

SKRIPSI
KAJIAN KETERHUBUNGAN KELUARAN PANEL SEL
SURYA KAPASITAS 2660 W_p DENGAN BESARAN DAYA
SISTEM



Diajukan Sebagai Syarat Untuk Mengikuti Seminar Proposal Pada
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang

Disusun Oleh :

MUHAMMAD RAQIIB

132021075

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG

2025

SKRIPSI
KAJIAN KETERHUBUNGAN KELUARAN PANEL SEL SURYA
KAPASITAS 2660 Wp DENGAN BESARAN DAYA SISTEM

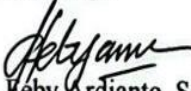


Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Telah dipertahankan di depan dewan penguji
22 Agustus 2025

Dipersiapkan dan Disusun Oleh
MUHAMMAD RAQIIB
132021075

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing 1


Dr. Feby Ardianto, S.T., M.Cs
NIDN. 0207038101

Pembimbing 2

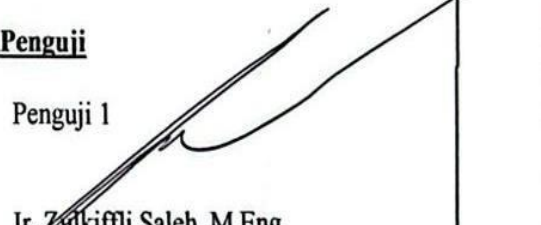

Dr. Bengawan Alfaresi, S.T., M.T
NIDN. 0205118504

Menyetujui
Dekan Fakultas Teknik



Dr. A. Junardi, M.T
NIDN. 0202026502

Penguji 1


Ir. Zulkifli Saleh, M.Eng
NIDN. 0212056402

Penguji 2


Rika Noverianty, S.T., M.T
NIDN. 0214117504

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Elektro



Dr. Feby Ardianto, S.T., M.Cs
NIDN. 0207038101

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan di dalam daftar pustaka.

Palembang, 25 Agustus 2025

Menyatakan Pernyataan



1000
Rp
METERAI
TEMPEL
20DDANX227823033

Muhammad Raziib

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto

1. “Hidup selalu berdampingan dengan ujian, hidup berbicara tentang perjuangan, kehidupan adalah berjuang melewati ujian-ujian, jika sabar adalah kunci maka cobaan adalah lika liku yang harus dilalui. Menjadi orang yang besar tak harus mempunyai harta yang banyak dan harga diri yang tinggi, orang yang besar adalah yang selalu membagikan ilmunya dan tidak lupa kepada agama dan Allah SWT. Karena Allah selalu ada untuk hamba-hambanya.”
2. “Jadilah seperti apapun yang kalian mau, tapi jangan lupa dengan tempat pulang kalian dan jangan lupa dengan hati kalian. Menjadi seseorang tak harus seperti apa yang orang lain katakan. Namun, ingat siapa diri kalian dan dari mana kalian berasal.”

Kupersembahkan skripsi kepada:

1. ALLAH SWT atas segala nikmat, karunia dan rahmat-Nya sehingga saya dapat menulis skripsi ini, yang selalu memberi kesehatan, perlindungan, dan kemudahan.
2. Kepada Orangtuaku tercinta.
3. Kakak-kakak dan Adikku.
4. Kepada Pembimbing Skripsi I saya Bapak Dr. Feby Ardianto, S.T., M.Cs. yang telah membimbing penulisan skripsi ini dan sekaligus telah menjadi Ibu dikampus dilapangan, dan mengajarkan banyak hal yang sangat bermanfaat. Serta Pembimbing II saya Bapak Dr. Bengawan Alfaresi, S.T., M.T. yang sudah sabar membimbing penyelesaian penulisan skripsi ini.
5. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Elektro dan Staf Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.
6. Kepada Teman Seperjuangan.
7. Almamater tercinta “Universitas Muhammadiyah Palembang”

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadiran Allah Swt, atas rahmat dan karunianya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan **KAJIAN KETERHUBUNGAN KELUARAN PANEL SEL SURYA KAPASITAS 2660 Wp DENGAN BESARAN DAYA SISTEM**. Penulisan proposal skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana pada program studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.

