

TESIS

KINERJA SOLAR PANEL *MONOCRYSTALLINE* 119,88 kWp DENGAN SISTEM *ON GRID* SEBAGAI *LOAD SHARING* ENERGI LISTRIK PADA GEDUNG ADMIN AREA GRISSIK BERBASIS IoT



**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Mata Kuliah Seminar Kemajuan Tesis
Program Studi Teknik Energi Terbarukan Program Magister Terapan
Politeknik Negeri Sriwijaya**

**Oleh :
ASRI EKA PUTRA
062450443392**

**PROGRAM MAGISTER TERAPAN
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2026**

**HALAMAN
PENGESAHAN TESIS**

**KINERJA SOLAR PANEL *MONOCRYSTALLINE* 119,88 kWp
DENGAN SISTEM *ON GRID* SEBAGAI *LOAD SHARING*
ENERGI LISTRIK PADA GEDUNG ADMIN
AREA GRISSIK BERBASIS IoT**

Oleh :
ASRI EKA PUTRA
NPM. 062450443392

Palembang, 20 Juni 2026
Menyetujui,

Pembimbing 1,


Prof. Dr. Ir. Abu Hasan, M.Si.
NIP. 196410231992031001

Pembimbing 2,


Prof. Dr. Ir. Yohandri Bow, S.T., M.S., IPM
NIP. 197110231994031002

Mengetahui,
**Ketua Program Studi Teknik Energi Terbarukan
Program Magister Terapan**




Prof. Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si.
NIP. 196711191993032003

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tesis ini dengan judul “Kinerja Solar Panel *Monocrystalline* 119,88 kWp Dengan Sistem *On Grid* Sebagai *Load Sharing* Energi Listrik Pada Gedung Admin Area Grissik Berbasis IoT” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Program Studi Teknik Energi Terbarukan Program Magister Terapan Politeknik Negeri Sriwijaya pada tanggal 20 Juni 2026.

Palembang, 20 Juni 2026

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Berupa Tesis

Ketua :

Ir. Carlos RS, S.T., M.T., IPU
196403011989031003

()

Anggota :

1. Prof. Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si.
196711191993032003

()

2. Dr. Phil. Ir. Fatahul Arifin, ST., Dipl.,
Eng., EPD., MEngSc.
197201011998021004

()

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Energi Terbarukan
Program Magister Terapan



Prof. Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si.
NIP. 196711191993032003

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **Asri Eka Putra**

NPM : 062450443392

Judul Tesis : **Kinerja Solar Panel *Monocrystalline* 119,88 kWp Dengan Sistem *On Grid* Sebagai *Load Sharing* Energi Listrik Pada Gedung Admin Area Grissik Berbasis IoT**

Menyatakan bahwa Tesis Saya merupakan hasil karya sendiri didampingi Pembimbing dan buka hasil penjiplakan atau plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau plagiat dalam Tesis ini, maka Saya bersedia menerima sanksi akademik dari Politeknik Negeri Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini Saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, 20 Juni 2026

Asri Eka Putra
NPM. 062450443392

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **Asri Eka Putra**

NPM : 062450443392

Judul Tesis : **Performance Evaluation of 119.88 kWp IoT Based On-Grid
Solar System at Admin Building Grissik**

Memberika izin kepada Pembimbing dan Politeknik Negeri Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian Saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian Saya. Dalam kasus ini Saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*coreresponding author*).

Demikian, pernyataan ini Saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, 20 Juni 2026

Asri Eka Putra
NPM. 062450443392

RINGKASAN

KINERJA SOLAR PANEL *MONOCRYSTALLINE* 119,88 kWp DENGAN SISTEM *ON GRID* SEBAGAI *LOAD SHARING* ENERGI LISTRIK PADA GEDUNG ADMIN AREA GRISSIK BERBASIS IoT.

