

LAPORAN KERJA PRAKTEK

Design and Development of a Sunlight-Based Lighting System Using Reflective Mirrors, an Automatic Solar- Powered Lamp for Rural Lighting

International Course Program (ICP)



Disusun Oleh :

Adi Nugraha (228150061)

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

2025

LEMBAR PENGESAHAN

LAPORAN *International Course Program* (ICP)

DI

UNIVERSITAS MEDAN AREA

Disusun oleh :

ADI NUGRAHA

NPM : 228150061

Disetujui oleh :

Pembimbing Kerja Praktek

Nukhe Andri Silviana, ST.MT

NIDN : 0127038802

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi

Dr. Eng., Suprianto, S.T, M.T.

NIDN : 0102027402

Nukhe Andri Silviana, ST. MT

NIDN : 0127038802

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya, penulisan laporan dengan judul "Design and Development of a Sunlight-Based Lighting System Using Reflective Mirrors, an Automatic Solar-Powered Lamp for Rural Lighting" dapat diselesaikan dengan baik.

Laporan ini disusun sebagai bagian dari upaya dalam mengembangkan solusi penerangan yang ramah lingkungan, efisien, dan berkelanjutan, khususnya untuk daerah pedesaan yang masih terbatas aksesnya terhadap listrik. Sistem yang dirancang menggabungkan pemanfaatan cermin reflektif untuk mengarahkan sinar matahari dan lampu otomatis bertenaga surya, dengan harapan dapat menjadi alternatif inovatif dalam memenuhi kebutuhan pencahayaan di wilayah terpencil.

Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

Saya berharap laporan ini dapat memberikan manfaat dan menjadi referensi bagi pengembangan teknologi pencahayaan berbasis energi terbarukan di masa mendatang. Kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan karya ini.

Akhir kata, semoga laporan ini dapat memberikan kontribusi positif dalam pengembangan teknologi berkelanjutan untuk masyarakat luas

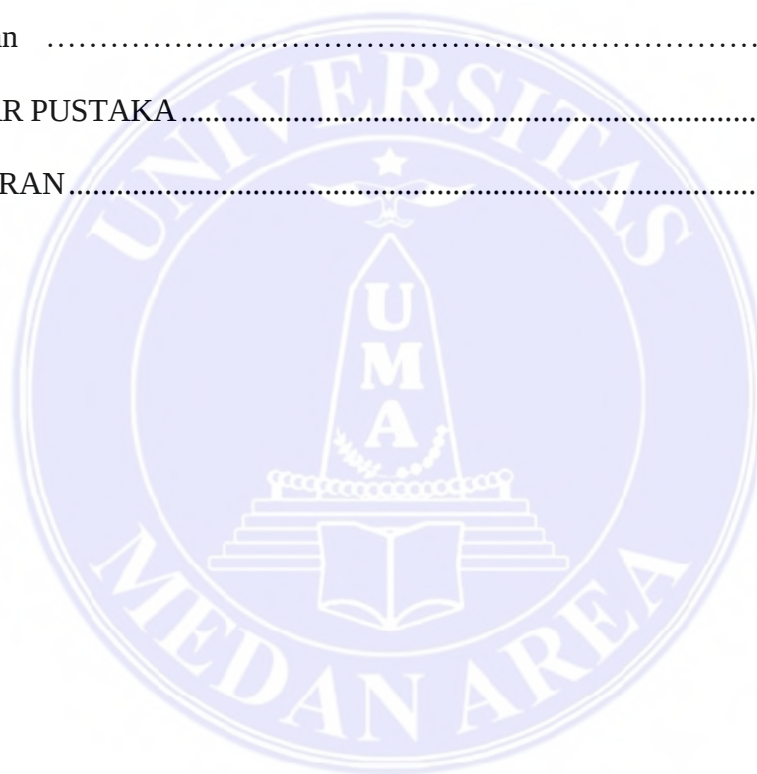
Medan. 29 September 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
BAB I PENDAHULUAN.....	4
1.1 Latar Belakang.....	4
1.2 Perumusan Masalah.....	5
1.3 Batasan Masalah.....	6
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II LANDASAN TEORI.....	7
2.1 Sistem Pencahayaan.....	7
2.1.1 Energi Surya.....	7
2.1.2 Prinsip Refleksi Cermin.....	8
2.1.3 Lampu Tenaga Surya Otomatis.....	8
2.2 Hukum pemantulan cahaya.....	9
2.2.1 Pengertian Prinsip Kerja Panel Surya.....	10
2.2.2 Pengertian Sensor Cahaya (LDR).....	10
2.2.3 Kerangka Teori.....	12
BAB III HASIL PEMBAHASAN.....	13
3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian.....	13
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	13
3.3 Alat dan Bahan Penelitian.....	13
3.3.1 Alat yang Digunakan.....	14
3.3.2 Bahan yang Digunakan.....	14
3.4 Diagram Blok Sistem.....	14

