesar 5 ampere selama 20 jam pemakaian.

Besar kecilnya tegangan baterai ditentukan oleh banyak sedikitnya sel baterai yang ada didalamnya. Sekalipun demikian, arus hanya akan mengalir bila ada konduktor dan beban yang dihubungkan ke baterai. Kapasitas baterai menunjukkan kemampuan baterai untuk mengeluarkan arus (*discharging*) selama waktu tertentu.

Pada saat baterai diisi (*charging*), terjadilah penimbunan muatan listrik. Jumlah maksimum muatan listrik yang dapat ditampung oleh baterai disebut kapasitas baterai dan dinyatakan dalam bentuk ampere dam (*Ampere hour*) (Hamid, Rizky, Amin, & Dharmawan, 2016).

Kapasitas baterai dapat dinyatakan dengan persamaan berikut ini:

$$N \text{ (Ah)} = I \text{ (ampere)} \times t \text{ (hours)}$$

Dimana :

N = kapasitas baterai aki

I = kuat arus (*ampere*)

t = waktu (jam/sekon)

Pada sistem pembangkit Listrik tenaga surya ini dibutuhkan sumber tenaga yang berguna untuk menyimpan energi listrik agar digunakan pada waktu tertentu sehingga daya listrik yang dihasilkan dapat digunakan secara langsung maupun tersimpan pada baterai. Untuk perhitungannya ditentukan dari energi yang dibutuhkan yaitu sebesar 1152 Wh dan tegangan baterai sebesar 12 volt maka kapasitas baterai dapat ditentukan sebagai berikut:

$$E = P \times t \text{ (Wh)}$$

$$E = V \times I \times t \text{ (Wh)}$$

$$1152 = 12 \times I \times t \text{ (Wh)}$$

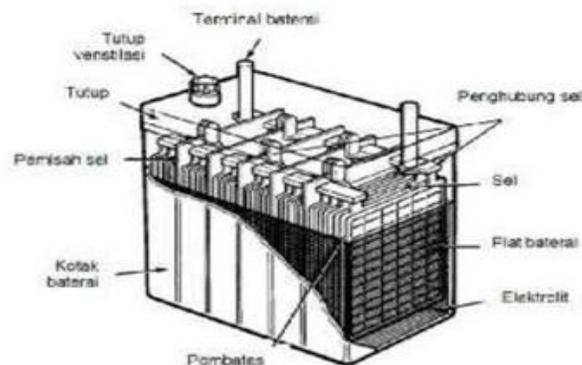
$$I \cdot t = 96 \text{ (Ah)}$$

Didapatkan perhitungan untuk kapasitas baterai sebesar 96 Ah, dengan menyesuaikan kondisi yang ada maka baterai yang dipakai adalah baterai yang memiliki kapasitas 100 Ah.

2.2.2. Konstruksi Baterai

Komponen – komponen baterai terdiri atas:

- Kotak baterai
- Elektrolit baterai
- Sumbat Ventilasi
- Plat positif dan plat negatif
- Separator
- Lapisan serat gelas (Fiber Glass)
- Sel baterai



2.2.3 Prinsip Kerja Baterai

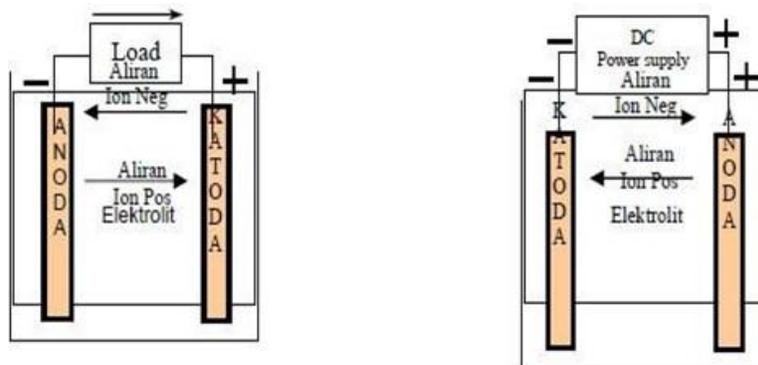
Menurut Peneliti (Evalina et al., 2023) Baterai merupakan perangkat yang terdiri dari dua atau lebih sel elektrokimia yang mengubah energi kimia yang tersimpan menjadi energi listrik. Setiap sel memiliki kutub positif (katode) dan kutub negatif (anode), kutub yang bertanda positif menunjukkan bahwa ia memiliki energi potensial yang lebih tinggi daripada kutub yang bertanda negatif, kutub yang bertanda negatif merupakan sumber elektron yang ketika dihubungkan ke sirkuit eksternal akan mengalir dan memberikan energi ke peralatan eksternal, ketika baterai dihubungkan ke sirkuit eksternal, elektrolit dapat bergerak sebagai ion di dalamnya, sehingga terjadi reaksi kimia di kedua kutub, perpindahan ion dalam baterai akan

menguras arus listrik keluar dari baterai sehingga terjadi kerja, teknologi baterai memiliki beberapa sel.

Baterai merupakan perangkat yang mampu menghasilkan tegangan Dc (Disc Current), yaitu dengan cara mengubah energi kimia yang terkandung didalamnya menjadi energi listrik melalui reaksi elektro kimia, Redoks (Reduksi-Oksidasi). Baterai terdiri dari beberapa sel listrik, sel listrik tersebut menjadi penyimpan energi listrik dalam bentuk energi kimia. Sel baterai tersebut terdiri dari elektroda negatif dan elektroda positif. Elektroda negatif disebut katoda, yang berfungsi sebagai pemberi elektron. Elektroda positif disebut anoda, berfungsi sebagai penerima elektron. (Evalina et al., (2023)

Antara anoda dan katoda akan mengalir arus yaitu dari kutub positif ke kutub negatif. Sedangkan elektron akan mengalir dari kutub negatif ke kutub positif.

1. Proses pengosongan pada sel berlangsung menurut gambar 2.12. jika sel dihubungkan dengan beban maka, elektron mengalir dari anoda melalui beban katoda, kemudian ion-ion negatif mengalir ke anoda dan ion-ion positif akan mengalir ke katoda
2. Proses pengisian menurut gambar 2.12 dibawah adalah bila sel yang dihubungkan dengan power supply maka elektroda positif menjadi anoda dan elektroda negatif menjadi katoda dan proses kimia yang terjadi adalah sebagai berikut:



Proses pengosongan dan pengisian baterai

- a. Aliran electron menjadi terbalik, mengalir dari anoda melalui power supply ke katoda.
- b. Ion – ion negative mengalir dari katoda ke anoda.
- c. Ion-ion positif mengalir dari anoda ke katoda jadi, reaksi kimia pada saat pengisian aalah kebalikan dari saat pengosongan.

2.3 Inverter

Inverter pada PLTS merupakan komponen atau alat pada sistem panel surya. Inverter bisa mengubah arus DC yang dihasilkan panel surya menjadi arus listrik AC.

Saking pentingnya, inverter disebut otak dari keseluruhan sistem panel surya. Sebagai informasi, inverter pada sistem panel surya ini akan menghasilkan arus listrik DC. Agar arus listrik tersebut bisa digunakan untuk pemenuhan kebutuhan sehari-hari, Anda bisa menggunakan alat yang bernama inverter tersebut.

Pada dasarnya inverter merupakan sebuah alat yang membuat tegangan bolak-balik dari tegangan searah dengan cara pembentukan gelombang tegangan. Namun gelombang tegangan yang terbentuk dari inverter tidak berbentuk sinusoida melainkan berbentuk gelombang dengan persegi. Pembentukan tegangan AC tersebut dilakukan dengan menggunakan dua pasang saklar. Berikut ini merupakan gambar yang akan menerangkan prinsip kerja inverter dalam pembentukan gelombang tegangan persegi.

Adapun fungsi dari inverter itu sendiri adalah:

1) Mengubah Arus

Fungsi inverter pada panel surya yang pertama adalah mengubah arus listrik. Tanpa adanya inverter, panel surya tidak bisa digunakan karena arus listriknya masih DC alias searah. Agar bisa digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik sehari-hari, arus DC harus diubah menjadi arus bolak balik atau AC.

2) Impor Kelebihan Daya

Fungsi inverter pada panel surya selanjutnya adalah impor kelebihan daya yang dihasilkan oleh sistem panel surya yang dihasilkan ke jaringan PLN. Daya inilah yang kemudian digunakan saat panel surya tersebut berhenti saat malam hari. Selain itu, beberapa inverter akan melakukan *charge* ke baterai sistem panel surya *On Grid* dan baterai *Off Grid* atau *Stand Alone*.

3) Menstabilkan Tegangan

Fungsi selanjutnya adalah untuk menstabilkan tegangan. Daya yang terisi pada baterai harus berada di tegangan yang optimal agar bisa dimanfaatkan dengan baik. Selain itu, inverter akan memungkinkan Anda untuk bisa melihat kinerja sistem energi tenaga surya yang ada.

4) Ekspor Listrik

Pada beberapa jenis inverter yang paling baru memiliki fungsi melakukan ekspor listrik ke jaringan yang ada atau grid. Ada beberapa model, inverter memiliki fungsi yang jauh lebih kompleks. Fungsi tersebut adalah memantau kinerja sistem PLTS secara keseluruhan. Secanggih apapun sistem panel surya tetap membutuhkan inverter. Tujuannya agar listrik yang dihasilkan mampu berfungsi dengan baik.

Adapun kelebihan dan kekurangan inverter sebagai berikut:

Kelebihan Inverter:

1. **Efisiensi Energi Tinggi:** Inverter umumnya memiliki tingkat efisiensi energi yang tinggi, memungkinkan konversi daya listrik yang lebih efisien.
2. **Kontrol Kecepatan Motor:** Inverter digunakan untuk mengontrol kecepatan motor, sehingga dapat mengoptimalkan penggunaan energi dan meningkatkan efisiensi operasional.
3. **Reduksi Kerugian Energi:** Dengan mengubah arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC) dan memanipulasi frekuensinya, inverter dapat mengurangi kerugian energi dalam sistem tenaga listrik.
4. **Fleksibilitas Penggunaan:** Inverter digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk sistem tenaga surya, pengendalian motor, dan peralatan elektronik rumah tangga.

5. **Pengurangan Pemakaian Daya Puncak:** Dalam beberapa aplikasi, inverter dapat digunakan untuk mengurangi pemakaian daya puncak dengan mengoptimalkan penggunaan energi.

Kelemahan Inverter:

1. **Biaya Awal Tinggi:** Inverter seringkali memiliki biaya awal yang tinggi, terutama untuk sistem yang lebih canggih atau berdaya tinggi.
2. **Ketidak stabilan Tegangan:** Inverter dapat menyebabkan fluktuasi tegangan, terutama jika tidak diatur dengan baik, yang dapat merusak peralatan elektronik sensitif.
3. **Kerugian Daya Sendiri:** Inverter memiliki kerugian daya sendiri saat melakukan konversi energi, yang dapat mengurangi efisiensi sistem secara keseluruhan.
4. **Kemungkinan Peningkatan Kebisingan:** Beberapa inverter dapat menghasilkan kebisingan, terutama pada frekuensi tinggi, yang dapat mengganggu lingkungan atau pengguna di sekitarnya.
5. **Memerlukan Perawatan dan Perbaikan:** Seperti perangkat elektronik lainnya, inverter memerlukan perawatan dan perbaikan periodik untuk memastikan kinerja optimalnya.

Kelebihan dan kelemahan inverter dapat berbeda tergantung pada aplikasi dan spesifikasinya. Sebelum memilih inverter, penting untuk mempertimbangkan kebutuhan dan kondisi penggunaannya untuk memastikan bahwa inverter yang dipilih sesuai dengan kebutuhan spesifik.