Karya tulis ilmiah berupa Tesis, 20 Juni 2026

Asri Eka Putra; Dibimbing oleh Prof. Dr. Ir. Abu Hasan, M.Si., dan Prof. Dr. Ir. Yohandri Bow, S.T., M.S., IPM

Performance Evaluation Of 119.88 kWp IoT Based On-grid Solar System At Admin Building Grissik.

xx + 84 Halaman, 22 Tabel, 58 Gambar, dan 2 Lampiran

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh meningkatnya kebutuhan energi listrik pada sektor industri serta tingginya kontribusi penggunaan energi berbasis bahan bakar fosil terhadap emisi karbon dioksida (CO₂). Pada operasionalnya, PT Energi menggunakan listrik sekitar ±6.000 kW yang menghasilkan emisi CO₂ sekitar 3,55 ton. Kondisi ini menunjukkan bahwa konsumsi energi listrik pada fasilitas industri memiliki hubungan langsung dengan peningkatan emisi karbon. Oleh karena itu, diperlukan strategi efisiensi energi dan pemanfaatan energi terbarukan untuk menurunkan konsumsi listrik berbasis bahan bakar fosil, mengurangi emisi, serta memperkuat agenda keberlanjutan perusahaan.

Program Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) disiapkan sebagai salah satu upaya perusahaan dalam mendukung efisiensi energi dan transisi menuju sistem energi yang lebih bersih. Pemanfaatan PLTS menjadi alternatif yang relevan karena energi surya dapat menghasilkan listrik tanpa proses pembakaran langsung. Dengan demikian, sistem ini berpotensi mengurangi penggunaan *fuel* gas, menurunkan emisi CO₂ dan mendukung agenda efisiensi energi perusahaan secara berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja sistem PLTS on-grid berbasis panel surya *monocrystalline* yang terintegrasi dengan sistem pemantauan berbasis *Internet of Things* (IoT) pada Gedung Administrasi Grissik. Sistem PLTS yang diteliti memiliki kapasitas terpasang sebesar 119,88 kWp. Sistem ini terhubung secara *on-grid* dan dilengkapi perangkat pemantauan digital untuk memantau produksi energi listrik, performa sistem serta kondisi operasional secara *real-time*. Integrasi IoT menjadi penting karena kinerja PLTS sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan teknis seperti iradiasi matahari, suhu lingkungan, sudut kemiringan panel, potensi bayangan, orientasi panel, dan tata letak instalasi.

Berdasarkan hasil penelitian selama periode Juli sampai Desember 2025, sistem PLTS *on-grid* pada Gedung Administrasi Grissik menunjukkan kinerja yang cukup baik dalam menghasilkan energi listrik. Total energi listrik yang dihasilkan selama enam bulan pengamatan mencapai 80.001 kWh. Rata-rata produksi energi listrik sebesar 13.333,50 kWh per bulan. Nilai ini menunjukkan bahwa sistem PLTS mampu memberikan kontribusi nyata terhadap pemenuhan sebagian kebutuhan energi listrik gedung. Selain itu, nilai performa sistem berada pada kisaran 67,10 sampai 77,07% dengan rata-rata performa sebesar 72,54%. Hasil ini menunjukkan

bahwa sistem panel surya *monocrystalline* masih dapat bekerja secara efektif dalam kondisi operasional lapangan.

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa sudut kemiringan panel surya berpengaruh terhadap *output* energi listrik yang dihasilkan. Dari variasi sudut yang diamati sudut kemiringan 14° menjadi sudut paling optimum dalam menghasilkan energi listrik. Temuan ini menunjukkan bahwa aspek teknis pemasangan panel surya perlu diperhatikan dalam perencanaan dan pengembangan sistem PLTS. Sudut kemiringan yang sesuai dapat meningkatkan kemampuan panel dalam menerima radiasi matahari. Sebaliknya sudut yang kurang tepat dapat menurunkan potensi energi listrik yang dihasilkan. Oleh karena itu, perencanaan sudut kemiringan panel perlu mempertimbangkan lokasi geografis, arah datang matahari, kondisi atap, dan potensi bayangan dari objek di sekitar area instalasi.

Dari aspek efisiensi energi, penerapan sistem PLTS *on-grid* terbukti mampu menurunkan konsumsi *fuel* gas pada Gedung Administrasi Grissik. Sebelum penerapan PLTS, rata-rata konsumsi *fuel* gas bulanan untuk penyediaan energi listrik mencapai 0,2821 MMSCF dengan biaya rata-rata sebesar US\$ 1.244,21 per bulan. Setelah PLTS diintegrasikan sebagai sistem *load sharing*, konsumsi *fuel* gas menurun menjadi 0,2054 MMSCF per bulan dengan biaya rata-rata sebesar US\$ 905,81 per bulan dan total penghematan volume *fuel* gas mencapai 1,2324 MMSCF. Penurunan ini menunjukkan bahwa energi listrik yang dihasilkan dari PLTS mampu menggantikan sebagian kebutuhan energi yang sebelumnya bergantung pada sumber energi berbasis bahan bakar fosil. Dengan demikian PLTS tidak hanya berperan sebagai sumber energi tambahan tetapi juga sebagai instrumen efisiensi energi pada fasilitas industri.