Pada kesempatan ini penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Feby Ardianto, S.T, MCs, Selaku Dosen Pembimbing I
2. Bapak Dr. Bengawan Alfaresi, S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing II

Dan tak lupa pula penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Abid Djauli, S.E., M.M, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang.
2. Bapak Ir. A.Junaidi, M.T, Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
3. Bapak Dr. Feby Ardianto, S.T, MCs, selaku Ketua Progran Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
4. Bapak Hurairah, S.T., M.T, selaku Sekertaris Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
5. Bapak Ir. Zulkiffli Saleh, M.Eng, yang telah membantu dalam kegiatan penelitian ini.
6. Bapak dan Ibu Staf Dosen pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
7. Bapak dan Ibu Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
8. Orang tuaku yang tak pernah lelah memberikan dukungan serta do'a yang terbaik.

Penulis menyadari bahwa, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini, penulis berharap semoga Allah Swt. berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu dan semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembang ilmu.

Palembang, 25 Agustus 2025

Penulis,



Muhammad Raqiib

ABSTRAK

Keterbatasan pasokan listrik di beberapa wilayah mendorong pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai alternatif energi terbarukan. Penelitian ini bertujuan menganalisis keterhubungan keluaran panel surya berkapasitas 2660 Wp dengan besaran daya sistem, serta memahami pengaruh iradiasi matahari dan suhu terhadap performa panel. kajian teori meliputi prinsip kerja PLTS, komponen utama, karakteristik panel surya, serta faktor-faktor yang memengaruhi output energi. metode penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif melalui pengukuran iradiasi, temperatur panel, tegangan, arus, dan daya pada panel maupun sistem AC, serta pencatatan beban. Pengukuran dilakukan dari pukul 08.00–17.00 WIB dengan interval satu jam. Hasil menunjukkan bahwa iradiasi tertinggi mencapai 165 W/m^2 dengan suhu panel maksimum 36°C . Daya keluaran panel berfluktuasi mengikuti kondisi cuaca, dengan daya puncak 245,13 W dan rata-rata 168,17 W. peningkatan suhu terbukti menurunkan tegangan keluaran, sehingga mengurangi efisiensi panel. sistem PLTS yang dilengkapi baterai 48 V 400 Ah mampu menyediakan suplai daya hingga 13 jam untuk memenuhi kebutuhan beban harian. penelitian ini menyimpulkan bahwa performa panel surya sangat dipengaruhi oleh variasi iradiasi dan suhu, sehingga desain dan pengoperasian sistem perlu mempertimbangkan optimasi sudut panel, kontrol termal, serta manajemen beban untuk meningkatkan efisiensi dan stabilitas sistem.

Kata kunci: panel surya, PLTS, iradiasi, daya keluaran, efisiensi.

ABSTRACT

The limited availability of electricity in several regions has encouraged the utilization of Solar Power Plants (PLTS) as a renewable energy alternative. This study aims to analyze the relationship between the output of a 2660 Wp solar panel system and the overall system power capacity, as well as to examine the influence of solar irradiance and panel temperature on panel performance. The theoretical review covers the working principles of PLTS, major system components, solar panel characteristics, and factors affecting energy output. The research applies a quantitative approach through measurements of irradiance, panel temperature, voltage, current, and power on both the DC panel side and AC system output, along with load observations. Data collection was conducted from 08:00 to 17:00 WIB at one-hour intervals. The results show that the highest irradiance reached 165 W/m², with a maximum panel temperature of 36°C. The panel output power fluctuated in accordance with weather conditions, with a peak output of 245.13 W and an average of 168.17 W. Increased panel temperature was found to reduce output voltage, thereby decreasing panel efficiency. The PLTS system, equipped with a 48 V 400 Ah battery configuration, was capable of providing up to 13 hours of energy supply to meet daily load demands. This study concludes that solar panel performance is strongly influenced by variations in irradiance and temperature. Therefore, system design and operation should consider panel angle optimization, thermal control, and appropriate load management to improve overall system efficiency and stability.

Keywords: solar panel, PLTS, irradiance, power output, efficiency.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan Penelitian	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Sistem Penulisan.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUTSAKA.....	4
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya	4
2.1.1. Prinsip Kerja PLTS	5
2.1.2. Komponen PLTS	6
2.1.3. Sistem PLTS.....	7
2.1.4. Kelebihan dan Kekurangan PLTS	8
2.1.5. jenis-jenis panel surya.....	8
2.1.6. Karakteristik PLTS	10
2.2. Radiasi Matahari	10
2.2.1. Pengaruh Radiasi Matahari Terhadap Panel Surya.....	11