SMA Sunny Boy

Gambar 2. 2 Inverter

2.4 Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya atau tingkat pencahayaan adalah besaran yang menggambarkan seberapa banyak cahaya yang jatuh pada suatu permukaan per satuan luas. Satuan yang digunakan untuk mengukur intensitas cahaya adalah *lux* (lx), yang merupakan satuan SI atau Sistem Satuan Internasional. Satu *lux* sama dengan satu lumen per meter persegi. *Lux meter* dapat digunakan untuk mengetahui besaran intensitas cahaya pada ruangan yang diuji untuk mengetahui apakah penerangannya sudah cukup atau belum. Dengan mengetahui intensitas cahaya pada suatu ruangan, kita dapat menentukan lampu yang tepat untuk dipasang pada setiap ruangan.

$$i = \frac{P}{A}$$

di mana:

I = Intensitas matahari (W/m²)

P = Daya matahari yang diterima oleh suatu luasan (W)

A = Luas area yang menerima radiasi matahari (m²)

Rumus ini menyatakan bahwa intensitas matahari (I) adalah rasio daya matahari (P) yang diterima oleh suatu area (A). Jika daya matahari diberikan dalam watt (W) dan luas area dalam meter persegi (m²), maka intensitas matahari diukur dalam watt per meter persegi (W/m²).

Rumus ini memberikan pandangan tentang seberapa kuat radiasi matahari yang mencapai suatu lokasi atau permukaan tertentu. Perlu diingat bahwa intensitas matahari dapat bervariasi tergantung pada lokasi geografis, waktu tahun, dan kondisi cuaca.

2.5 Miniature Circuit Breaker

Miniature Circuit Breaker adalah jenis pemutus sirkuit yang dirancang untuk melindungi sirkuit listrik dari arus berlebih dan gangguan arus hubung singkat. MCB umumnya digunakan dalam instalasi listrik rumah tangga dan bangunan komersial kecil hingga menengah. MCB dalam PLTS berfungsi untuk melindungi sirkuit listrik dari arus berlebih dan gangguan arus hubung singkat. Ketika arus melebihi batas yang ditentukan, MCB akan memutuskan sirkuit secara otomatis untuk mencegah kerusakan pada peralatan elektronik atau kebakaran. MCB umumnya digunakan dalam instalasi listrik rumah tangga untuk melindungi sirkuit pencahayaan, stop kontak, dan peralatan rumah tangga lainnya dari arus berlebih. Beberapa MCB dilengkapi dengan indikator status yang menunjukkan apakah MCB dalam keadaan menyala atau dimatikan. Ini membantu dalam pemantauan dan pemeliharaan sirkuit. Fungsi MCB dalam PLTS melibatkan perlindungan terhadap arus berlebih dan konsistensi distribusi daya.



Gambar 2. 3 MCB

2.5.1 Pengertian MCB 1 Fasa

MCB 1 Fasa dapat diartikan sebagai alat pemutus aliran listrik yang memiliki kutub tunggal, sehingga memungkinkan alat ini untuk memutus arus listrik hanya dengan satu tuas saja. Dengan begitu, listrik bisa lebih cepat diputus saat terjadi overload ataupun overheat.

Instalasi MCB 1 Fasa bisa ditemui dengan mudah di instalasi listrik rumah atau berbagai alat elektronik yang umum dipakai sehari-hari. Selain lebih sederhana, MCB ini juga memiliki instalasi yang mudah dan biaya yang cenderung lebih terjangkau.

2.5.2 Pengertian MCB 3 Fasa

MCB 3 Fasa adalah alat pemutus aliran listrik yang memiliki 3 kutub yang berbeda, meskipun antara satu kutub dengan kutub lainnya berhubungan satu sama lain. 3 kutub ini dibutuhkan untuk kontrol listrik yang lebih baik, terutama bila muatan listrik yang diterima memiliki kapasitas yang berbeda.

Instalasi MCB 3 Fasa umumnya diterapkan di tempat-tempat yang membutuhkan listrik tinggi, seperti PLN, gedung, mall, dan lain sebagainya. Setiap kutub ini akan mengatur listrik yang ada di bagian tertentu dan begitupun kutub yang lainnya.

2.6 Sel Surya (*photovoltaic*)

Sel Surya adalah suatu perangkat atau komponen yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek *Photovoltaic*. Yang dimaksud dengan Efek *Photovoltaic* adalah suatu fenomena dimana munculnya tegangan listrik karena adanya hubungan atau kontak dua elektroda yang dihubungkan dengan sistem padatan atau cairan saat mendapatkan energi cahaya. Arus listrik timbul karena adanya energi foton cahaya matahari yang diterimanya berhasil membebaskan elektron-elektron dalam sambungan semikonduktor tipe N dan tipe P untuk mengalir. Pada dasarnya, Sel Surya merupakan Dioda Foto yang memiliki permukaan yang sangat besar. Permukaan luas Sel Surya tersebut menjadikan perangkat Sel Surya ini lebih sensitif terhadap cahaya yang masuk dan menghasilkan Tegangan dan Arus yang lebih kuat dari Dioda Foto pada umumnya. Contohnya, sebuah Sel Surya yang terbuat dari bahan semikonduktor silikon mampu menghasilkan tegangan setinggi 0,5V dan Arus setinggi 0,1A saat terkena cahaya matahari.

Adapun jenis sel surya yang paling banyak digunakan adalah Solar Panel *Monocrystalline Silicon*. Jenis komponen sel surya yang satu ini merupakan jenis yang paling banyak digunakan karena kelebihan yang dimilikinya, sel surya ini terbuat dari silikon yang diiris tipis-tipis dengan menggunakan mesin. Irisan tersebut bisa menjadi lebih tipis dan juga karakteristiknya identik karena penggunaan mesin potong ini.

Jenis sel surya satu ini ini bisa disebut sebagai salah satu sel surya yang paling efisien digunakan. Hal ini disebabkan karena penampangnya dapat menyerap cahaya matahari dengan lebih efisien dibandingkan dengan bahan sel surya yang lainnya.

Efisiensi konversi cahaya matahari menjadi listrik yang dimiliki oleh bahan sel surya ini adalah sekitar 15%. Jumlah ini merupakan salah satu jumlah yang cukup besar jika dibandingkan dengan bahan penyusun sel surya yang lain meski dengan ukuran penampang yang sama.

Panel Surya yang satu ini juga menjadi salah satu yang paling banyak digunakan karena paling cocok untuk kebutuhan sehari-hari. Anda bisa menggunakan berbagai peralatan listrik termasuk Pompa Submersible dengan panel surya ini. Untuk ciri-ciri panel surya monocrystalline silicon ini memiliki warna hitam dan juga bentuk yang tipis seperti yang telah disebutkan sebelumnya berikut adalah contoh gambar panel surya *monocrystalline*.



Gambar 2. 4 Panel Surya

Panel surya yang dipilih terbuat dari sel surya silicon poli-crytalline yang memiliki efisiensi cukup tinggi serta lifetime rata-rata 25 tahun, dimana saat

mencapai umur tersebut tingkat daya panel surya turun hingga 20%. Panel dilengkapi dengan junction box yang tahan air (waterproof) dan konektor IP 67. Untuk mencari efisiensi sel surya, maka harus mencari faktor pengisian (fill faktor) dengan menggunakan :

Dimana :

FF = faktor pengisian / fill factor

V_m = tegangan nominal panel surya (volt)

I_m = arus nominal panel surya (volt)

V_{oc} = tegangan open circuit panel surya (volt)

I_{sc} = arus short circuit panel surya (volt)

F = intensitas radiasi matahari yang diterima 1000 (watt/m²)

S = luas permukaan modul surya (m²)

P = panjang modul sel surya (m)

l = lebar modul sel surya (m)

2.6.1 Kelebihan dan Kekurangan

Adapun beberapa kelebihan dan kekurangan panel surya berikut penjelasannya:

Kelebihan Panel Surya:

1. Energi Bersih dan Ramah Lingkungan:

Panel surya menghasilkan energi listrik tanpa memancarkan polusi udara atau gas rumah kaca, sehingga membantu mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

2. Sumber Energi Terbarukan:

Energi matahari adalah sumber energi terbarukan yang tak terbatas, yang dapat dimanfaatkan selama matahari bersinar, yang artinya selama sebagian besar waktu di sebagian besar wilayah.

3. Pemeliharaan yang Rendah:

Panel surya umumnya memerlukan sedikit pemeliharaan. Mereka tidak memiliki bagian yang bergerak, sehingga risiko kerusakan mekanis lebih rendah.

4. Pengurangan Tagihan Energi:

Dengan menggunakan panel surya, konsumen dapat mengurangi tagihan listrik mereka atau bahkan menghasilkan lebih banyak listrik daripada yang mereka konsumsi, yang dapat dijual kembali ke jaringan listrik.

5. Otonomi Energi:

Sistem panel surya dengan penyimpanan baterai dapat memberikan otonomi energi, memungkinkan pengguna untuk mengandalkan sumber energi mereka sendiri.

Kekurangan Panel Surya:

1. Biaya Awal Tinggi:

Biaya awal pemasangan panel surya cukup tinggi. Meskipun biaya telah menurun dalam beberapa tahun terakhir, investasi awal masih menjadi kendala bagi beberapa orang.

2. Pengaruh Cuaca:

Efisiensi panel surya dipengaruhi oleh cuaca. Mereka tidak dapat menghasilkan energi pada malam hari, dan kinerja mereka dapat berkurang saat cuaca mendung atau hujan.

3. Penggunaan Tanah yang Luas:

Untuk menghasilkan jumlah energi yang signifikan, dibutuhkan sejumlah besar panel surya dan area tanah yang luas, yang bisa menjadi tantangan di daerah dengan keterbatasan lahan.

4. Pembuangan Limbah Elektronik:

Proses produksi dan pembuangan panel surya dapat menghasilkan limbah elektronik yang sulit didaur ulang. Namun, upaya terus dilakukan untuk mengatasi masalah ini.

5. Ketergantungan pada Sumber Energi Surya:

Sistem panel surya sepenuhnya bergantung pada sinar matahari. Ketergantungan ini membuatnya kurang efektif di daerah dengan cakupan matahari rendah atau musim dingin yang gelap.

2.6.2 Semi Konduktor Pada Sel surya

Semikonduktor adalah jenis bahan yang memiliki sifat listrik di antara konduktor dan isolator. Konduktor memiliki daya hantar listrik yang baik, sementara isolator memiliki daya hantar listrik yang rendah. Semikonduktor terletak di antara keduanya, memiliki sifat-sifat yang dapat diubah dengan mengontrol kondisinya, seperti suhu. semikonduktor yang umum digunakan adalah silikon (Si) dan germanium (Ge).

Bahan semikonduktor ini banyak digunakan dalam industri elektronika untuk pembuatan komponen-komponen seperti transistor, dioda, dan sirkuit terpadu. Semikonduktor memiliki peran penting dalam pengembangan teknologi modern, terutama dalam bidang elektronika dan komputasi. Transistor, yang dibangun dengan menggunakan semikonduktor, merupakan elemen dasar dalam sirkuit terpadu dan mikroprosesor yang membentuk dasar dari perangkat elektronik seperti komputer dan perangkat pintar.

Kemampuan semikonduktor untuk menghantar listrik dapat diperkuat atau dikendalikan dengan memanfaatkan proses doping, di mana sejumlah kecil atom tertentu ditambahkan ke dalam struktur semikonduktor.