Dari aspek lingkungan, penerapan PLTS *on-grid* memberikan kontribusi positif terhadap penurunan emisi karbon dioksida. Total penurunan emisi CO₂ selama periode Juli sampai Desember 2025 mencapai 63,0397 tonCO₂, dengan rata-rata penurunan sebesar 10,5066 tonCO₂ per bulan. Nilai ini menunjukkan bahwa integrasi sistem PLTS mampu mendukung upaya mitigasi emisi karbon pada sektor industri minyak dan gas. Penurunan emisi tersebut juga menunjukkan bahwa penggantian sebagian konsumsi energi berbasis *fuel* gas dengan energi surya dapat memberikan dampak lingkungan yang signifikan.

Sistem pemantauan berbasis IoT menjadi salah satu faktor penting dalam menjaga efisiensi dan keandalan operasional PLTS. Melalui sistem pemantauan *real-time*, operator dapat mengetahui produksi energi, performa sistem serta potensi gangguan operasional secara lebih cepat. Data yang diperoleh dari sistem IoT juga dapat digunakan sebagai dasar evaluasi kinerja, perencanaan pemeliharaan dan pengambilan keputusan operasional. Dengan adanya sistem ini, pengelolaan PLTS menjadi lebih terukur, cepat dan berbasis data.

Berdasarkan analisis kebutuhan energi listrik Gedung Administrasi Grissik, diketahui bahwa kebutuhan energi listrik harian gedung sebesar 599,40 kWh. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut secara lebih optimal, diperlukan penambahan 83 unit modul panel surya. Penambahan kapasitas ini berpotensi meningkatkan kontribusi PLTS terhadap pemenuhan kebutuhan energi listrik gedung. Namun, sebelum dilakukan penambahan panel, perlu dilakukan kajian teknis dan lingkungan secara lebih mendalam. Kajian tersebut meliputi analisis intensitas radiasi matahari, potensi bayangan, orientasi panel, sudut kemiringan, tata letak instalasi, kapasitas

struktur bangunan, sistem kelistrikan, keselamatan kerja, dan keberlanjutan operasional sistem.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan sistem PLTS *on-grid* berbasis panel surya *monocrystalline* yang terintegrasi dengan IoT pada Gedung Administrasi Grissik mampu memberikan manfaat teknis, energi dan lingkungan. Dari sisi teknis, sistem mampu menghasilkan energi listrik dengan performa yang cukup baik. Dari sisi efisiensi energi, sistem mampu menurunkan konsumsi *fuel* gas. Dari sisi lingkungan, sistem mampu mengurangi emisi CO₂ secara signifikan. Dengan demikian, penelitian ini memberikan bukti empiris bahwa PLTS *on-grid* berbasis IoT dapat menjadi solusi yang relevan untuk mendukung efisiensi energi, pengurangan emisi karbon, dan transisi energi bersih pada fasilitas industri di Indonesia.

Kata kunci : panel surya *monocrystalline*, sistem *on-grid*, pemantauan IoT, emisi CO₂, sistem energi terbarukan.

Kepustakaan : 34 (2018 - 2025)

SUMMARY

PERFORMANCE OF A 119.88 kWp MONOCRYSTALLINE SOLAR PANEL SYSTEM WITH AN ON-GRID SYSTEM AS ELECTRICAL ENERGY LOAD SHARING AT THE GRISSIK AREA ADMINISTRATION BUILDING BASED ON IoT.

Scientific Paper in the form of thesis, 20 Juni 2026

Asri Eka Putra, Supervised by Prof. Dr. Ir. Abu Hasan, M.Si., dan Prof. Dr. Ir. Yohandri Bow, S.T., M.S., IPM

Kinerja Solar Panel Monocrystalline 119,88 kWp Sistem On-Grid Pada Gedung Admin Area Grissik Berbasis IoT.

xx + 84 Pages, 22 Tables, 58 Figures, and 2 Attachments

This research is motivated by the increasing demand for electrical energy in the industrial sector and the high contribution of fossil fuel-based energy use to carbon dioxide (CO₂) emissions. In its operations, PT Energi uses approximately ±6,000 kW of electricity, which produces around 3.55 tons of CO₂ emissions. This condition indicates that electricity consumption in industrial facilities has a direct relationship with the increase in carbon emissions. Therefore, energy efficiency strategies and the use of renewable energy are needed to reduce fossil fuel-based electricity consumption, decrease emissions, and strengthen the company's sustainability agenda.