3.5 Prinsip Kerja Sistem.....	15
3.6 Prosedur Penelitian dan Perancangan Sistem	15
3.6.1 Tahap Perancangan	16
3.6.2 Tahap Pengujian.....	16
3.6.3 Tahap Analisis	16
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	17
4.1 Kesimpulan.....	17
4.2 Saran	17
DAFTAR PUSTAKA	20
LAMPIRAN	21





BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Akses terhadap sumber penerangan yang andal dan berkelanjutan masih menjadi tantangan utama di banyak daerah pedesaan, khususnya di negara-negara berkembang. Ketergantungan pada jaringan listrik konvensional tidak hanya menghadapi kendala infrastruktur dan biaya, tetapi juga seringkali tidak ramah lingkungan karena masih bergantung pada bahan bakar fosil. Kondisi ini mendorong perlunya pengembangan sistem penerangan alternatif yang hemat energi, mudah diimplementasikan, serta memanfaatkan sumber daya alam yang melimpah dan dapat diperbarui.

Salah satu potensi energi terbarukan yang sangat besar dan belum dimanfaatkan secara optimal adalah energi matahari. Dengan intensitas sinar matahari yang tinggi di banyak wilayah tropis, sistem pencahayaan berbasis tenaga surya menjadi solusi yang layak dan berkelanjutan. Namun, sebagian besar sistem pencahayaan surya hanya aktif saat malam hari dan tidak memanfaatkan potensi sinar matahari secara langsung pada siang hari untuk penerangan dalam ruangan.

Untuk itu, dirancanglah sistem pencahayaan inovatif yang memanfaatkan cermin reflektif untuk mengarahkan cahaya matahari ke dalam ruangan pada siang hari, serta dilengkapi dengan lampu otomatis bertenaga surya untuk penerangan di malam hari. Sistem ini tidak hanya mengurangi konsumsi listrik secara

signifikan, tetapi juga meningkatkan kualitas hidup masyarakat pedesaan dengan menghadirkan penerangan yang stabil sepanjang hari, tanpa biaya operasional jangka panjang.

Pengembangan sistem ini mengintegrasikan konsep desain pasif (refleksi cahaya alami) dan teknologi aktif (lampu otomatis tenaga surya), sehingga dapat beroperasi secara efisien dengan perawatan minimal. Diharapkan, inovasi ini dapat menjadi solusi praktis dan ekonomis bagi masyarakat di daerah terpencil, sekaligus mendukung agenda global dalam penggunaan energi bersih dan pembangunan berkelanjutan.

1.2 Perumusan Masalah

1. Bagaimana merancang sistem pencahayaan yang dapat memanfaatkan cahaya matahari secara langsung pada siang hari menggunakan cermin reflektif?
2. Bagaimana merancang sistem lampu otomatis bertenaga surya yang dapat menyala secara efisien pada malam hari tanpa tergantung pada jaringan listrik konvensional?
3. Bagaimana mengintegrasikan sistem reflektif dan lampu tenaga surya ke dalam satu sistem pencahayaan yang berkelanjutan dan sesuai untuk digunakan di daerah pedesaan?