2.6.3 Hubungan antara rangkaian seri dan paralel dalam solar sel

Sel surya merupakan energy terbarukan, dengan potensi energy matahari yang tidak ada habisnya. dimana radiasi surya rata-rata sekitar 4,5 kwh/m² dapat

dimanfaatkan sebagai pendukung kebutuhan energi listrik. Sel surya dapat dibagi menjadi dua rangkaian yaitu seri dan paralel, Jika sel surya yang dirangkai dengan seri tegangan akan selalu berubah sementara arus akan tetap, Tegangan total yang dihasilkan adalah penjumlahan dari tegangan yang dihasilkan oleh modul ($V_{oc1}+V_{oc2}$), hal ini sesuai dengan hukum Kirchoff. Hubungan seri solar sel diperoleh dengan menghubungkan terminal positif (+) sel surya pertama dengan terminal negative (-) yang baru, untuk mempermudah pemahaman, solar sel dapat diibaratkan sebagai baterai yang dihubungkan seri, Dari hubungan seri ini didapat : Tegangan solar sel dijumlahkan apabila terhubung seri (untuk mendapatkan jumlah tegangan yang lebih besar).

$$V_{total}=V_{sel1}+V_{sel2}+V_{sel3}$$

Arus sel surya sama apabila dihubungkan seri satu sama lain

$$I_{total}=I_1=I_2= I_3$$

Sedangkan jika sel surya dihubungkan dengan paralel tegangan yang dihasilkan akan tetap sedangkan arus dapat berubah. karakteristik tersebut dipengaruhi oleh cahaya matahari. Perubahan tegangan sel surya yang dirangkai dengan seri jika cahaya cerah menghasilkan 39.6V. namun jika sel surya diparalel menghasilkan 19.8V. Sementara arus keluaran maksimal jika sel surya dirangkai paralel 2.45A dan jika diseri 1.78A. Arus total yang dihasilkan adalah penjumlahan dari arus yang dihasilkan modul ($I_1 + I_2$) hal merujuk pada hukum kirchoff. Rangkaian paralel sel surya di dapat apabila terminal kutub positif dan negative sel surya dihubungkan satu sama lain. Maka tegangan sel surya yang dihubungkan paralel sama dengan satu sel surya

$$V_{total} = V_1 = V_2 = V_3 = V_n$$

Arus yang timbul langsung dijumlahkan

$$I_{total} = I_1 + I_2 + I_3 + I_n$$

Apabila ketiga elemennya adalah resistansi, maka :

$$I = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3}$$

V = Tegangan Listrik (Volt)

I = Arus Listrik (A)

R = Hambatan Listrik (Ω)

Dari data diatas disimpulkan bahwa selisih perbandingan antara tegangan sel surya yang dihubung seri terhadap paralel adalah 100.05% dimana tegangan pada hubungan seri lebih besar sedangkan selisih perbandingan arus antara seri dan paralel adalah 83.19% dimana arus pada hubungan paralel lebih optimal.

2.7 Solar Charge Controller

Solar Charger Controller Solar charge controller adalah suatu alat yang berfungsi untuk mengatur arus tegangan DC yang masuk ke baterai agar tidak terjadinya overcharge atau pun ketidakstabilan tegangan yang masuk ke baterai, alat ini merupakan alat cas baterai yang digunakan khusus untuk pada panel surya. Solar charge controller sebagai mengatur tegangan dan arus masuk ke dalam baterai agar baterai tetap aman dan awet, selain itu solar charge controller merupakan peranan penting dalam suatu pengecasan baterai aki maupun pengaturan tegangan ke baterai dan tegangan beban. Sistem yang terdiri dari sel surya dibuat dengan kontruksi yang bersifat portable, baterai aki dan solar charge controller. Sel surya berfungsi mengkonversi energi cahaya matahari menjadi listrik melalui proses photovoltaic effect. Listrik yang di hasilkan dari sel surya disimpan pada baterai aki. Solar charge controller berfusngsi sebagai mengendalikan pengisian bateai agar proses pengeisian tersebut dapat memberi kondisi yang aman terhadap baterai aki (Suparlan, Sofijan, & Akbar, 2019)



Gambar 2. 5 Solar Charger Controller (SCC)

Solar charge controller memiliki fungsi sebagai memonitoring arus, tegangan panel dan tegangan baterai. Solar charge controller terdiri dari 1 input (2 terminal) yang terhubung dengan output sel surya, 1 output (2 terminal) yang terhubung dengan baterai aki dan 1 output (2 terminal) yang terhubung dengan beban (load). Beberapa solar charge controller menyediakan monitoring agar kinerja PLTS dapat diperkirakan. Solar charger controller adalah alat yang berfungsi sebagai pengatur arus searah (DC) yang masuk ke baterai menghindari overcharging dan overvoltage dan arus yang di ambil dari baterai ke beban agar baterai tidak full discharge dan overloading (Damanik, Pasaribu, Lubis, & Siregar, 2021) Solar charge controller secara umum memiliki dua jenis sebagai berikut :

1. Pulse Width Modulation (PWM)

PWM (Pulse width modulation) adalah suatu teknik modulasi yang mengatur lebar pulsa-pulsa keluaran. Pada mikrokontroller sumber pulsa di hasilkan melalui clock internal lalu dimodulasikan dengan gelombang yang dihasilkan dari pembangkit gelombang. Pada charge controller ini, gelombang pulsa yang dihasilkan diatur dengan menggunakan PWM melalui microcontroller agar dapat menyesuaikan dengan kondisi baterai yang akan di isi ulang. Jenis satu ini merupakan cara yang paling efektif untuk mencapai pengisian baterai tegangan konstan dengan mengalihkan perangkat daya pengendali sistem surya. Ketika di PMW regulasi arus dari array surya mengecil menurut ke kondisi baterai dan kebutuhan daya. Pengontrolan muatan menggunakan arduino untuk mengatur tegangan baterai.

2. Maximum Power Point Traker Controller (MPPT)

MPPT (Maximum Power Point Tracker) adalah sistem elektronik yang mengoperasikan Modul Photovoltaic (PV) yang memungkinkan modul menghasilkan sistem elektronik yang dapat mengatur variasi titik operasi listrik dari modul sehingga modul dapat menyampaikan daya maksimum yang tersedia. Tenaga tambahan yang dihasilkan dari modul tersebut kemudian dibuat menjadi tersedia peningkatan arus pengisian baterai. Jenis MPPT ini sangat unggul dengan karakteristik maksimum daya untuk mengisi baterai yang dihasilkan oleh solar sel jenis ini dapat mengambil dan menyimpan maksimum daya yang dihasilkan panel surya. MPPT memiliki kelebihan dibanding jenis jenis lain yaitu pada tegangan sel surya dapat disesuaikan lebih tinggi dari pada tegangan baterai. Keuntungan lain yang dimiliki jenis ini yaitu juga dapat bergantung pada suhu solar sel saat operasi dan level tegangan baterai (Suparlan et al., 2019)

2.8 Tang Ampere

Tang ampere atau digital clamp meter adalah hand tool yang umum digunakan dalam bidang kelistrikan. Meski disebut tang, bentuk tang ampere sedikit berbeda. Jika tang biasa memiliki bentuk seperti huruf X, maka bentuk tang ampere lebih rumit. Bagian kepala (head clamp) berbentuk penjepit, sedangkan bagian badan yang biasanya menjadi handle atau pegangan adalah alat ukur yang dilengkapi dengan layar display untuk menampilkan hasil pengukuran.

Umumnya, tang ampere digunakan dalam pekerjaan kelistrikan, termasuk kelistrikan mesin mobil. Hand tool ini memudahkan para teknisi dalam pengukuran arus listrik karena tidak mengganggu instalasi listrik dalam penggunaannya. Adanya penjepit juga dapat meminimalisir risiko tersetrum.

Tang ampere dilengkapi dua buah probe yang berfungsi sebagai penjepit benda kerja. Selain menjadi penjepit, tang ampere juga bisa digunakan untuk mengukur tegangan listrik. Tang ampere dapat mengukur besaran arus bolak-balik (AC) 1 fasa dan 3 fasa. Untuk besaran 1 fasa, biasanya ada pada rentang angka 220-230 Volt. Sedangkan untuk besaran 3 fasa ada pada rentang angka 380-400 Volt.

2.9 Perancangan Tiang Lampu

Digunakan Tiang lampu penerangan jalan dengan tinggi tiang octagonal 6 meter berjenis galvanis, panjang stang ornamen 2 meter dan jarak horizontal lampu tengah jalan yaitu 1,5 meter (jarak tiang lampu ke tepi perkerasan (s1) minimum 0,5 meter) untuk menentukan sudut kemiringan stang ornamen dapat dihitung sebagai berikut : Dimana :

h : tinggi tiang

t : jarak lampu ke tengah-tengah jalan

c : jarak horizontal lampu tengah jalan

W1 : tiang keujung lampu

W2 : jarak horizontal lampu ke ujung jalan

$$t = \sqrt{h^2 + c^2}$$

$$t = \sqrt{7^2 + 1,5^2}$$

$$= 9,25 \text{ meter}$$

Maka:

$$\cos a = \frac{h}{t}$$

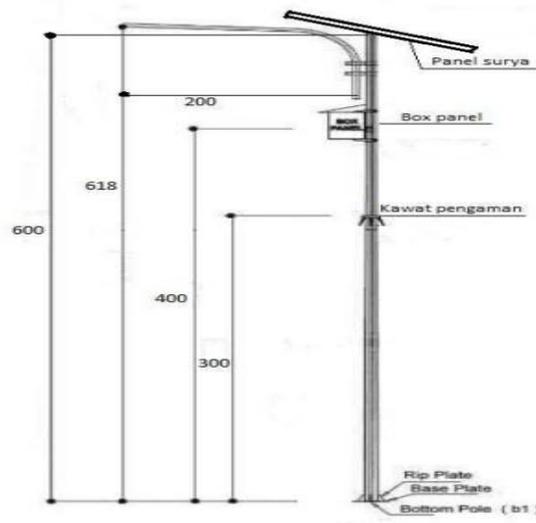
$$= \frac{7}{9,25}$$

$$= 0,76$$

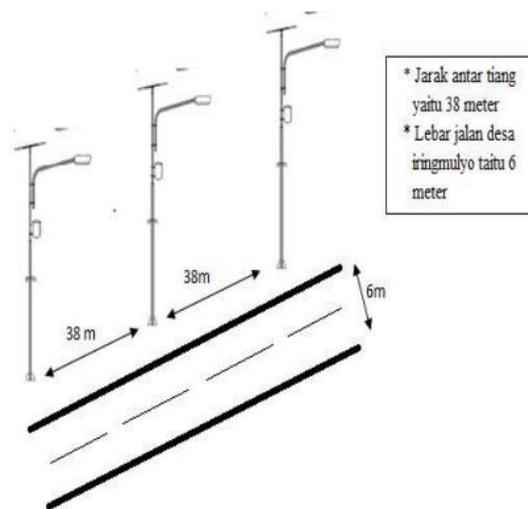
$$a = \cos^{-1} 0,76$$

$$a = 40,53^\circ$$

Jadi di dapat kemiringan stang ornamen sebesar $40,53^\circ$



Gambar 2. 6 Perancangan Tiang Lampu



Gambar 2. 7 Perletakan Jarak Antara Tiang Lampu

2.10 Lampu Led

Lampu jalan LED 32 watt adalah penerangan jalan umum (PJU) jenis durable dan ekonomis yang sangat cocok untuk berbagai kondisi jalanan kota umumnya, dari segi harga yang ekonomis dan jenis LED yang tahan lama, lampu PJU LED 32 watt ini merupakan favorit dikelasnya.

Model kotak dengan proteksi aman terhadap air dan debu pada rating IP65 (gear & compartment), dan driver menggunakan produk terbaik sehingga menjamin daya pakai di lapangan. Sangat cocok untuk penerangan lampu jalan umum arteri utama, penerangan jalan pedestrian, penerangan jalan kompleks perumahan, penerangan akses bandara, penerangan jalan pedesaan dan masih banyak lagi dapat dipakai sebagai lampu jalan umum.