The Solar Power Plant program was prepared as one of the company's efforts to support energy efficiency and the transition toward a cleaner energy system. The utilization of solar power is a relevant alternative because solar energy can generate electricity without a direct combustion process. Therefore, this system has the potential to reduce fuel gas consumption, decrease CO₂ emissions, and support the company's energy efficiency agenda in a sustainable manner.

This study aims to evaluate the performance of an on-grid Solar Power Plant system based on monocrystalline solar panels integrated with an Internet of Things monitoring system at the Grissik Administration Building. The investigated Solar Power Plant system has an installed capacity of 119.88 kWp. This system is connected to an on-grid system and equipped with digital monitoring devices to monitor electrical energy production, system performance, and operational conditions in real time. The integration of the Internet of Things is important because the performance of a Solar Power Plant is strongly influenced by environmental and technical conditions, such as solar irradiation, ambient temperature, panel tilt angle, shading potential, panel orientation, and installation layout.

Based on the research results during the period from July to December 2025, the on-grid Solar Power Plant system at the Grissik Administration Building showed fairly good performance in producing electrical energy. The total electrical energy

generated during the six-month observation period reached 80,001 kWh. The average electrical energy production was 13,333.50 kWh per month. This value indicates that the Solar Power Plant system was able to make a real contribution to meeting part of the building's electrical energy demand. In addition, the system performance ranged from 67.10% to 77.07%, with an average performance of 72.54%. These results indicate that the monocrystalline solar panel system can still operate effectively under actual field operating conditions.

The results also show that the tilt angle of the solar panels affects the electrical energy output produced. Among the observed angle variations, a tilt angle of 14° was found to be the most optimum angle for producing electrical energy. This finding indicates that the technical aspects of solar panel installation must be considered in the planning and development of Solar Power Plant systems. An appropriate tilt angle can improve the ability of the panels to receive solar radiation. Conversely, an unsuitable angle can reduce the potential electrical energy output. Therefore, the planning of the panel tilt angle should consider geographical location, solar direction, roof conditions, and shading potential from surrounding objects in the installation area.

From the perspective of energy efficiency, the implementation of the on-grid solar photovoltaic system has proven effective in reducing fuel gas consumption at the Grissik Administration Building. Before the installation of the solar PV system, the average monthly fuel gas consumption for electricity supply reached 0.2821 MMSCF, with an average cost of US\$ 1,244.21 per month. After the solar PV system was integrated as a load-sharing system, fuel gas consumption decreased to 0.2054 MMSCF per month, with an average cost of US\$ 905.81 per month. The total fuel gas savings during the observation period reached 1.2324 MMSCF.

This reduction indicates that the electricity generated by the solar PV system was able to substitute part of the energy demand that previously relied on fossil fuel-based sources. Therefore, the solar PV system not only functions as an additional energy source but also serves as an energy efficiency strategy that supports the reduction of fuel gas dependency in industrial facilities.

From the environmental aspect, the implementation of the on-grid Solar Power Plant system made a positive contribution to reducing carbon dioxide emissions. The total reduction in CO₂ emissions during the period from July to December 2025 reached 63.0397 tons of CO₂, with an average reduction of 10.5066 tons of CO₂ per month. This value indicates that the integration of the Solar Power Plant system can support carbon emission mitigation efforts in the oil and gas industrial sector. The emission reduction also shows that replacing part of fuel gas-based energy consumption with solar energy can provide a significant environmental impact.

The Internet of Things-based monitoring system is one of the important factors in maintaining the efficiency and operational reliability of the Solar Power Plant system. Through real-time monitoring, operators can identify energy production, system performance, and potential operational disturbances more quickly. The data obtained from the Internet of Things system can also be used as a basis for performance evaluation, maintenance planning, and operational decision-making. With this system, Solar Power Plant management becomes more measurable, faster, and data driven.