1.3 Batasan Masalah

1. Tujuan sistem: Merancang, membuat prototipe, dan menguji sistem pencahayaan rumah tangga pedesaan yang memanfaatkan pantulan sinar matahari dengan cermin reflektif dan sumber energi dari panel surya + baterai.
2. Jenis penerangan: Lampu LED berdaya rendah untuk penerangan interior (ruang tamu/kamar) - bukan lampu jalan atau penerangan area.
3. Sumber energi: Sistem off-grid; energi utama dari panel surya fotovoltaik yang disimpan di baterai (lead-acid / Li-ion sesuai spesifikasi). Tidak ada sambungan ke jaringan listrik PLN

1.4 Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis / Akademis
Memberikan kontribusi pengetahuan tentang penerapan energi terbarukan dalam sistem pencahayaan berbasis sinar matahari.
2. Manfaat Praktis
Memberikan solusi nyata untuk penerangan pedesaan yang belum terjangkau listrik PLN.
3. Manfaat Sosial & Ekonomi
Meningkatkan kualitas hidup masyarakat pedesaan dengan akses penerangan berkelanjutan

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Sistem Pencahayaan

Pencahayaan adalah faktor penting dalam mendukung aktivitas manusia, baik di dalam maupun di luar ruangan. Sistem pencahayaan dapat dibagi menjadi dua kategori utama, yaitu pencahayaan alami dan pencahayaan buatan. Pencahayaan alami berasal dari sinar matahari, sedangkan pencahayaan buatan berasal dari sumber listrik seperti lampu pijar, lampu fluorescent, maupun lampu LED (Sudibyo, 2021).

Khusus di daerah pedesaan, ketersediaan listrik sering terbatas sehingga dibutuhkan alternatif sistem pencahayaan hemat energi dan ramah lingkungan.

2.1.1 Energi Surya

Karakteristik energi surya merupakan energi terbarukan yang berasal dari radiasi matahari. Energi ini dapat dimanfaatkan secara langsung (direct use), seperti melalui refleksi atau pengumpulan sinar, maupun tidak langsung melalui konversi menjadi energi listrik menggunakan panel surya (PV) (Duffie & Beckman, 2013). energi surya antara lain:

1. Tersedia melimpah sepanjang tahun terutama di daerah tropis.
2. Ramah lingkungan, tidak menghasilkan polusi.
3. Bersifat intermittent (tergantung cuaca dan intensitas matahari).

2.1.2 Prinsip Refleksi Cermin

Refleksi cahaya adalah pemantulan sinar ketika mengenai permukaan cermin. Berdasarkan hukum pemantulan, sudut datang (θ_i) sama dengan sudut pantul (θ_r). Dalam sistem pencahayaan berbasis refleksi, cahaya matahari diarahkan ke titik tertentu dengan bantuan cermin datar atau cermin parabola (Serway & Jewett, 2014).

Aplikasi cermin reflektif dalam pencahayaan bertujuan untuk:

1. Mengarahkan cahaya matahari ke dalam ruangan.
2. Mengurangi kebutuhan energi listrik di siang hari.
3. Menyediakan pencahayaan alami dengan intensitas cukup.

2.1.3 Lampu Tenaga Surya Otomatis

Lampu tenaga surya otomatis adalah perangkat pencahayaan yang bekerja dengan prinsip:

1. Panel surya menyerap energi matahari pada siang hari dan menyimpannya dalam baterai.
2. Sensor cahaya (LDR) atau sistem otomatis mendeteksi intensitas cahaya lingkungan.

Lampu LED akan menyala ketika cahaya sekitar rendah (malam hari) dan mati otomatis ketika siang hari (Aji, 2020).

Keunggulan lampu tenaga surya otomatis:

Tidak bergantung pada jaringan listrik PLN.

1. Hemat energi dan biaya perawatan rendah.
2. Ramah lingkungan serta cocok untuk daerah terpencil.

2.2 Hukum pemantulan cahaya

Hukum pemantulan cahaya merupakan prinsip dasar dalam ilmu optika yang menjelaskan bagaimana arah cahaya berubah ketika mengenai permukaan reflektif. Menurut Tipler dan Mosca (2008) dalam buku *Physics for Scientists and Engineers*, pemantulan cahaya terjadi ketika berkas cahaya datang mengenai permukaan suatu benda dan dipantulkan kembali ke medium asalnya. Fenomena ini terjadi karena cahaya bersifat gelombang elektromagnetik yang akan berinteraksi dengan permukaan padat sesuai dengan sifat materialnya.