Gambar 2. 8 Lampu LED

Pada PLTS ini lampu yang digunakan adalah lampu phillip LED medium 32 watt dengan luminasi (Φ) 3772 lm. Dari data tersebut maka didapatkan intensitas cahaya (I) sebagai berikut:

$$I = \frac{\Phi}{\omega}$$

$$I = \frac{3772}{43,14}$$

$$I = 300,318 \text{ cd}$$

Dari perhitungan tersebut didapatkan hasil dari perhitungan intensitas cahaya (I) sebesar 300,318 cd. Setelah itu adalah mengitung iluminasi (E) pada titik ujung jalan. Adapapun perhitungannya diuraikan di bagian berikut ini.

$$r = \sqrt{h^2 + w^2}$$

$$r = \sqrt{7^2 + 5^2}$$

$$r = 8,6 \text{ meter}$$

$$E = \frac{1}{r^2} \cos \theta$$

$$E = \frac{300,318}{8,6^2} \cdot 0,83$$

$$E = 3,51 \text{ lux}$$

Setelah mendapatkan iluminasi lampu sebesar 3,51 lux lalu akan dilakukan perhitungan nilai luminasi (L) yang terdapat pada berikut:

$$L = \frac{I}{4\pi \cos \theta}$$

$$L = 0,404 \text{ cd/m}$$

Dari hasil perhitungan luminasi lampu ,didapatkan nilai iluminasi sebesar 3,51 lux dan luminasi sebesar 0,404 cd/m.

2.11 Lampu jalan

Lampu ini memiliki peran yang krusial dalam membangun kota yang aman, nyaman, dan efisien. dengan memilih jenis lampu yang tepat, menyesuaikan tinggi tiang sesuai kebutuhan, dan menempatkannya dengan strategis, perkotaan dapat memaksimalkan manfaat pencahayaan jalan untuk kesejahteraan masyarakat.

Lampu jalan merupakan elemen penting dalam infrastruktur kota yang memainkan peran utama dalam memberikan penerangan pada malam hari. Penerangan jalan yang memadai memastikan keselamatan dan kenyamanan bagi pengguna jalan serta meminimalkan risiko kecelakaan lalu lintas.

Selain itu, lampu jalan juga berkontribusi pada estetika kota dengan menciptakan suasana yang lebih terang dan menyenangkan pada malam hari. Secara keseluruhan, keberadaan lampu jalan sangat krusial dalam mendukung mobilitas dan aktivitas masyarakat di area publik.

Awalnya, lampu jalan menggunakan sumber cahaya seperti lilin atau minyak tanah yang kemudian digantikan oleh lampu berbasis gas seperti lampu gas merkuri. Namun, dengan perkembangan teknologi, jenis lampu jalan semakin beragam dan lebih efisien. Penerapan teknologi LED (*Light Emitting Diode*) telah memberikan terobosan besar dalam efisiensi energi dan daya tahan lampu jalan, yang membuatnya semakin populer di banyak kota.

Dalam penggunaannya, lampu jalan dapat ditemukan di berbagai lokasi, mulai dari jalan raya utama hingga lingkungan perumahan dan jalan-jalan kecil di perkampungan. Penempatan yang tepat dari lampu jalan menjadi kunci penting untuk memberikan penerangan yang optimal dan menghindari area gelap yang berpotensi berbahaya.

Dalam pemasangan dan penentuan lokasinya, pihak berwenang dan tim ahli perlu melakukan perencanaan yang matang dan pemetaan yang cermat untuk menentukan jumlah, jenis, dan lokasi ideal dari setiap lampu jalan.

Selain memberikan penerangan, lampu jalan juga berperan dalam mengurangi polusi cahaya. Polusi cahaya dapat mengganggu lingkungan alam dan kesehatan manusia. Melalui penggunaan teknologi yang tepat, seperti lampu LED dengan arah cahaya yang terarah, kita dapat mengurangi dampak negatif polusi cahaya dan memastikan bahwa penerangan hanya mencakup area yang memang membutuhkan.

Di era modern, konsep lampu jalan pintar (*smart street lighting*) semakin berkembang. Lampu jalan pintar dilengkapi dengan teknologi sensor dan sistem otomatisasi, yang memungkinkan lampu beradaptasi dengan tingkat cahaya yang diperlukan pada waktu tertentu. Hal ini dapat menghemat energi secara signifikan, karena lampu hanya menyala dengan kecerahan maksimum ketika diperlukan,

seperti pada jam sibuk atau saat ada orang yang berlalu-lalang. adapun jenis jenis lampu jalan yaitu sebagai berikut:

2.11.1 Jenis Lampu Jalan

1. Lampu LED

Lampu ini berbasis Light Emitting Diode (LED) semakin populer karena efisiensinya yang tinggi dan umur layanan yang lebih lama. LED memberikan cahaya yang terang dengan konsumsi daya yang relatif rendah. LED memungkinkan fleksibilitas dalam warna cahaya yang dihasilkan. Ini memungkinkan penerangan dengan warna yang lebih netral atau spesifik sesuai dengan kebutuhan atau preferensi desain kota.

2. Lampu Tenaga Surya

Solusi ramah lingkungan, lampu jalan tenaga surya mengandalkan panel surya untuk mengumpulkan dan menyimpan energi matahari yang diperlukan untuk pencahayaan malam hari. Meskipun biaya awalnya mungkin lebih tinggi, lampu jalan tenaga surya mengurangi biaya operasional jangka panjang dan memiliki sedikit atau tanpa biaya pemeliharaan.

3. Lampu Fluorescent

Meskipun semakin ditinggalkan karena efisiensi energi yang lebih rendah dibandingkan dengan LED, lampu jalan fluorescent masih dapat ditemui di beberapa tempat. Warna cahaya yang dihasilkan oleh lampu fluorescent dapat berubah seiring waktu, memerlukan penggantian yang lebih sering untuk mempertahankan tingkat pencahayaan yang diinginkan.

4. Lampu Natrium Tinggi Tekanan (HPS)

Lampu ini memberikan cahaya yang lebih hangat dan digunakan secara luas sebelum LED menjadi lebih umum. Meskipun efisiensi umumnya lebih rendah dibandingkan dengan lampu LED, lampu HPS dapat lebih efisien dalam memberikan pencahayaan pada spektrum tertentu, seperti yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman.

2.11.2 Fungsi Lampu Jalan

Keamanan Publik: Fungsi utama dari lampu ini adalah meningkatkan keamanan di jalan-jalan perkotaan. Pencahayaan yang memadai mengurangi risiko kecelakaan lalu lintas dan tindakan kriminal.

Kemudahan Mobilitas: Lampu ini memfasilitasi mobilitas masyarakat dengan memberikan penerangan yang cukup untuk pejalan kaki, pengendara sepeda, dan pengendara kendaraan bermotor.

Peningkatan Kualitas Hidup: Pencahayaan yang baik di sepanjang jalan-jalan perkotaan menciptakan lingkungan yang lebih aman dan nyaman, meningkatkan kualitas hidup penduduk setempat.

2.12 Current Transformer (CT)

Current Transformer (CT) adalah perangkat yang digunakan untuk mengubah arus listrik tinggi menjadi arus yang lebih kecil dan sesuai untuk diukur. Fungsi utama dari current transformer adalah memberikan perlindungan dan pengukuran yang akurat dalam sistem tenaga listrik. Berikut adalah beberapa fungsi utama dari current transformer:

1. **Perlindungan Arus Lebih (Overcurrent Protection):** CT digunakan dalam sistem perlindungan listrik untuk mendeteksi arus lebih atau gangguan arus yang melebihi batas normal. Ketika arus melebihi ambang batas yang ditentukan, CT memberikan sinyal atau sinyal ke peralatan pemutus sirkuit atau rel perlindungan untuk memutuskan sirkuit dan mencegah kerusakan yang lebih lanjut.
2. **Pengukuran Arus Listrik:** CT digunakan untuk mengukur arus yang mengalir dalam suatu sirkuit. Arus yang diukur oleh CT dapat digunakan untuk memantau dan mengendalikan sistem tenaga listrik, serta menyediakan data yang diperlukan untuk analisis dan pemeliharaan.
3. **Instrumentasi dan Pengendalian:** CT menyediakan sinyal arus yang sesuai untuk digunakan dalam perangkat instrumen pengukuran dan pengendalian.

Ini dapat mencakup pengendalian peralatan, indikasi arus, dan pengukuran energi listrik.

4. **Pemisahan dan Isolasi:** CT memberikan pemisahan galvanis antara sirkuit tinggi arus dan peralatan pengukuran atau kontrol yang mungkin beroperasi pada tingkat tegangan atau arus yang lebih rendah. Ini membantu dalam memastikan keselamatan personel dan peralatan.
5. **Distribusi Tenaga Listrik:** Dalam distribusi daya listrik, CT digunakan untuk mendapatkan data arus yang diperlukan untuk pengukuran dan analisis, memungkinkan operasi yang efisien dan aman dari sistem distribusi.
6. **Pemantauan Kinerja Motor:** CT digunakan untuk memantau arus motor listrik. Data ini dapat digunakan untuk menilai kinerja motor, mendeteksi masalah, dan merencanakan pemeliharaan yang diperlukan.

Penting untuk diingat bahwa CT adalah perangkat transformator, yang berarti bahwa rasio arus pada sisi sekunder (keluaran) dibandingkan dengan sisi primer (masukan) dapat diatur sesuai kebutuhan aplikasi tertentu. CT tersedia dalam berbagai rasio, sesuai dengan spesifikasi dan kebutuhan sistem di mana mereka digunakan.



Gambar 2. 9 Current Transformator

Current Transformers (CTs) memiliki sejumlah kelebihan dan kekurangan tergantung pada konteks penggunaannya. Berikut adalah beberapa kelebihan dan kekurangan umum dari penggunaan CT:

Kelebihan CT:

1. **Perlindungan:** CT digunakan untuk mendeteksi arus lebih atau gangguan arus yang dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan atau sistem. Ini membantu melindungi peralatan dan mencegah kerusakan lebih lanjut.
2. **Pemisahan Galvanis:** CT menyediakan pemisahan galvanis antara sirkuit tinggi arus dan peralatan pengukuran atau kontrol, membantu melindungi peralatan dan meningkatkan keselamatan personel.
3. **Pengukuran Arus Akurat:** CT menghasilkan sinyal arus yang sesuai untuk digunakan dalam perangkat pengukuran dan pengendalian, memberikan data akurat untuk memantau dan mengelola sistem tenaga listrik.
4. **Skalabilitas:** CT tersedia dalam berbagai rasio yang memungkinkan penggunaannya dalam berbagai aplikasi dan rentang arus.

Kekurangan CT:

1. **Keterbatasan Dinamis:** CT memiliki keterbatasan dalam menangani arus dinamis yang sangat tinggi atau perubahan arus yang cepat. Ini dapat membatasi penggunaan mereka dalam aplikasi tertentu, seperti sistem daya tinggi yang melibatkan gangguan cepat.
2. **Ketidakkuratan pada Arus Rendah:** CT mungkin tidak memberikan hasil yang akurat saat digunakan pada tingkat arus yang sangat rendah. Untuk aplikasi yang memerlukan pengukuran arus rendah, CT khusus dengan akurasi tinggi mungkin diperlukan.
3. **Biaya dan Ukuran:** CT dapat menjadi mahal terutama untuk aplikasi dengan kebutuhan spesifik tertentu. Selain itu, CT bisa memiliki ukuran fisik yang besar, terutama untuk arus yang tinggi.
4. **Ketergantungan pada Kalibrasi:** CT memerlukan kalibrasi yang tepat agar memberikan hasil yang akurat. Penggunaan yang tidak benar atau perubahan kondisi operasional dapat memengaruhi akurasi CT.

2.13 Jenis Tiang Lampu Penerangan Jalan Umum (PJU)

Hal yang terpenting ketika hendak membangun lampu penerangan jalan adalah perencanaan. Hal tersebut karena membangun lampu penerangan jalan membutuhkan perencanaan yang matang. Salah satunya adalah penyesuaian bentuk tiang lampu itu sendiri. Ada banyak bentuk tiang penyangga lampu penerangan jalan umum. Hal tersebut dilihat sesuai dengan kebutuhan dan kondisi jalan. Berikut beberapa jenis tiang lampu penerangan jalan umum yang bisa dijadikan referensi yang sesuai dengan kebutuhan dan kondisi jalan yang membutuhkan penerangan.