Based on the analysis of electrical energy demand at the Grissik Administration Building, the building requires 599.40 kWh of electrical energy per day. To meet

this demand more optimally, an additional 83 solar panel modules are required. This capacity addition has the potential to increase the contribution of the Solar Power Plant to meeting the building's electrical energy demand. However, before installing additional panels, a more comprehensive technical and environmental assessment is required. This assessment should include solar irradiation analysis, shading potential, panel orientation, tilt angle, installation layout, building structural capacity, electrical system readiness, occupational safety, and the operational sustainability of the system.

Overall, the results of this study indicate that the implementation of an IoT-integrated on-grid Solar Power Plant system based on monocrystalline solar panels at the Grissik Administration Building can provide technical, energy, and environmental benefits. From the technical aspect, the system was able to generate electrical energy with fairly good performance. From the energy efficiency aspect, the system was able to reduce fuel gas consumption. From the environmental aspect, the system was able to significantly reduce CO₂ emissions. Therefore, this study provides empirical evidence that an IoT-based on-grid Solar Power Plant system can be a relevant solution to support energy efficiency, carbon emission reduction, and clean energy transition in industrial facilities in Indonesia.

Keywords : monocrystalline solar panel, on-grid system, IoT Monitoring, CO₂ emissions, renewable energy systems.

Citation : 34 (2018 - 2025)

RIWAYAT HIDUP



Asri Eka Putra, lahir pada tanggal 11 Januari 1985 di Palembang, Sumatra Selatan. Penulis menyelesaikan pendidikan formal di Sekolah Dasar Negeri 2 Baturaja dan melanjutkan Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Baturaja setelah itu Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Baturaja pada tahun 2002. Kemudian penulis terdaftar sebagai mahasiswa Diploma 3 di Politeknik Negeri Sriwijaya dengan Jurusan Teknik Kimia pada tahun 2002 dan meneruskan Stata 1 di Universitas Negeri Sriwijaya dengan Jurusan Teknik Kimia pada tahun 2005. Pada tahun 2024 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Magister Terapan Teknik Energi Terbarukan di Politeknik Negeri Sriwijaya.

Penulis memulai karir PT. ConocoPhillips Ltd, Indonesia dan sekarang menjadi PT. Medco E&P Grissik Ltd, Indonesia pada Departement Operation sampai saat ini.

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kepada Allah subhanahu wata'ala atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Tesis dengan judul “Kinerja Solar Panel *Monocrystalline* 119,88 kWp Dengan Sistem *On Grid* Sebagai *Load Sharing* Energi Listrik Pada Gedung Admin Area Grissik Berbasis IoT”.

Tesis ini disusun sebagai persyaratan untuk menyelesaikan mata kuliah ujian Tesis pada Program Studi Teknik Energi Terbarukan Program Magister Terapan. Dalam penyusunan Tesis ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Ir. Irawan Rusnadi, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Dr. Yusri, S.Pd., M.Pd., selaku Pembantu Direktur I Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Prof. Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si., selaku Ketua Program Studi Teknik Energi terbarukan Program Magister Terapan Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Prof. Dr. Ir. Abu Hasan, M.Si , selaku Dosen pembimbing I di Program Studi Teknik Energi Terbarukan Program Magister Terapan Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Prof. Dr. Ir. Yohandri Bow, S.T., M.S., IPM, selaku Dosen pembimbing II di Program Studi Teknik Energi Terbarukan Program Magister Terapan Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Segenap Bapak/Ibu Dosen Program Studi Teknik Energi Terbarukan Program Magister Terapan Politeknik Negeri Sriwijaya.
7. Segenap Karyawan khususnya Departement Support Service dan Operation.
8. Rekan-rekan mahasiswa Program Studi Teknik Energi Terbarukan Program Magister Terapan Politeknik Negeri Sriwijaya angkatan 2024.

Penulis sangat menyadari bahwa Tesis ini masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat dibutuhkan serta Penulis berharap semoga bermanfaat bagi pembaca pada umumnya.