Menurut Hecht (2017) dalam *Optics (5th Edition)*, pemantulan dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu:

1. Pemantulan teratur (regular reflection), terjadi pada permukaan halus seperti cermin datar, di mana arah pantulan cahaya teratur dan membentuk bayangan jelas.
2. Pemantulan difus (diffuse reflection), terjadi pada permukaan kasar, sehingga arah pantulan cahaya menyebar ke berbagai arah.

Dalam konteks sistem pencahayaan berbasis tenaga surya, hukum pemantulan cahaya menjadi landasan penting untuk merancang posisi dan sudut reflektor agar cahaya matahari dapat diarahkan secara optimal menuju panel surya atau area yang membutuhkan pencahayaan (Hamdani et al., 2021).

Dengan memahami hukum ini, efisiensi penyerapan energi matahari dapat ditingkatkan tanpa penambahan sumber energi tambahan, sehingga mendukung konsep efisiensi energi dan keberlanjutan sistem.

2.2.1 Pengertian Prinsip Kerja Panel Surya

Panel surya atau sel surya (solar cell) merupakan perangkat yang berfungsi untuk mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan efek fotovoltaiik. Prinsip kerja panel surya didasarkan pada konversi energi foton cahaya menjadi energi listrik melalui bahan semikonduktor, seperti silikon (Si), yang memiliki kemampuan untuk menghasilkan elektron bebas ketika terkena cahaya matahari.

Secara umum, panel surya terdiri dari beberapa lapisan sel fotovoltaiik yang tersusun seri maupun paralel. Ketika sinar matahari mengenai permukaan sel surya, foton dari cahaya tersebut diserap oleh bahan semikonduktor dan menyebabkan elektron-elektron berpindah dari pita valensi ke pita konduksi. Perpindahan elektron ini menciptakan arus listrik searah (DC) yang kemudian dapat disimpan di baterai atau diubah menjadi arus bolak-balik (AC) menggunakan inverter untuk keperluan rumah tangga maupun industri (Sukamdi & Raharjo, 2019).

Dengan demikian, prinsip kerja panel surya adalah memanfaatkan energi radiasi matahari dan mengubahnya menjadi energi listrik melalui proses fotovoltaiik. Proses ini sangat ramah lingkungan karena tidak menghasilkan emisi gas buang dan memanfaatkan sumber energi terbarukan yang tersedia secara gratis dari alam (Rohman, 2021)

2.2.2 Pengertian Sensor Cahaya (LDR)

Sensor cahaya atau yang lebih dikenal dengan Light Dependent Resistor (LDR) merupakan salah satu jenis sensor yang bekerja berdasarkan intensitas cahaya yang diterimanya. LDR merupakan komponen elektronika pasif yang nilai

resistansinya berubah-ubah tergantung pada jumlah cahaya yang jatuh pada permukaannya. Semakin tinggi intensitas cahaya yang mengenai sensor, maka resistansi LDR akan semakin kecil, dan sebaliknya, jika cahaya yang diterima berkurang maka nilai resistansinya akan meningkat (Siregar, 2019).

Menurut Nugroho (2020), LDR bekerja dengan prinsip fotokonduktivitas, yaitu kemampuan suatu bahan semikonduktor untuk menghantarkan listrik ketika terkena cahaya. Material utama penyusun LDR biasanya terbuat dari senyawa kadmium sulfida (CdS) atau kadmium selenida (CdSe) yang memiliki sifat sensitif terhadap cahaya tampak. Ketika cahaya mengenai permukaan LDR, energi foton dari cahaya tersebut akan menumbuhkan elektron-elektron bebas, sehingga konduktivitas listrik bahan meningkat dan resistansi menurun.

Secara umum, fungsi utama LDR adalah sebagai pendeteksi atau pengukur intensitas cahaya dalam berbagai aplikasi. Sensor ini sering digunakan dalam sistem otomatisasi seperti lampu jalan otomatis, robot pengikut cahaya (light follower robot), sistem keamanan rumah, dan alat penghemat energi. Dalam rangkaian elektronik, LDR biasanya dikombinasikan dengan resistor tetap dalam bentuk pembagi tegangan (voltage divider) untuk menghasilkan sinyal listrik yang dapat diolah oleh mikrokontroler atau sistem kontrol lainnya (Rahman, 2021).