Penerangan lampu untuk jalan umum berguna untuk mengurangi adanya kecelakaan akibat kurangnya penerangan, mengurangi adanya tindak kejahatan di malam hari terutama di jalan-jalan yang sepi dan meningkatkan keselamatan pengguna jalan. Adapun manfaat dari pemasangan lampu penerangan jalan umum yaitu:

1. Dapat menambah kesan indah serta memberikan kenyamanan bagi pengguna jalan
2. Meningkatkan kenyamanan dan keselamatan para pengguna jalan
3. Mencegah tindak kriminalitas di malam hari
4. Sebagai media komersial, misalnya sebagai media penempatan iklan di jalan
5. Memberikan penerangan bagi para pengguna jalan
6. Membantu navigasi para pengguna jalan

Tiang PJU sebenarnya merupakan salah satu bagian dari bangunan pelengkap jalan. Tiang lampu tersebut dapat dipasang di kanan, kiri atau bahkan di tengah dan di median jalan. Gunanya sebagai sarana penerangan jalan maupun lingkungan di sekitar jalanan. Beberapa jalan seperti persimpangan jalan, jembatan, jalan bawah tanah, jalan layang dan jalan lainnya membutuhkan penerangan di malam hari dengan lampu tambahan.

Penggunaan tiang penyangga lampu penerangan jalan umum (PJU) yang dibuat dengan bahan-bahan tertentu seperti besi dan baja seamless merupakan elemen penting dalam menunjang berbagai kegiatan di malam hari. Dan macam-macam jenis yang biasanya kita lihat adalah:

1. Tiang PJU High Mast (High Mast Lighting)

Tiang PJU High Mast (High Mast Lighting) merupakan salah satu jenis tiang yang sangat cocok digunakan untuk pencahayaan yang lebih luas, misalnya untuk dipasang di lapangan, bandara, dermaga, tempat parker dan lain sebagainya.

2. Tiang PJU Octagonal

Tiang yang satu ini sering disebut tiang general purpose. Hal tersebut karena umumnya digunakan sebagai lampu sorot. Tiang octagonal biasanya digunakan untuk jalanan yang luas dan di tempat-tempat terbuka seperti tempat olahraga, lapangan dan semacamnya. Tiang PJU octagonal memiliki tinggi mulai dari 4,5 meter hingga 35 meter dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan.

3. Tiang PJU Hexagonal

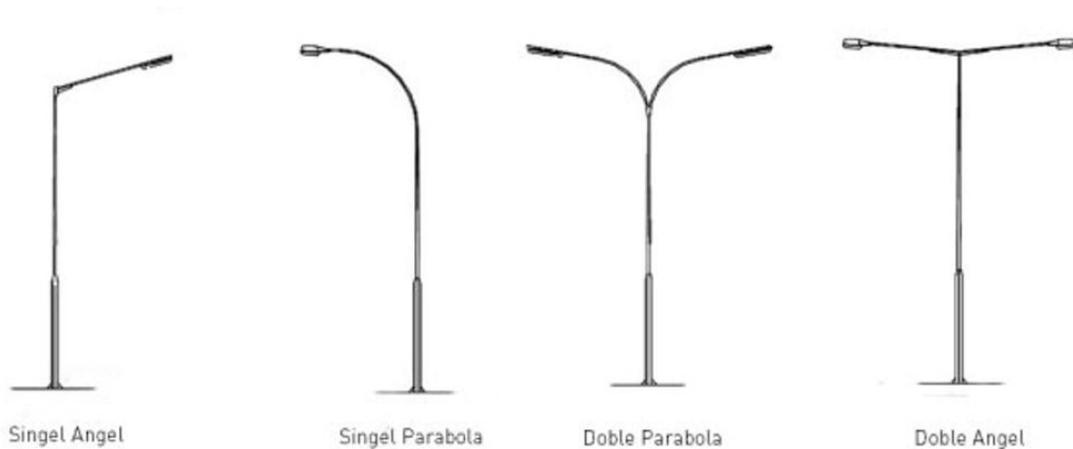
Selain tiang octagonal dan tiang lampu led 30 watt high mast ada juga jenis tiang hexagonal, dekoratif, bulat atau konvensional. Pemilihan jenis tiang ini tentu harus diperhitungkan terlebih dahulu dan direncanakan sesuai dengan kebutuhan jalan.

4. Tiang PJU Bulat

Tiang jenis termasuk je bentuk tiang lampu jalan yang sudah cukup lama sering digunakan. Ketinggiannya bisa mencapai hingga 13 meter. Tiang PJU Bulat diproduksi mulai dari membentuk tiang pju bulat dari plat besi roll, dilas dan dicelup kedalam timah galvanis.

Pada umumnya tiang PJU yang biasanya kita temukan memiliki 4 tipe yaitu :

- Single Angel
- Single Parabola
- Double Parabola
- Double Angel



Gambar 2. 10 Tipe Lampu Penerangan Jalan Umum (PJU)

2.13.1 Bahan – Bahan Dasar Pada Lampu Jalan

Adapun bahan-bahan dasar yang ada pada lampu jalan yang biasanya kita lihat adalah sebagai berikut:

1. Besi Baja

Plat besi baja yang dalam prosesnya akan dipotong dan disesuaikan dengan diameter standar tinggi merupakan salah satu bahan yang paling lumrah digunakan. Bahan jenis ini terkenal kuat dan awet serta tahan korosi dan karat.

2. Logam Pipa

Tiang Pju dekoratif dan klasik merupakan jenis tiang yang menggunakan logam pipa. Bahan dari logam pipa ini cenderung lebih ringan dan mudah dibentuk sesuai keinginan.

3. Pipa Besi Bulat

Seringkali penggunaan bahan dasar ini dikombinasikan dengan FRP dan pondasi baseplate dengan lubang baut. Kap lampu menggunakan FRP komposit atau kombinasi bahan logam. Tiang lampu dengan pipa besi bulat seringkali digunakan pada jenis lampu antik.

Selain sebagai tiang penyangga lampu penerangan jalan tiang ini juga dapat digunakan sebagai :

- Tiang lampu panel surya
- Tiang lampu spotlight
- Tiang CCTV
- Tiang jaringan telekomunikasi
- Tiang instalasi listrik
- Rambu petunjuk jalan dan Traffic Light
- Tiang Penangngkal petir

2.13.2 Komponen Tiang PJU

Lampu penerangan jalan umum dimaksudkan adalah satu unit lengkap, dimana terdiri dari sumber cahaya yang berasal dari lampu atau luminer, elemen optik seperti pemantul, penyebar maupun pembias cahaya, elemen kelistrikan seperti konektor ke power supply dan lainnya. Tidak ketinggalan adalah struktur penopang lampu penerangan jalan yakni lengan penopang. Tiang penopang vertikal dan pondasi dari tiang tersebut.

2.14 Daya Listrik

Daya merupakan jumlah energy listrik yang digunakan untuk melakukan usaha didalam system tenaga listrik. Satuan daya listrik umumnya adalah watt. Daya pada suatu system tegangan bolak balik (AC) dikenal dengan tiga macam yaitu daya aktif (nyata) dengan symbol (Q) satuannya adalah volt amper reactive (VAR) dan daya

semu dengan symbol (S) satuannya adalah volt ampere (VA). Adapun macam-macam jenis daya listrik sebagai berikut:

1. Daya aktif

Daya aktif adalah daya rata-rata yang sesuai dengan kekuatan sebenarnya ditransmisikan atau dikonsumsi oleh beban. Beberapa contoh dari daya aktif adalah energy panas, energy mekanik, cahaya dan daya aktif memiliki satuan berupa watt (W). berikut ini merupakan persamaan daya aktif menurut Von Meier Alexander:

$$P = v \times I \times \cos\varphi \text{ (1 phasa)}$$

$$P = 3 \times VL \times IL \times \cos\varphi \text{ (3 phasa)}$$

Dimana :

P = Daya aktif (watt)

V = Tegangan (volt)

I = Arus (ampere)

Cos φ = Faktor daya

VL = Tegangan jaringan (volt)

IL = arus jaringan (ampere)

2. Daya Reaktif

Daya reaktif adalah jumlah daya yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet. Dari pembentukan medan magnet maka akan terbentuk fluks medan magnet. Contoh daya yang menimbulkan daya reaktif adalah transformator, motor, lampu dan lain-lain. Daya reaktif memiliki satuan volt ampere reactive (VAR). berikut ini merupakan persamaan daya reaktif menurut von meier alexander:

$$Q = V \times I \times \sin\varphi \text{ (1 phasa)}$$

$$Q = 3.VL.IL.\sin\varphi \text{ (3phasa)}$$

Dimana :

$$Q = \text{Daya Reaktif (VAR)}$$

$$V = \text{Tegangan (Volt)}$$

$$I = \text{Arus (Ampere)}$$

$$VL = \text{Tegangan jaringan (Volt)}$$

$$IL = \text{Arus jaringan (ampere)}$$

3. Daya semu

Daya Semu adalah daya yang dihasilkan oleh perkalian antara tegangan dan arus dalam suatu jaringan atau daya yang merupakan hasil penjumlahan trigonometri daya aktif dan daya reaktif. Daya semu ialah daya yang dikeluarkan sumber alternation current (AC) atau di serap oleh beban. Satuan dari daya semu yaitu volt ampere (VA). Berikut persamaan dari daya semu :

$$S = V \times I$$

Dimana : S = Daya Semu (VA)

$$V = \text{Tegangan (Volt)}$$

$$I = \text{Arus (Ampere)}$$

Hubungan dari ketiiga daya diatas disebut sistem segtiga daya

Tabel 2. 1 Persamaan segitiga daya

| No | Nama daya | Rumus | satuan |
|----|----------------|-----------------------------------|--------|
| 1. | Daya aktif (P) | $P = V \cdot I \cdot \cos\varphi$ | Watt |

| | | | |
|----|------------------|------------------------------------|-----|
| 2. | Daya reaktif (Q) | $Q = V \cdot I \cdot \sin \varphi$ | VAR |
| 3. | Daya semu (S) | $S = V \cdot I$ | VA |

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

3.1.1 Tempat

Tempat dilaksanakannya kegiatan penelitian ini yaitu di jl. Pertempuran Pulo Brayan Kota, Kecamatan Medan Baru, Kota Medan.

3.1.2 Waktu

Waktu pelaksanaan penelitian ini dilakukan dalam waktu 3 bulan di mulai dari perstujuan proposal hingga selesai penelitian, terhitung dari tanggal 31 Juli 2024 sampai 2 Agustus 2024. Penelitian di awali dengan studi Pustaka, penentuan lokasi penelitian, penyusunan proposal penelitian, penyusunan bab 1,2 dan 3, analisis konsumsi energi baterai lalu seminar proposal. Rincian dari penelitian ini seperti pada table berikut.

Tabel 3. 1 Waktu Penelitian

| No. | Uraian | Bulan | | | | | | | |
|-----|---|-------|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1. | Pengajuan Judul | | | | | | | | |
| 2. | Kajian Literatur | | | | | | | | |
| 3. | Penentuan lokasi penelitian dan survey lapangan | | | | | | | | |
| 4. | Penulisan bab 1,2 dan 3 | | | | | | | | |
| 5. | Observasi kinerja baterai | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|-----|----------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 6. | Seminar proposal | | | | | | | | |
| 7. | Pengumpulan data kinerja baterai | | | | | | | | |
| 8. | Analisa data | | | | | | | | |
| 9. | Seminar hasil penelitian | | | | | | | | |
| 10. | Sidang akhir | | | | | | | | |

3.2 Alat dan Bahan

Untuk melakukan penelitian ini alat yang digunakan adalah

1. Tang Amper

Tang ampere bisa digunakan untuk mengukur arus. Namun, sebagai alat ukur arus listrik, tang ampere hanya dapat membaca arus bolak-balik (AC). Pengukuran arus listrik dengan ampere dapat mendeteksi besaran arus listrik hingga mencapai ribuan ampere.