Palembang, 20 Juni 2026

Asri Eka Putra

DAFTAR ISI

TESIS	i
HALAMAN PENGESAHAN TESIS	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
RINGKASAN	vi
SUMMARY	ix
RIWAYAT HIDUP	xii
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
DAFTAR GLOSARIUM	xx
MOTTO	xxi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Hipotesa	6
1.6 Kebaruan (Novelty)	7
1.7 Kerangka Pikir Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	11
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya	11
2.2 Intensitas Radiasi Surya	14
2.3 Komponen – Komponen PLTS	17
2.3.1 Sel Surya	17
2.3.2 Panel Surya (PV Array)	23
2.3.3 Solar Charger Controller (SCC).....	25
2.3.4 Baterai	27
2.3.5 Inverter	27
2.3.6 Operasi Sistem Monitor	28
2.4 Tegangan <i>Open-Circuit</i> (Voc)	29
2.4.1 Radiasi Matahari	29
2.4.2 Sudut Penyinaran	30

2.4.3 Suhu	30
2.5 Arus Hubung Singkat (Isc).....	30
2.5.1 Radiasi Matahari	31
2.5.2 Sudut Penyerapan	31
2.5.3 Suhu	31
2.6 Kadar Emisi CO ₂ pada Industri.....	31
BAB III METODELOGI PENELITIAN.....	34
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	34
3.2 Alat dan Bahan.....	35
3.3 Desain Solar Panel di Atap Gedung Admin Grissik	36
3.4 Prosedur Penelitian dan Pengambilan data	39
3.5 Diagram Penelitian.....	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	43
4.1 Hasil Penelitian	43
4.1.1 Periode Juli.....	43
4.1.2 Periode Agustus	49
4.1.3 Periode September	55
4.1.4 Periode Oktober	60
4.1.5 Periode November	65
4.1.6 Periode Desember	71
4.2 Pembahasan.....	76
4.2.1 Performa dan Energi Listrik yang Dihasilkan.....	76
4.2.2 Efisiensi Konsumsi <i>Fuel</i> Gas	78
4.2.3 Pengurangan Emisi Karbon Dioksida (CO ₂).....	81
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	83
5.1 Kesimpulan	83
5.2 Saran	83
DAFTAR PUSTAKA	84
LAMPIRAN.....	87

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Kelebihan dan Kekurangan Jenis-Jenis Sel Surya	19
3.1 <i>Daily Performance</i> Sistem Kelistrikan Bulan Juli 2025	44
3.2 Perbandingan Performa PV Berdasarkan Derajat Kemiringan Panel Bulan Juli 2025	47
3.3 <i>Output Solar Panel</i> Pada Tanggal 21 Juli 2025 Dengan Variasi Sudut Kemiringan Yang Berbeda-Beda.....	48
3.4 <i>Daily Performance</i> Sistem Kelistrikan Bulan Agustus 2025.....	50
3.5 Perbandingan Performa PV Berdasarkan Derajat Kemiringan Panel Bulan Agustus 2025	52
3.6 <i>Output Solar Panel</i> Pada Tanggal 27 Agustus Dengan Variasi Sudut Kemiringan Yang Berbeda-Beda.....	53
3.7 <i>Daily Performance</i> Sistem Kelistrikan Bulan September 2025	55
3.8 Perbandingan Performa PV Berdasarkan Derajat Kemiringan Panel Bulan September 2025	57
3.9 <i>Output Solar Panel</i> Pada Tanggal 22 September 2025 Dengan Variasi Sudut Kemiringan Yang Berbeda-Beda.....	59
3.10 <i>Daily Performance</i> Sistem Kelistrikan Bulan Oktober 2025	61
3.11 Perbandingan Performa PV Berdasarkan Derajat Kemiringan Panel Bulan Oktober 2025	63
3.12 <i>Output Solar Panel</i> Pada Tanggal 4 Oktober 2025 Dengan Variasi Sudut Kemiringan Yang Berbeda-Beda.....	64
3.13 <i>Daily Performance</i> Sistem Kelistrikan Bulan November 2025.....	66
3.14 Perbandingan Performa PV Berdasarkan Derajat Kemiringan Panel.....	68
3.15 <i>Output Solar Panel</i> Pada Tanggal 14 November 2025 Dengan Variasi Sudut Kemiringan Yang Berbeda-Beda.....	69
3.16 <i>Daily Performance</i> Sistem Kelistrikan Bulan Desember 2025	71
3.17 Perbandingan Performa PV Berdasarkan Derajat Kemiringan Panel.....	73
3.18 <i>Output Solar Panel</i> Pada Tanggal 5 Desember 2025 Dengan Variasi Sudut Kemiringan Yang Berbeda-Beda.....	75
3.19 Perbandingan Energi Listik Non PV dan <i>Output</i> PV di Gedung Admin	76
3.20 Perbandingan <i>Volume Fuel Gas</i> Non PV dan <i>Output</i> PV di Gedung Admin	79
3.21 Perbandingan Tingkat Emisi CO ₂ Non PV dan <i>Output</i> PV di Gedung Admin	82