Selain itu, karakteristik utama dari LDR dapat dilihat dari dua parameter penting yaitu resistansi gelap (dark resistance) dan resistansi terang (light resistance). Resistansi gelap menunjukkan nilai hambatan ketika sensor tidak terkena cahaya (biasanya mencapai ratusan kilo-ohm hingga mega-ohm), sedangkan resistansi terang adalah hambatan ketika sensor terkena cahaya (bisa turun hingga beberapa ratus ohm). Perbandingan antara kedua kondisi ini

menunjukkan tingkat sensitivitas sensor terhadap perubahan intensitas cahaya (Wibowo, 2018).

Dalam sistem pengendalian otomatis, perubahan resistansi pada LDR dapat dikonversi menjadi sinyal tegangan analog yang mudah dibaca oleh perangkat elektronik. Sinyal ini kemudian digunakan untuk mengaktifkan atau menonaktifkan perangkat lain, seperti menyalakan lampu ketika malam hari atau mematikan lampu ketika siang hari secara otomatis. Dengan demikian, penggunaan sensor LDR dapat meningkatkan efisiensi energi dan kenyamanan pengguna (Hidayat, 2020).

2.2.3 Kerangka Teori

Berdasarkan teori yang diuraikan, penelitian ini menggabungkan dua konsep utama:

1. Refleksi cahaya matahari menggunakan cermin untuk meningkatkan pencahayaan alami di siang hari.
2. Lampu tenaga surya otomatis sebagai sumber pencahayaan malam hari.

Kombinasi kedua sistem ini diharapkan mampu menjadi solusi pencahayaan berkelanjutan di pedesaan yang hemat energi, ramah lingkungan, dan mandiri dari jaringan listrik PLN.

BAB III

HASIL PEMBAHASAN

3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini termasuk ke dalam jenis penelitian eksperimen rekayasa (experimental research), di mana dilakukan proses perancangan (design) dan pengembangan (development) sistem penerangan otomatis berbasis energi surya dengan bantuan cermin reflektif untuk meningkatkan efisiensi penangkapan cahaya matahari.

Pendekatan yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif dengan melakukan pengujian terhadap performa sistem yang dirancang, seperti intensitas cahaya yang diterima, lama penyimpanan energi, serta durasi nyala lampu pada malam hari.

Menurut Sugiyono (2019), penelitian eksperimen merupakan penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan. Dalam konteks penelitian ini, perlakuan yang diberikan adalah variasi sudut pantulan cermin dan penempatan panel surya.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada:

Waktu penelitian: Januari – April 2025

Tempat penelitian: Laboratorium Teknik Industri, Program Studi Teknik Industri ,
Universitas Medan Area

Tempat ini dipilih karena memiliki peralatan pendukung seperti alat ukur intensitas cahaya (lux meter), alat ukur tegangan dan arus, serta area terbuka untuk

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat yang Digunakan

1. Lux Meter – untuk mengukur intensitas cahaya yang diterima sistem.
2. Multimeter Digital – untuk mengukur tegangan, arus, dan daya dari panel surya.
3. Solder dan alat perakitan elektronik.
4. Kompas dan busur – untuk menentukan sudut refleksi dan arah matahari.
5. Laptop – untuk mencatat dan mengolah data hasil pengujian.

3.3.2 Bahan yang Digunakan

Panel Surya (Solar Cell) kapasitas 20 WP.

1. Baterai Lithium-ion 12V/7Ah sebagai penyimpan energi listrik.
2. Lampu LED 12V DC untuk penerangan utama.
3. Cermin reflektif datar sebagai media pemantul cahaya matahari.
4. Sensor LDR (Light Dependent Resistor) untuk sistem otomatisasi nyala lampu.
5. Mikrokontroler Arduino Uno untuk pengendalian sistem otomatis.
6. Modul Solar Charge Controller (PWM/MPPT) untuk pengaturan pengisian baterai.
7. Rangka aluminium dan kaca pelindung untuk penopang dan pelindung sistem.