Gambar 3. 1 Tang Ampere

2. Lux Meter

Lux meter berguna untuk mengukur intensitas cahaya atau tingkat pencahayaan pada sebuah lokasi. Cara kerja dari alat ini bersifat otomatis dalam menghitung dan mengukur intensitas cahaya. Setelah dihitung, alat akan membuat penyesuaian seberapa besar cahaya yang dibutuhkan.



Gambar 3. 2 Lux Meter

3. Panel Surya



Gambar 3. 3 Panel Surya Monocrystalline

Tabel 3. 2 Spesifikasi Panel Surya Monocrystalline 240wp

| | |
|---------------------------|-------------|
| Module Type | : GH240M60 |
| Power output | : 240 W |
| Power output tolerances | : ± 3 % |
| Module efficiency | : 14.8 % |
| Voltage at Pmax, Vmpp | : 29.5 V |
| Current at Pmax, Impp | : 8.13 A |
| Open circuit voltage Vo | : 36.20 V |
| Short circuit current Isc | : 8.77 A |

4. Baterai VRLA-Luminous 12V



Gambar 3. 4 Baterai

Tabel 3. 3 Spesifikasi Baterai

| | |
|-----------------|----------------|
| Nominal voltage | 12-24V |
| Rated capacity | 100ah |
| Model | VRLA Baterai |
| Dimensi | 33 x 17.5 x 24 |
| Weight | 5.5 Kg |
| warranty | 6 Bulan |

5. Baterai



Gambar 3. 5 Lampu

Tabel 3. 4 Spesifikasi Lampu Led

| | |
|----------|-----------------------|
| Capacity | 32 Watt |
| Brand | Philips lamp |
| Origin | Indonesia / Other |
| Material | Die-casting Aluminium |
| Voltage | 100-240 V |
| Efficacy | ≥ 110 lm/W |
| CCT | 2200K - 4000K |
| Warranty | 1-2 years |

6. Solar Charger Controller (SCC)



Gambar 3. 6 Solar Charger Controller (SCC)

Tabel 3. 5 Spesifikasi SCC

| | |
|-------------------|-------------------------------|
| Rated Current | 10A |
| DC Voltage | 12V – 24V |
| Max Output | 120 Watt 12V 240 Watt 24 V |
| Max Solar Voltage | Less Than 50 V |
| Bulk Charger | 14.5 V |
| Usb | Abs |
| Oprating Temp | -13 F – 140 F |
| Product weight | 0.49 lb |

3.3 Tahapan Penelitian

Tahapan yang dilakukan dalam penelitian pada PLTS 240 WP pada Lampu Penerangan Jalan ini yaitu :

1. Studi Pendahuluan

Mengadakan bimbingan dengan dosen pembimbing mengenai judul dan topik pembahasan yang diarahkan untuk penelitian yang dilakukan ini.

2. Data Kepustakaan

Pengumpulan data-data dengan jalan membaca dan mempelajari berbagai literatur-literatur, tulisan-tulisan, dan bahan-bahan kuliah yang diperoleh selama mengikuti perkuliahan guna memperoleh landasan teori yang berkaitan dengan materi yang menjadi pembahasan dalam penulisan tugas akhir ini.

3. Penelitian Lapangan

Penelitian yang dilakukan secara langsung dengan cara melakukan pengukuran pada Baterai pada PLTS lampu penerangan Jalan Umum. Untuk mendapatkan tegangan Pada Baterai. Setelah itu mengukur intensitas Cahaya matahari terhadap panel surya.

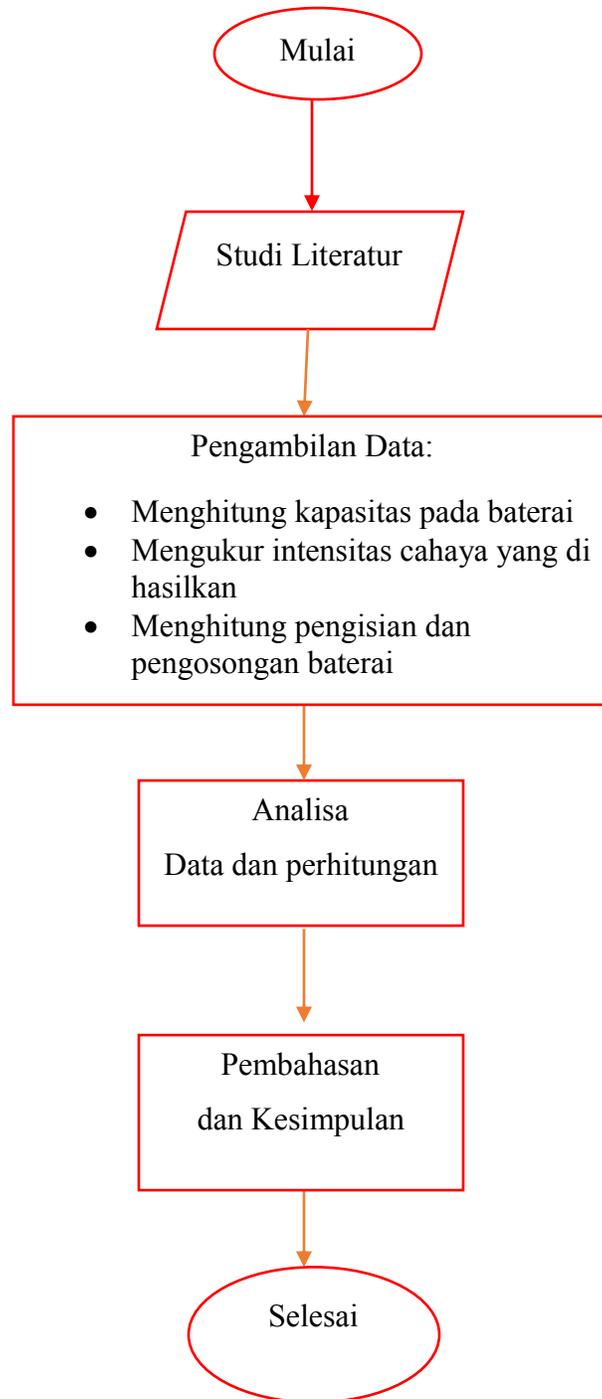
4. Tahap Analisa

Adapun tahapan analisa yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis kinerja PLTS untuk lampu penerangan jalan dipersimpangan Di Jl. Pertempuran Kecamatan Medan Baru Kota Medan.
2. Menganalisis intensitas cahaya lampu terhadap penerangan jalan dan pengaruh cahaya bagi kelayakan mata.
3. Menganalisis berapa jumlah konsumsi energi dari hasil penyimpanan pada PLTS untuk lampu penerangan jalan Di Jl. Pertempuran Kecamatan Medan Baru Kota Medan.

3.4 Bagian Akhir Penelitian

Blog Diagram Alur Penelitian :



Gambar 3. 6 Blog Diagram Penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Umum

Tugas akhir ini bertujuan sebagai untuk melihat hasil pengukuran yang dapat menggunakan analisis penggunaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya pada Lampu jalan Di Jl. Pertempuran Kecamatan Medan Baru Kota Medan. Hasil yang dilihat adalah tegangan pada penyimpanan kapasitas baterai yang didapat dari analisis tegangan pada baterai yang dihasilkan dari panel surya dan. Hasil pengukuran diperoleh dengan mengamati hasil dari data yang diambil.

4.2 Tiang Lampu dan Penerangan Jalan

Tiang lampu yang digunakan adalah tiang lampu lengan tunggal, dengan tinggi 7 meter dan panjang lengan 1,5 meter. Sehingga akan dihitung juga untuk kemiringan lengan sebagai berikut:

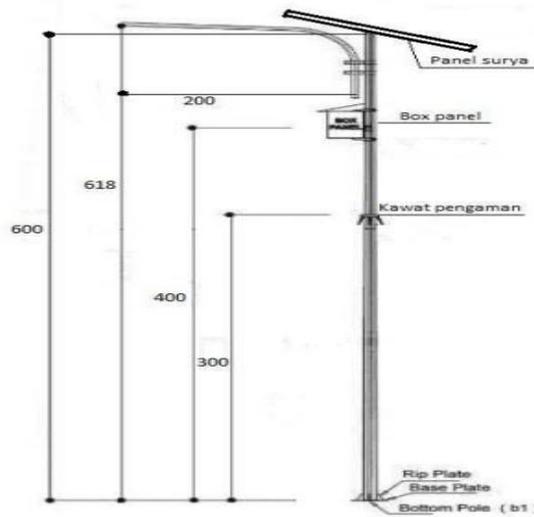
$$\begin{aligned}t &= \sqrt{h^2 + c^2} \\&= \sqrt{7^2 + 1,5^2} \\&= \sqrt{49 + 2,25} \\&= 9,25 \text{ meter}\end{aligned}$$

$$\cos a = \frac{h}{t} \quad a = \cos^{-1} 0,76$$

$$\cos a = \frac{7}{9,25} \quad a = 40,53^\circ$$

$$\cos a = 0,76$$

Hasil dari perhitungan di atas menunjukkan bahwa sudut derajat kemiringan lengan tiang lampu dipengaruhi oleh tinggi pada tiang lampu dan lebar jalan. Besar sudut derajat kemiringan masing-masing lampu tersebut sama. Besar daya dari lampu tidak berpengaruh terhadap kemiringan lengan.



4.3 Menghitung Luminasi Lampu

Luminasi adalah jumlah energi cahaya yang dihasilkan oleh suatu permukaan atau benda. Pada PLTS ini lampu yang digunakan adalah lampu phillip LED medium

32 watt dengan luminasi (Φ) 3772 lm. Dari data tersebut maka didapatkan intensitas cahaya (I) sebagai berikut:

$$I = \frac{\Phi}{\omega}$$

$$I = \frac{3772}{43,14}$$

$$I = 300,318 \text{ cd}$$

Dari perhitungan tersebut didapatkan hasil dari perhitungan intensitas cahaya (I) sebesar 300,318 cd. Setelah itu adalah mengitung iluminasi (E) pada titik ujung jalan. Adapaun perhitungannya diuraikan di bagian berikut ini.

$$r = \sqrt{h^2 + w^2}$$

$$r = \sqrt{7^2 + 5^2}$$

$$r = 8,6 \text{ meter}$$

$$E = \frac{I}{r^2} \cos \theta$$

$$E = \frac{300,318}{8,6^2} \cdot 0,83$$

$$E = 3,51 \text{ lux}$$

Setelah mendapatkan iluminasi lampu sebesar 3,51 lux lalu akan dilakukan perhitungan nilai luminasi (L) yang terdapat pada berikut:

$$L = \frac{I}{4\pi \cos \theta}$$

$$L = 0,404 \text{ cd/m}$$

Dari hasil perhitungan luminasi lampu ,didapatkan nilai iluminasi sebesar 3,51 lux dan luminasi sebesar 0,404 cd/m.



Lampu jalan

4.4 Menghitung Panel Surya

Untuk menentukan spesifikasi dari panel surya ini, kebutuhan energi dari total satu hari pemakaian 12 jam dan cadangan 3 hari, yang mana dari pengukuran radiasi matahari didapat 5 jam maksimal dari satu hari jadi:

$$\text{Kebutuhan energi} = 32 \times 12 = 384 \text{ Wh}$$

$$\text{Cadangan 3 hari} = 384 \times 3 = 1152 \text{ Wh}$$

$$\text{Efektif 5 Jam} \frac{1152}{5} = 230,4 \text{ Wh}$$

Dari perhitungan di atas didapatkan kebutuhan panel surya yang dipakai adalah 230,4 sehingga menyesuaikan kondisi yang ada maka ditentukan daya panel surya yang dibutuhkan sebesar 240 Wp.