2.3. Panel Sel Surya	11
2.3.1. Pengaruh Suhu Panas Terhadap Panel Surya	13
2.4. Inverter	13
2.5. Baterai	14
BAB 3 METODE PENELITIAN	16
3.1. Tempat dan Waktu	16
3.2. Diagram <i>Flowchart</i>	16
3.3. Alat dan Bahan	19
3.4 Diagram Skema Penelitian	20
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Data Sistem PLTS	21
4.1.1 Data Iradiasi Matahari	21
4.1.2 Data temperatur Panel	22
4.1.3 Data keluaran Panel	23
4.1.4. Data kapasitas baterai	24
4.1.5 Data parameter listrik keluaran sistem	25
4.1.6 Data beban	26
4.2 Perhitungan Data	27
4.2.1. Perhitungan daya masuk sel surya	27
4.2.2 Perhitungan daya keluar sel surya	27
4.2.3 Perhitungan daya maksimum sel surya	28
4.2.4 Efisiensi sel surya	28
4.2.5 Perhitungan waktu pengecasan dan pemakaian pada beban	29
4.2.6 Data Perhitungan	30
4.2.7 Data Hasil Perhitungan	31
4.4. Analisa	32
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	34

5.1 Kesimpulan.....	34
5.2 Saran	34
DAFTAR PUSAKA	35
LAMPIRAN	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi PLTS Komunal,	5
Gambar 2.2 Ilustrasi Prinsip kerja PLTS.....	6
Gambar 2.3 Panel Surya Monocrystalline	8
Gambar 2.4 Solar cell Tipe Polycrystalline	9
Gambar 2.5 Solar cell tipe ThinFilm.....	9
Gambar 2.6 Kurva Radiasi Matahari terhadap kurva V-I.....	11
Gambar 2.7 Kurva Radiasi Matahari terhadap kurva V-I.....	13
Gambar 2.8 Inverter	13
Gambar 2.9 Baterai	14
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian.....	16
Gambar 3.2 Diagram Flowchant.....	17
Gambar 3.3 Diagram skema	20
Gambar 4.1 Kurva Data Irradiasi Matahari	21
Gambar 4.2 Kurva Data Irradiasi Matahari	22

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sumber daya energi andalan saat ini yang dimiliki Indonesia untuk menopang devisa negara masih tergantung pada minyak bumi, gas dan batubara. Proporsi ketiganya sangat tergantung dengan cadangan terbukti sehingga secara global dapat mengantisipasi ketergantungan akan kebutuhan jumlah energi di masyarakat yang selalu meningkat setiap tahun. Jumlah cadangan minyak terbukti sekitar 0,2% dari Cadangan minyak dunia dalam kisaran 3,6 milyar barel. Penurunan produksi minyak bumi terus menurun dari 1,6 juta *Barrel Oil per Day* (BOPD) menjadi 786 ribu BOPD. Tahun 2015, produksi batubara setara 461,6 juta ton. Nilai ekspor batubara sebanyak 365,8 juta ton atau sebesar 79,3% dan sisanya dipasok untuk kebutuhan dalam negeri sebesar 20,7% atau setara 95,8 juta ton.

Berbagai kendala terkait pengaturan sumber daya energi seperti: menurunnya cadangan terbukti, meningkatnya kebutuhan energi nasional, penemuan cadangan gas raksasa dunia, penurunan produksi migas domestic, keterbatasan akses dan infrastruktur energi dan minimnya integrasi transportasi antar pulau. Implikasi yang dirasakan secara global adalah meningkatnya volume impor bahan bakar dan meningkatnya harga bahan bakar setiap tahun.

Sumber energi yang terkandung didalam bumi ini semakin lama semakin menipis sementara kebutuhan energi akan setiap harinya semakin bertambah, oleh sebab itu perlu adanya energi terbarukan untuk memenuhi kebutuhan energi dimasa yang akan mendatang. karena itu adanya energi hijau merupakan sumber energi terbarukan yang saat ini telah dikembangkan seluruh dunia diantaranya energi matahari, karena melihat terbatasnya ketersediaan sumber energi fosil yang ada di dunia (Hadianto et al., 2023).