3.4 Diagram Blok Sistem

Sistem penerangan otomatis ini secara umum dapat dijelaskan melalui diagram blok berikut:

Sumber cahaya matahari → Cermin Reflektif → Panel Surya → Solar Charge
Controller → Baterai → Lampu LED → Sensor LDR + Arduino

Penjelasan Diagram Blok:

Cermin Reflektif: Mengarahkan dan memantulkan cahaya matahari ke panel surya untuk meningkatkan intensitas energi yang diterima.

Panel Surya: Mengubah energi cahaya menjadi energi listrik (efek fotovoltaiik).

Solar Charge Controller: Mengatur proses pengisian baterai agar tidak overcharge atau overdischarge.

Baterai: Menyimpan energi listrik yang dihasilkan untuk digunakan pada malam hari.

Sensor LDR: Mendeteksi perubahan intensitas cahaya lingkungan.

Arduino: Mengolah data dari LDR untuk menghidupkan atau mematikan lampu LED secara otomatis.

Lampu LED: Menjadi keluaran sistem yang digunakan sebagai penerangan pada malam hari.

3.5 Prinsip Kerja Sistem

Pada siang hari, sinar matahari dipantulkan oleh cermin reflektif menuju panel surya, sehingga energi yang diterima menjadi lebih maksimal. Energi cahaya tersebut dikonversi oleh sel surya (solar cell) menjadi energi listrik melalui proses efek fotovoltaiik, kemudian disimpan ke dalam baterai melalui solar charge controller.

Ketika sensor LDR mendeteksi cahaya lingkungan menurun (tanda malam hari), maka Arduino akan mengaktifkan relay yang menyalakan lampu LED secara otomatis menggunakan daya dari baterai.

Sebaliknya, saat intensitas cahaya meningkat (pagi hari), sistem akan mematikan lampu secara otomatis dan kembali mengisi baterai.

3.6 Prosedur Penelitian dan Perancangan Sistem

Langkah-langkah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.6.1 Tahap Perancangan

Perancangan mekanik: Menentukan posisi dan sudut optimal pemasangan cermin reflektif serta arah panel surya terhadap lintasan matahari.

Perancangan rangkaian elektronik: Meliputi penggabungan panel surya, baterai, sensor LDR, Arduino, dan lampu LED.

Pemrograman mikrokontroler: Menulis program kontrol otomatisasi nyala lampu berdasarkan pembacaan LDR.

Pembuatan prototype: Merakit seluruh komponen menjadi sistem lengkap

3.6.2 Tahap Pengujian

Pengujian intensitas cahaya: Mengukur besarnya intensitas cahaya yang diterima panel surya dengan dan tanpa bantuan cermin reflektif.

Pengujian daya dan tegangan keluaran panel surya.

Pengujian durasi penyimpanan energi: Mengukur lama baterai dapat menyalakan lampu pada malam hari.

Pengujian otomatisasi sistem: Melihat respon nyala dan mati lampu terhadap perubahan intensitas cahaya lingkungan.

3.6.3 Tahap Analisis

Data hasil pengujian dianalisis menggunakan metode komparatif antara sistem dengan dan tanpa bantuan cermin reflektif untuk mengetahui peningkatan efisiensi energi surya. Selain itu, dilakukan evaluasi terhadap stabilitas sistem otomatisasi lampu.

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Secara keseluruhan, proyek Design and Development of a Sunlight-Based Lighting System Using Reflective Mirrors, an Automatic Solar-Powered Lamp for Rural Lighting telah berhasil mencapai tujuan perancangan dan implementasi yang efisien dari sudut pandang Teknik Industri.

Sistem ini membuktikan bahwa inovasi sederhana yang mengutamakan efisiensi energi, keberlanjutan, dan efektivitas biaya dapat memberikan dampak sosial dan ekonomi yang signifikan, terutama dalam meningkatkan kualitas hidup masyarakat pedesaan.

Dengan penerapan analisis sistem, efisiensi sumber daya, dan manajemen proyek yang baik, proyek ini dapat dijadikan contoh penerapan nyata ilmu Teknik Industri dalam mendukung teknologi energi terbarukan dan pembangunan berkelanjutan.