4.5 Pengisian dan Pengosongan Baterai

Pada sistem pembangkit Listrik tenaga surya ini dibutuhkan sumber tenaga yang berguna untuk menyimpan energi listrik agar digunakan pada waktu tertentu sehingga daya listrik yang dihasilkan dapat digunakan secara langsung maupun tersimpan pada baterai. Untuk perhitungannya ditentukan dari energi yang dibutuhkan yaitu sebesar 1152 Wh dan tegangan baterai sebesar 12 volt maka kapasitas baterai dapat ditentukan sebagai berikut:

$$E = P \times t (Wh)$$

$$E = V \times I \times t (Wh)$$

$$1152 = 12 \times I \times t (Wh)$$

$$I \cdot t = 96 (Ah)$$

Didapatkan perhitungan untuk kapasitas baterai sebesar 96 Ah, dengan menyesuaikan kondisi yang ada maka baterai yang dipakai adalah baterai yang memiliki kapasitas 100 Ah.

4.6 Menghitung Pengaman

Pengamanan sangatlah penting untuk mengaman instalasi atau alat, dengan perhitungan diatas kita dapat menentukan berapa pengaman yang dibutuhkan untuk kita pilih sebagai pengaman yang cocok untuk PLTS lampu jalan, dengan menggunakan rincian sebagai berikut :

$$= I \times 400\%$$

$$= 2,66 \times 400\%$$

$$= 10,64 A$$

Hasil dari perhitungan yang ada, dapatkan pengaman yang digunakan adalah 10,64 A, maka ditentukan pengaman yang bisa digunakan sebesar 10 A.

4.7 Data PLTS Lampu Jalan Pada Hari Pertama

Tabel 4. 1 Data Hasil PLTS Hari 1

| No | Jam | Intensitas Cahaya Matahari (Lux) | Intensitas Cahaya Matahari (w/m) ² | Tegangan (Volt) | Arus (A) | Suhu (°c) |
|----|-------|----------------------------------|---|-----------------|----------|-----------|
| 1 | 08.00 | 1305 | 103 | 17.28 | 0.12 | 25 |
| 2 | 09.00 | 1310 | 104 | 17.80 | 0.35 | 27 |
| 3 | 10.00 | 1429 | 112 | 19.60 | 0.96 | 29 |
| 4 | 11.00 | 2681 | 211 | 19.80 | 1.5 | 35 |
| 5 | 12.00 | 9835 | 776 | 20.60 | 5.10 | 38 |
| 6 | 13.00 | 9508 | 751 | 20.51 | 4.50 | 41 |
| 7 | 14.00 | 9465 | 747 | 20.20 | 3.54 | 39 |
| 8 | 15.00 | 1655 | 130 | 19.98 | 1.15 | 36 |

Pada tabel 4.1 diatas menjelaskan pengukuran PLTS setiap 1 jam sekali. pada hasil pengukuran dihari pertama menunjukkan intensitas cahaya minimum yang dihasilkan pada pukul 12:00 wib adalah sebesar 9835 lux, suhu yang dihasilkan 38°C dan intensitas cahaya maksimum yang dihasilkan pada pukul 13:00 wib adalah sebesar 9508 lux, dan suhu yang dihasilkan 41°C.

Dari hasil pengukuran ini dapat disimpulkan bahwasanya intensitas yang diukur setiap jam nya dapat berubah semakin tinggi lux yang dihasilkan maka semakin bagus energi yang dihasilkan untuk digunakan.

4.8 Data PLTS Lampu Jalan Pada Hari Kedua

Tabel 4. 2 Hasil PLTS Hari Kedua

| No | Jam | Intensitas Cahaya Matahari (Lux) | Intensitas Cahaya Matahari (w/m) ² | Tegangan (Volt) | Arus (A) | Suhu (°c) |
|----|-------|----------------------------------|---|-----------------|----------|-----------|
| 1 | 08.00 | 2721 | 214 | 19.80 | 1.5 | 31 |
| 2 | 09.00 | 3159 | 249 | 20.00 | 3.48 | 33 |
| 3 | 10.00 | 7468 | 589 | 20.22 | 3.50 | 35 |
| 4 | 11.00 | 8891 | 702 | 20.26 | 3.55 | 38 |
| 5 | 12.00 | 9591 | 757 | 20.51 | 4.10 | 40 |
| 6 | 13.00 | 9622 | 760 | 20.60 | 4.50 | 42 |
| 7 | 14.00 | 8590 | 678 | 20.41 | 3.53 | 38 |
| 8 | 15.00 | 7684 | 622 | 20.25 | 3.53 | 34 |

Pada tabel 4.2 diatas menjelaskan pengukuran PLTS lampu jalan pada setiap 1 jam sekali. Dan hasil pengukuran dihari kedua menunjukkan intensitas cahaya minimum yang dihasilkan pada pukul 12:00 wib adalah sebesar 9591 lux, dan suhu yang dihasilkan 40°C. Intensitas cahaya maksimum yang dihasilkan pada pukul 13:00 wib adalah sebesar 9622 lux, dan suhu yang dihasilkan 42°C.

Dari hasil pengukuran ini dapat disimpulkan bahwasanya intensitas yang diukur setiap jam nya dapat berubah semakin tinggi lux yang dihasilkan maka semakin bagus energi yang dihasilkan untuk digunakan.

4.9 Data PLTS Lampu Jalan Pada Hari Ketiga

Tabel 4. 3 Hasil PLTS Hari Ketiga

| No | Jam | Intensitas Cahaya Matahari (Lux) | Intensitas Cahaya Matahari (w/m) ² | Tegangan (Volt) | Arus (A) | Suhu (°c) |
|----|-------|----------------------------------|---|-----------------|----------|-----------|
| 1 | 08.00 | 1340 | 105 | 17.29 | 0.18 | 25 |
| 2 | 09.00 | 1320 | 104 | 17.27 | 0.20 | 27 |
| 3 | 10.00 | 1425 | 112 | 18.55 | 1.2 | 29 |
| 4 | 11.00 | 2821 | 222 | 19.08 | 1.5 | 30 |
| 5 | 12.00 | 7846 | 619 | 20.34 | 3.56 | 33 |
| 6 | 13.00 | 7268 | 574 | 20.20 | 3.3 | 30 |
| 7 | 14.00 | 6922 | 546 | 20.05 | 2.8 | 29 |
| 8 | 15.00 | 3243 | 256 | 19.30 | 2.1 | 28 |

Pada tabel 4.3 diatas menjelaskan pengukuran PLTS lampu jalan pada setiap 1 jam sekali. Dan hasil pengukuran dihari kedua menunjukkan intensitas cahaya minimum yang dihasilkan pada pukul 12:00 wib adalah sebesar 7846 lux, dan suhu yang dihasilkan 33°C dan intensitas cahaya maksimum yang dihasilkan pada pukul 13:00 wib adalah sebesar 7268 lux, dan suhu yang dihasilkan 30°C.

Dari hasil pengukuran ini dapat disimpulkan bahwasanya intensitas yang diukur setiap jam nya dapat berubah semakin tinggi lux yang dihasilkan maka semakin bagus energi yang dihasilkan untuk digunakan.

4.10 Data Pengukuran Terhadap Baterai Pada Hari Pertama

Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran Baterai hari ke 1

| No | Jam | Intensitas Cahaya Matahari (w/m) ² | Tegangan (Volt) |
|----|-------|--|--------------------|
| 1 | 08.00 | 103 | 17.26 |
| 2 | 09.00 | 104 | 17.78 |
| 3 | 10.00 | 112 | 19.59 |
| 4 | 11.00 | 211 | 19.79 |
| 5 | 12.00 | 776 | 20.59 |
| 6 | 13.00 | 751 | 20.50 |
| 7 | 14.00 | 747 | 20.18 |
| 8 | 15.00 | 130 | 19.95 |

Pada tabel 4.4 diatas menjelaskan pengukuran tegangan pada baterai setiap 1 jam sekali. pada hasil pengukuran dihari pertama menunjukkan intensitas cahaya minimum yang dihasilkan pada pukul 12:00 wib yang dihasilkan 7868 lux, dan tegangan yang diterima baterai sebesar 205.9 V, dan intensitas cahaya maksimum yang dihasilkan pada pukul 13:00 wib adalah sebesar 7606 lux dan tegangan yang di terima baterai sebesar 205.0 V.

Dari hasil pengukuran ini dapat disimpulkan bahwasanya intensitas yang diukur setiap jam nya dapat berubah semakin tinggi intensitas cahaya yang dihasilkan maka semakin bagus energi yang diterima oleh baterai.

4.11 Data Hasil Pengukuran Terhadap Baterai Pada Hari Kedua

Tabel 4. 5 Hasil Pengukuran Baterai Hari ke 2

| No | Jam | Intensitas Cahaya Matahari (w/m) ² | Tegangan (Volt) |
|----|-------|--|--------------------|
| 1 | 08.00 | 214 | 19.80 |
| 2 | 09.00 | 249 | 20.00 |
| 3 | 10.00 | 589 | 20.22 |
| 4 | 11.00 | 702 | 20.26 |
| 5 | 12.00 | 757 | 20.51 |
| 6 | 13.00 | 760 | 20.60 |
| 7 | 14.00 | 678 | 20.41 |
| 8 | 15.00 | 622 | 20.25 |

Pada tabel 4.5 diatas menjelaskan pengukuran tegangan pada baterai setiap 1 jam sekali. pada hasil pengukuran dihari pertama menunjukkan intensitas cahaya minimum yang dihasilkan pada pukul 12:00 wib yang dihasilkan 7673 lux dan tegangan yang diterima baterai sebesar 205.1 V, dan intensitas cahaya maksimum yang dihasilkan pada pukul 13:00 wib adalah sebesar 7697 lux dan tegangan yang di terima baterai sebesar 206.0 V.

Dari hasil pengukuran ini dapat disimpulkan bahwasanya intensitas yang diukur setiap jam nya dapat berubah semakin tinggi intensitas cahaya yang dihasilkan maka semakin bagus energi yang diterima oleh baterai.

4.12 Data Hasil Pengukuran Terhadap Baterai Pada Hari Ketiga

Tabel 4. 6 Hasil Pengukuran Baterai Hari ke 3

| No | Jam | Intensitas Cahaya Matahari (w/m) ² | Tegangan (Volt) |
|----|-------|--|--------------------|
| 1 | 08.00 | 105 | 17.29 |
| 2 | 09.00 | 104 | 17.27 |
| 3 | 10.00 | 112 | 18.55 |
| 4 | 11.00 | 222 | 19.08 |
| 5 | 12.00 | 619 | 20.34 |
| 6 | 13.00 | 574 | 20.20 |
| 7 | 14.00 | 546 | 20.05 |
| 8 | 15.00 | 256 | 19.30 |

Pada tabel 4.6 diatas menjelaskan pengukuran tegangan pada baterai setiap 1 jam sekali. pada hasil pengukuran dihari pertama menunjukkan intensitas cahaya minimum yang dihasilkan pada pukul 12:00 wib yang dihasilkan 6277 lux, dan tegangan yang diterima baterai sebesar 203.4 V, dan intensitas cahaya maksimum yang dihasilkan pada pukul 13:00 wib adalah sebesar 5814 lux ,dan tegangan yang di terima baterai sebesar 202.0 V.