Energi terbarukan adalah energi yang diperoleh dari proses alam yang berkelanjutan dan boleh diperbarui secara terus-menerus. energi terbarukan berupa surya, angin, air, biomassa, dan panas bumi. pemanfaatan energi terbarukan

Semakin efesensi dalam konteks global dan nasional, secara spesifik dalam upaya mengurangi ketergantungan pada energi fosil dan mengatasi perubahan iklim. Indonesia memiliki potensi terbarukan yang melimpah, di antaranya adalah energi surya. Dengan kondisi geografis dan iklim yang mendukung, aplikasi energi surya pada daerah kepulauan Indonesia dapat menjadi salah satu solusi efektif dalam memenuhi kebutuhan energi berkelanjutan dan lingkungan ramah (Sianturi, 2021).

Salah satu sumber energi terbarukan yang pada akhirnya akan menggantikan bahan bakar fosil adalah pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) sistem pembangkit listrik yang energinya bersumber dari radiasi matahari, melalui konversi sel Fotovoltaik (PV), Sistem PV mengubah radiasi sinar matahari menjadi listrik, letak geografis Indonesia yang berada pada garis khatulistiwa merupakan potensi yang sangat menjanjikan dalam pengembangan PLTS di Indonesia yang saat ini sedang digiatkan di Indonesia. Indonesia memiliki potensi energi surya yang cukup besar yaitu sekitar 4.8 kWh/m^2 atau setara dengan 112.000 GWp, dengan demikian energi surya menjadi alternatif energi terbarukan yang potensial dikembangkan di Indonesia, dengan adanya PLTS di indonesia sangat berdampak pada daerah yang belum terjangkau oleh listrik (Monika et al., 2023).

Kajian penelitian diarahkan pada sistem PLTS kapasitas 2660 Watt untuk penyediaan daya listrik warga dan kebutuhan pengelolaan pasca panen komoditas lokal kopi. PLTS yang dikembangkan didasarkan pada ketiadaan suplai daya konsisten dari PLN dan memanfaatkan potensi gelombang Cahaya matahari setempat. Keterhubungan PLTS dengan besaran daya sistem dianalisis melalui lingkup data: (1) irradiansi matahari, (2) temperatur panel, (3) parameter keluaran panel, (4) kapasitas baterai, (5) parameter listrik keluaran sistem dan (6) besaran beban.

Judul penelitian saya bagaimana mengevaluasi sistem PLTS dengan judul penelitian “Kajian Keterhubungan Keluaran Panel Sel Surya Dengan Besaran Daya Sistem”. Fokus penelitian yang akan dilakukan adalah untuk menganalisis dan memahami bagaimana keluaran daya yang dihasilkan oleh panel sel surya berkapasitas 2660 Wp (Watt Peak) dapat mempengaruhi atau berkaitan dengan

Daya yang dibutuhkan dan dihasilkan oleh sistem secara keseluruhan. Kajian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi, kestabilan, dan kecocokan antara kapasitas panel sel surya dengan daya yang dihasilkan oleh sistem tenaga surya, sehingga dapat membantu dalam merancang sistem tenaga surya yang optimal sesuai dengan kebutuhan daya tertentu.

1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keluar panel dan output sistem pada beban.

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian ini akan difokuskan pada analisis irradiansi, pengukuran keluaran daya panel sel surya, temperatur panel selama proses, dan parameter listrik keluaran PLTS.

1.4. Sistem Penulisan

Secara sistematis penulisan skripsi ini akan ditulis sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini menjelaskan tentang latar belakang, tujuan, dan batasan masalah.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menjelaskan tentang teori pendukung yang digunakan untuk pembahasan dan cara kerja dari alat dan bahan pendukung, serta karakteristik dari komponen-komponen pendukung.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan secara rinci mengenai metode pengerjaan skripsi.

BAB 4 DATA, PERHITUNGAN, PEMBAHASAN DAN ANALISIS

Pada bab ini berisi tentang data – data yang didapatkan melalui pengukuran dan perhitungan pada sistem hubung langsung plts.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari pembahasan bab diatas