4.2 Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut, terdapat beberapa saran yang dapat dilakukan guna meningkatkan performa dan keberlanjutan sistem:

1. Peningkatan Teknologi Reflektor

Dapat dikembangkan reflektor otomatis (solar tracking mirror) yang mampu mengikuti pergerakan matahari, sehingga penangkapan cahaya l

Sistem dapat ditambahkan modul IoT agar pengguna dapat memantau status

pengisian baterai, intensitas cahaya, dan konsumsi daya secara real-time melalui aplikasi berbasis web atau ponsel.

2. Penggunaan Sensor Tambahan

Menambahkan sensor gerak (PIR) agar lampu hanya menyala ketika ada aktivitas di sekitar area tertentu. Hal ini dapat meningkatkan efisiensi energi dan memperpanjang umur baterai.

3. Analisis Produksi Massal dan Perancangan Ulang Produk

Dari sisi Teknik Industri, perlu dilakukan analisis proses produksi dan layout manufaktur untuk mempersiapkan skala produksi lebih besar dengan biaya yang efisien. Selain itu, desain produk dapat disederhanakan agar mudah dirakit oleh masyarakat lokal.

4. Analisis Produksi Massal dan Perancangan Ulang Produk

Dari sisi Teknik Industri, perlu dilakukan analisis proses produksi dan layout manufaktur untuk mempersiapkan skala produksi lebih besar dengan biaya yang efisien. Selain itu, desain produk dapat disederhanakan agar mudah dirakit oleh masyarakat lokal.

5. Uji Coba Lapangan Lebih Luas

Sistem sebaiknya diuji di beberapa kondisi geografis berbeda (dataran tinggi, pesisir, dan pedalaman) untuk mengetahui tingkat keandalan sistem terhadap faktor lingkungan yang bervariasi.

6. Analisis Produksi Massal dan Perancangan Ulang Produk

Dari sisi Teknik Industri, perlu dilakukan analisis proses produksi dan layout manufaktur untuk mempersiapkan skala produksi lebih besar dengan biaya yang efisien. Selain itu, desain produk dapat disederhanakan agar mudah dirakit oleh masyarakat lokal.

7. Uji Coba Lapangan Lebih Luas

Sistem sebaiknya diuji di beberapa kondisi geografis berbeda (dataran tinggi, pesisir, dan pedalaman) untuk mengetahui tingkat keandalan sistem terhadap faktor lingkungan yang bervariasi.

8. Edukasi dan Pelatihan Masyarakat

Disarankan adanya pelatihan teknis sederhana kepada masyarakat pedesaan agar mereka mampu melakukan perawatan mandiri dan memahami prinsip kerja sistem lampu tenaga surya ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, E., Shuhaimi, N. I., Mohamad, R., Kamaluddin, N. A., Hidayat, N. M., C Burham, N. (n.d.). *Development of Real-Time Energy Monitoring System and Data Log Using NodeMCU ESP 82cc and MYSQL Database.*
- Al Anzy, L. A. R., Abdullah, A. A., C Aquraishi, A. K. L. (2023). IoT Cloud System Based Dual Axis Solar Tracker Using Arduino. *Journal of Internet Services and Information Security*, 13(2), 193–202.
<https://doi.org/10.58346/JISIS.2023.I2.012>
- Alsayaydeh, J. A. J., Yusof, M. F. B., Halim, M. Z. B. A., Zainudin, M. N. S., C Herawan, S. G. (2023). Patient Health Monitoring System Development using ESP8266 and Arduino with IoT Platform. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 14(4).
<https://doi.org/10.14569/IJACSA.2023.0140467>
- Alshammari, H. H. (2023). The internet of things healthcare monitoring system based on MQTT protocol. *Alexandria Engineering Journal*, 69, 275–287.
<https://doi.org/10.1016/j.aej.2023.01.065>
- Hamdani, H., Pulungan, A. B., Myori, D. E., Elmubdi, F., C Hasannuddin, T. (2021). Real Time Monitoring System on Solar Panel Orientation Control Using Visual Basic. *Journal of Applied Engineering and Technological Science (JAETS)*, 2(2), 112–124.
<https://doi.org/10.37385/jaets.v2i2.249>

LAMPIRAN