Dari hasil pengukuran ini dapat disimpulkan bahwasanya intensitas yang diukur setiap jam nya dapat berubah semakin tinggi intensitas cahaya yang dihasilkan maka semakin bagus energi yang diterima oleh baterai.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

1. Baterai PLTS untuk lampu penerangan lampu jalan di jl. pertempuran kecamatan medan baru kota medan yang memiliki kapasitas 100ah dan bertegangan 12V. Panel surya yang digunakan mempunyai daya 240 Wp dan baterai 100 Ah adalah $100 \text{ Ah} \times 12 \text{ V} = 1.200 \text{ watt}$, maka waktu yang diperlukan untuk mengisi baterai adalah $1.200 : 240 = 5 \text{ jam}$. Dan waktu pengisian dari baterai yang digunakan untuk pembebanan. Dengan beban LED 32 *watt* selama 12 jam adalah 384 *watt* maka secara perhitungan bahwa baterai sanggup menyuplai daya selama 12 jam (mulai pukul 18.00 sampai 06.00). Kapasitas baterai $1.200 \text{ Wh} \times 0,8 = 960 \text{ Wh}$ dan baterai akan habis (sisa 20 % dari kapasitas) yaitu selama $960 \text{ Wh} : 30 \text{ Watt} = 12 \text{ jam}$.
2. Intensitas cahaya lampu terhadap penerangan jalan dan pengaruh cahaya bagi kelayakan mata. Lampu yang digunakan pada PLTS lampu jalan tersebut adalah 32 Watt dengan voltage 100-120 V. Berdasarkan standar SNI 7391:2008, intensitas cahaya yang baik untuk penerangan jalan umum adalah antara 11-20 lux. Nilai ini bergantung pada klasifikasi jalan yang dilayani, seperti jalan arteri, kolektor, atau lokal, serta karakteristik dan penempatan jalan. Maka dari itu untuk lux yang di hasil kan dari pengukuran pada lampu PJU pada penerangan lampu jalan di jl. pertempuran kecamatan medan baru kota medan, kurang baik untuk lampu penerangan jalan, namun lampu penerangan pada jalan tersebut disandingkan dengan lampu penerangan jalan umum yang dipasang oleh pihak PLN.

3. Jumlah konsumsi energi baterai dari hasil penyimpanan pada PLTS untuk lampu penerangan lampu jalan di jl. pertempuran kecamatan medan baru kota medan. Untuk perhitunganya ditentukan dari energi yang dibutuhkan yaitu sebesar 1152 Wh dan tegangan baterai sebesar 12 volt maka kapasitas baterai dapat ditentukan. Didapatkan perhitungan untuk kapasitas baterai sebesar 96 Ah, dengan menyesuaikan standarisasi yang ada maka baterai yang digunakan adalah baterai yang memiliki kapasitas sebesar 100 Ah.

5.2 Saran

Lampu PJU menggunakan solar *cell* masih dalam proses pengembangan lagi untuk kedepannya dan meningkatkan kinerja perancangan yang di buat, ada beberapa saran yang dapat dilakukan untuk mengembangkan sistem menjadi lebih baik.

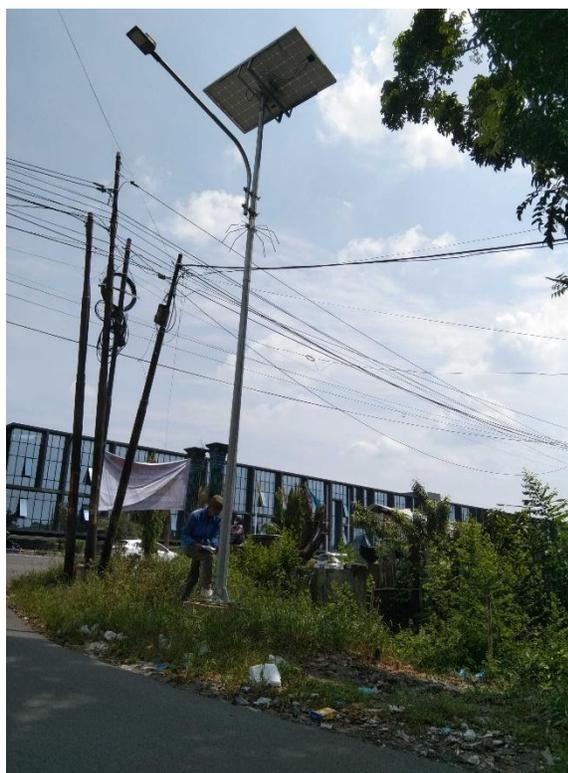
1. Pengukuran hendaknya dilakukan selama lebih kurang satu minggu agar hasil pengukuran lebih aktual.
2. Dan untuk system lampu penerangan jalan umum dengan system PLTS selanjutnya lebih diperbanyak dengan tujuan meningkatkan nilai keindahan pada sektor jalan yang tidak terlihat kabel yang banyak

DAFTAR PUSTAKA

- Andari, R., Amalia, S., & Tinambunan, C. D. (2022). Sistem Monitoring Pengisian Baterai PLTS 100 Wp Menggunakan Sensor Pzem 004T Dan Sensor Tegangan Dc. *Jurnal Sains Dan Teknologi: Jurnal Keilmuan Dan Aplikasi Teknologi Industri*, 22(1), 64. <https://doi.org/10.36275/stsp.v22i1.461>
- Mustiadi, I., & Lusiana Utari, E. (2023). Efektifitas Pengisian Baterai Menggunakan Solar Panel 50 WP (WattPeak) dengan Metode PWM (Pulse Width Modulation). *Jurnal Teknologi*, 16(1), 55–61. <https://doi.org/10.34151/jurtek.v16i1.4186>
- Rusiana Iskandar, H., Beby Elysees, C., Ridwanulloh, R., Charisma, A., Yuliana, H., Elektro, J. T., Teknik, F., Jenderal, U., Yani, A., Terusan, J., & Sudirman, J. (2021). Analisis Performa Baterai Jenis Valve Regulated Lead Acid Pada PLTS Off-Grid 1 Kwp. *Jurnal Teknologi*, 13(2), 129–140. <https://dx.doi.org/10.24853/jurtek.13.2.129-140>
- Azzahra, S., Samsurizal, S., Christiono, C., & Fikri, M. (2020). Pemasangan Lampu Jalan dan Pembangunan Pembangkit Listrik Berbasis Solar Cell Sebagai Prototype Pembelajaran Energi Terbarukan Di MA Al-Khairiyah Rancaranji. *Terang*, 3(1), 100–105. <https://doi.org/10.33322/terang.v3i1.1010>
- Evalina, N., Irsan Pasaribu, F., & Azis Hutasuhut, A. (2023). The Use of Solar Power in Liquid Spraying Robots. *Engineering and Applied Technology*, 1(2), 2023. <https://pubs.ast-ptm.or.id/index.php/eat>
- Gifson, A., Qosim, M. N., Hasanah, A. W., Koerniawan, T., Hariyati, R., Sitorus, M. B., & Tambunan, J. M. (2022). Penerapan Penerangan Jalan Umum LED 90 Wp Berbasis Solar Cell di Perumahan Villa Mutiara Serpong Tangerang Selatan. *Terang: Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat Menerangi Negeri*, 4(2), 168–175.
- MAKKULAU, A., Mauriraya, K. T., Afrianda, R., & Pasra, N. (2021). Pengembangan Lampu Jalan Umum Dengan Listrik Tenaga Surya Di Desa Cilatak Kecamatan Ciomas Kabupaten Serang Banten. *Terang*, 3(2), 171–176. <https://doi.org/10.33322/terang.v3i2.1025>
- Wati, T., Muharom, S., Firmansyah, R. A., & Masfufiah, I. (2023). Pemanfaatan

- Energi Baru Terbarukan Sebagai Sumber Daya Lampu Sollar Cell Untuk Penerangan Jalan Desa. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 7(5), 4790–4797. <http://journal.ummat.ac.id/index.php/jmm>
- Azzahra, S., Samsurizal, S., Christiono, C., & Fikri, M. (2020). Pemasangan Lampu Jalan dan Pembangunan Pembangkit Listrik Berbasis Solar Cell Sebagai Prototype Pembelajaran Energi Terbarukan Di MA Al-Khairiyah Rancaranji. *Terang*, 3(1), 100–105. <https://doi.org/10.33322/terang.v3i1.1010>
- Evalina, N., Irsan Pasaribu, F., & Azis Hutasuhut, A. (2023). The Use of Solar Power in Liquid Spraying Robots. *Engineering and Applied Technology*, 1(2), 2023. <https://pubs.ast-ptm.or.id/index.php/eat>
- Gifson, A., Qosim, M. N., Hasanah, A. W., Koerniawan, T., Hariyati, R., Sitorus, M. B., & Tambunan, J. M. (2022). Penerapan Penerangan Jalan Umum LED 90 Wp Berbasis Solar Cell di Perumahan Villa Mutiara Serpong Tangerang Selatan. *Terang: Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat Menerangi Negeri*, 4(2), 168–175.
- MAKKULAU, A., Mauriraya, K. T., Afrianda, R., & Pasra, N. (2021). Pengembangan Lampu Jalan Umum Dengan Listrik Tenaga Surya Di Desa Cilatak Kecamatan Ciomas Kabupaten Serang Banten. *Terang*, 3(2), 171–176. <https://doi.org/10.33322/terang.v3i2.1025>
- Wati, T., Muharom, S., Firmansyah, R. A., & Masfufiah, I. (2023). Pemanfaatan Energi Baru Terbarukan Sebagai Sumber Daya Lampu Sollar Cell Untuk Penerangan Jalan Desa. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 7(5), 4790–4797. <http://journal.ummat.ac.id/index.php/jmm>

LAMPIRAN





UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
(UMSU)

FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
TUGAS AKHIR

Jalan Kapt. Mochtar Basri No.03 Telp (061) 6625474 Medan 20223

NAMA : RAIHAN ZHAFRAN
NPM : 2007220031

| No | Tanggal | Keterangan | Paraf |
|----|-----------|---|-------------|
| 1 | 6-2-2024 | Perkuliahan, rumus, tjiin dan latar belakang | [Signature] |
| 2 | 13-2-2024 | Perkuliahan rumus masalah, tjiin dan latar belakang | [Signature] |
| 3 | 28-3-2024 | Asyik Bab II | [Signature] |
| 4 | 30-5-2024 | Perkuliahan teori materi PDS | [Signature] |
| 5 | 1-4-2024 | Ace Supra | [Signature] |
| 6 | 29-7-2024 | Perkuliahan flow dan analisis | [Signature] |
| 7 | 30-7-2024 | Perkuliahan Kaji Teori | [Signature] |
| 8 | 6-8-2024 | Perkuliahan Analisis & Kelayakan | [Signature] |

Dosen Pembimbing

11/A-2024
[Signature]
Noorly Evalina ST,MT



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
(UMSU)
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
TUGAS AKHIR
Jalan Kapt. Mochtar Basri No.03 Telp (061) 6625474 Medan 20223

NAMA : RAIHAN ZHAFRAN
NPM : 2007220031

| No | Tanggal | Keterangan | Paraf |
|----|-----------|--------------------------|-------|
| | 6/8-2024 | Ace Selesai. | |
| | - | Perbaiki klgm untuk aly. | |
| | 24/8-2024 | Ace Selesai TA | |

24/8-2024 Ace Selesai TA.

6/8-2024 Ace Selesai

Dosen Pembimbing
Noorly Evalina ST, MT

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Raihan Zhafran

Tempat/Tanggal Lahir : Medan, 29.09.2002

Jenis Kelamin : Laki-Laki

Umur : 22 Tahun

Agama : Islam

Status : Belum Menikah

Tinggi Badan / Berat Badan : 168 cm / 51 Kg

kewarganegaraan : Indonesia

Alamat : Jl. Perumnas Martubung II blok B No. 97 Tengiri 5

No Hp : 082361957973

Email : raihan.zhafran848@gmail.com

Latar Belakang Pendidikan

SD Al-Wasliyah 30 : Tahun 2008-2014

SMPN 25 Medan : Tahun 2014-2017

SMK Swasta Sinar Husni Medan : Tahun 2017-2020

Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara : Tahun 2020-2024