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1 Total Produksi Energi Indonesia 2023	1
1.2 Pertumbuhan Solar Energi Secara Global.....	2
1.3 Kenaikan Emisi CO ₂ Indonesia	3
1.4 Kerangka Berfikir	10
2.1 PLTS <i>On-Grid</i>	12
2.2 PLTS <i>Off-Grid</i>	13
2.3 PLTS <i>Hybrid</i>	13
2.4 Potensi Energi Listrik dari <i>Renewable</i> Energi	15
2.5 <i>Irradiation</i> Rata-Rata di Palembang – Sumatera Selatan Berdasarkan Aplikasi <i>RETScreen Expert</i>	16
2.6 Prinsip Kerja Sel Surya	17
2.7 (a) <i>Monocrystalline</i> , (b) <i>Polycrystalline</i> , (c) <i>Silicon Amorf</i>	18
2.8 Struktur Sel Surya Jenis Silikon [21].....	20
2.9 Bentuk Fisik dari Solar Sel	24
2.10 (a) <i>Solar Charge Controller</i> untuk PLTS komunal, (b) <i>Solar Charge</i>	26
2.11 Aki Basah dan Aki Kering.....	27
2.12 Contoh Diagram Aplikasi berbasis IoT.....	28
2.13 Tegangan <i>Open-Circuit</i>	29
2.14 Hubungan antara <i>Irradiance</i> dan Voc	29
2.15 Arus <i>Short-Circuit</i> (Isc).....	30
2.16 Hubungan Antara <i>Irradiance</i> dan Voc	31
2.17 Beberapa Sektor Energi Penyumbang Emisi CO ₂ di Indonesia.....	32
3.1 Letak Panel di Atap Gedung Admin	34
3.2 Panel Surya Longi.....	35
3.3 Inverter Sungrow SG50CX.....	36
3.4 Solar Cable H1Z2Z2-K.....	36
3.5 Desain Solar Panel di Atap Gedung Admin Grissik	37
3.6 Diagram Penelitian.....	42
4.1 Posisi Bayangan Sinar Matahari Pada Tiang di Bulan Juli 2025.....	43
4.2 <i>Daily Performance</i> Sistem Kelistrikan <i>Output</i> PV dan Performa Bulan Juli 2025.....	46
4.3 <i>Daily Performance</i> Sistem Kelistrikan <i>Fuel</i> Gas dan Emisi CO ₂ Bulan Juli 2025.....	46
4.4 <i>Output</i> Solar Panel Berdasarkan Sudut Kemiringannya Pada Bulan Juli 2025	48
4.5 Regresi Polynomial Pada Output Surya Panel Tanggal 21 Juli 2025	49
4.6 Posisi Bayangan Sinar Matahari Pada Tiang di Bulan Agustus 2025.....	49
4.7 <i>Daily Performance</i> Sistem Kelistrikan <i>Output</i> PV dan Performa Bulan Agustus 2025	51
4.8 <i>Daily Performance</i> Sistem Kelistrikan <i>Fuel</i> Gas dan Emisi CO ₂ Bulan Agustus 2025	51
4.9 <i>Output</i> Solar Panel Berdasarkan Sudut Kemiringannya Pada Bulan Agustus 2025.....	53