DAFTAR PUSAKA

- Amir, A. S., & Mustakim, M. F. A. (2023). “ *Analisis Perencanaan Sistem Plts Dengan Beban Pompa Untuk Pltmh Pt . Tombolo Energy .* ” 44219006, 1–134.
- Amrullah, D. H. (2025). *Desain Modul Surya Terapung 50 Wp Dengan Kontrol Intensitas Matahari Di Universitas.*
- Apriani, Y., Saleh, Z., & Oktaviani, W. A. (2023). *Automatic Transfer Switch (ATS) Berbasis Sensor Tegangan Baterai Untuk PLTS.* 17(1).
- Brittian, L. W. (2012). Electrical Troubleshooting. In *Audel Electrical Trades Pocket Manual*. <https://doi.org/10.1002/9781118277782.ch16>
- Deceased, J. A. D., & Beckman, W. A. (1982). Solar engineering of thermal processes. In *Design Studies* (Vol. 3, Issue 3). [https://doi.org/10.1016/0142-694x\(82\)90016-3](https://doi.org/10.1016/0142-694x(82)90016-3)
- Duanaputri, R., Heryanto/Eryk, I., Sajidan, M. F., & Ayusta Lukita Wardani. (2023). Sistem Monitoring Online Dan Analisis Performansi Plts Panel Surya Monocrystalline 100 Wp Berbasis Web. *Elposys: Jurnal Sistem Kelistrikan*, 10(1), 1–6. <https://doi.org/10.33795/elposys.v10i1.715>
- Hadianto, Alim, N., Lateko, A. H., & Adriani. (2023). Analisis Pengaruh Suhu Kerja pada Panel Surya terhadap Daya Keluaran dari Panel. *Vertex Elektro*, 15(1), 32–39.
- Julian, B. R., Muliadi, & Syukri. (2023). Analisis Pengaruh Radiasi Matahari Dan Temperatur Terhadap Daya Keluaran Fotovoltaik Menggunakan SPSS. *Aceh Journal of Electrical Engineering and Technology*, 3(1), 14–18. <https://ejournal.unida-aceh.ac.id/index.php/ajeetech/article/view/531>
- Kim, D. K., Yoneoka, S., Banatwala, A. Z., Kim, Y.-T., & Nam, K.-Y. (2018). Handbook on Battery Energy Storage System. In *Asian Development Bank* (Issue December). <https://www.adb.org/publications/battery-energy-storage-system-handbook>
- Koch, W., Endrös, A. L., Franke, D., Häßler, C., Kalejs, J. P., & Möller, H. J. (2003). Bulk Crystal Growth and Wafering for PV. In *Handbook of Photovoltaic Science and Engineering*. <https://doi.org/10.1002/0470014008.ch6>
- Lukmato, Y. I., Muhammad Jubran Rizqullah, Mohamad Wahyu Hidayat, & Siti Diah Ayu Febriani. (2022). Analisis Losses Daya Sel Surya Dalam Fabrikasi Modul Surya Monocrystalline 330Wp Pt Santinilestari Energi Indonesia. *Jurnal Inovasi Teknologi Manufaktur, Energi Dan Otomotif*, 1(1), 37–44. <https://doi.org/10.57203/jinggo.v1i1.2022.37-44>
- Mangelep, I. K., Rumbayan, M., & Ch Mangindaan, G. M. (2023). Rooftop Solar Power Plants for Garden House Electrical Energy Sources. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, 12(3), 167–174.

- Monika, D., Muchlishah, M., Nadhiroh, N., Z, I., Mulyadi, W. H., & Tiar, M. (2023). Prediksi Energi Pada Panel Surya Offgrid 400 Wp Menggunakan Software Pvsyst. *Electricres*, 5(1), 36–43. <https://doi.org/10.32722/ees.v5i1.5649>
- Rauf, R., Rachim, F., Dahri, A. T., Andre, H., Napitupulu, R. A. M., & ... (2023). Matahari sebagai Energi Masa Depan| Panduan Lengkap Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). In *Repository.Uhn.Ac.Id* (Vol. 1). <https://repository.uhn.ac.id/handle/123456789/9285>
- Sianturi, Y. (2021). Pengukuran dan Analisa Data Radiasi Matahari di Stasiun Klimatologi Muaro Jambi. *Megasains*, 12(1), 40–47. <https://doi.org/10.46824/megasains.v12i1.45>
- Studi, P., Elektro, T., Teknik, F., & Kuning, U. L. (2022). *Analisa Kualitas Daya Listrik Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem Off Grid Pada Gedung Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning*. 6(2), 90–98. <https://doi.org/10.31849/sainetin.v6i2.9624>
- Suhendar. (2022). *Dasar - Dasar Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. <https://doi.org/https://online.fliphtml5.com/swuxi/bppn/#p=1>
- Terhubung, P., Di, J., & Energi, L. (2022). *Pengembang Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. 11(April), 1–6.
- Tiwari, G. N., Tiwari, A., & Shyam. (2016). Solar Water-Heating Systems. In *Energy Systems in Electrical Engineering: Vol. Part F2123*. https://doi.org/10.1007/978-981-10-0807-8_8