4.10 Regresi Polynomial Pada <i>Output</i> Surya Panel Tanggal 27 Agustus 2025	54
4.11 Posisi Bayangan Sinar Matahari Pada Tiang di Bulan September 2025.....	55
4.12 <i>Daily Performance</i> Sistem Kelistrikan <i>Output</i> PV dan Performa Bulan September 2025	56
4.13 <i>Daily Performance</i> Sistem Kelistrikan <i>Fuel</i> Gas dan Emisi CO ₂ Bulan September 2025	57
4.14 <i>Output</i> Solar Panel Berdasarkan Sudut Kemiringannya Pada Bulan September 2025	58
4.15 Regresi Polynomial Pada <i>Output</i> Surya Panel Tanggal 22 September 2025	59
4.16 Posisi Bayangan Sinar Matahari Pada Tiang di Bulan Oktober 2025.....	60
4.17 <i>Daily Performance</i> Sistem Kelistrikan <i>Output</i> PV dan Performa Bulan Oktober 2025	62
4.18 <i>Daily Performance</i> Sistem Kelistrikan <i>Fuel</i> Gas dan Emisi CO ₂ Bulan Oktober 2025	62
4.19 <i>Output</i> Solar Panel Berdasarkan Sudut Kemiringannya Pada Bulan Oktober 2025.....	64
4.20 Regresi Polynomial Pada <i>Output</i> Surya Panel Tanggal 4 Oktober 2025	65
4.21 Posisi Bayangan Sinar Matahari Pada Tiang di Bulan November 2025.....	65
4.22 <i>Daily Performance</i> Sistem Kelistrikan <i>Output</i> PV dan Performa	67
4.23 <i>Daily Performance</i> Sistem Kelistrikan <i>Fuel</i> Gas dan Emisi CO ₂	67
4.24 <i>Output</i> Solar Panel Berdasarkan Sudut Kemiringannya Pada Bulan November 2025.....	69
4.25 Regresi Polynomial Pada <i>Output</i> Surya Panel Tanggal 14 November 2025	70
4.26 Posisi Bayangan Sinar Matahari Pada Tiang di Bulan Desember 2025	71
4.27 <i>Daily Performance</i> Sistem Kelistrikan <i>Output</i> PV dan Performa.....	72
4.28 <i>Daily Performance</i> Sistem Kelistrikan <i>Fuel</i> Gas dan Emisi CO ₂ Bulan Desember 2025	73
4.29 <i>Output</i> Solar Panel Berdasarkan Sudut Kemiringannya Pada Bulan Desember 2025.....	74
4.30 Regresi Polynomial Pada <i>Output</i> Surya Panel Tanggal 5 Desember 2025...	75
4.31 Permukaan Solar Panel Yang Telah Terlapisi Debu.....	77

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul Lampiran	Jumlah
1.	Publikasi.....	11
2.	Rekomendasi Ujian Tesis.....	1
3.	Foto Lokasi Panel Surya di Gedung Admin.....	1
4.	Foto Lokasi Panel Surya di <i>Camp</i>	1
5.	Tampilan <i>Dashboard Isolarcloud</i>	1

DAFTAR GLOSARIUM

<i>AC</i>	<i>Alternating Current</i>
<i>DC</i>	<i>Direct Current</i>
<i>IoT</i>	<i>Internet of Things</i>
<i>PV</i>	<i>Photo Voltaic</i>
<i>PD</i>	<i>Partial Discharge</i>
<i>C_p</i>	Koefisien Daya
<i>FF</i>	<i>Fill Factor</i>
η	Efisiensi
<i>V_{oc}</i>	Tegangan <i>Open circuit</i>
<i>P</i>	Daya (Watt)
<i>kWh</i>	Kilo Watt <i>hour</i>
<i>kW_p</i>	Kilo Watt <i>Peak</i>
<i>GW_p</i>	Giga Watt <i>Peak</i>
<i>I_{sc}</i>	Arus <i>Short Circuit</i>
<i>V_{oc}</i>	Tegangan <i>Short Circuit</i>
<i>SHS</i>	<i>Solar Home System</i>
<i>BCC</i>	<i>Battery Charge Controller</i>
<i>SCC</i>	<i>Solar Charger Controller</i>
<i>BOE</i>	<i>Barrel Oil Equivalent</i>
<i>GRK</i>	Gas Rumah Kaca
<i>HEESI</i>	<i>Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia</i>
<i>IPPU</i>	<i>Industrial Processes and Product Use</i>
<i>EPA</i>	<i>Environmental Protection Agency</i>
<i>IEA</i>	<i>International Energy Agency</i>

MOTTO

“Hai orang-orang yang beriman, jadikanlah sabar dan salat sebagai penolongmu.

Sesungguhnya Allah bersama orang-orang yang sabar”

(QS. Al Baqarah: 153).

“Dan ketahuilah, sesungguhnya kemenangan itu beriringan dengan kesabaran.

Jalan keluar beriringan dengan kesukaran. Dan sesudah kesulitan itu akan datang kemudahan”

(HR. Ahmad, sahih) (Syarh Riyadhus Shalihin).

CHALLENGE IS A PRIVILEGE, VICTORY IS GIVING