E-ISSN: 3031-8629
P-ISSN: 3032-3258
Halaman 940-960
Volume 3 Nomor 4 Tahun 2026

Sistem Penerangan Skala Rumah Tangga Berbasis PLTS Hybrid PLN

M. Fauzan Hakim Arfiansyah [1], atmiasri [2]

[1,2] Fakultas Teknik Dan Sains Universitas PGRI Adi Buana Surabaya

Jl. Dukuh Menanggal XII, Dukuh Menanggal, Kec. Gayungan, Surabaya, Jawa Timur 60234 (8 pt)

Email: Hakimfauzan330@gmail.com[1], atmi.asri@unipasby.ac.id

Abstrak

Kebutuhan pasokan energi listrik semakin meningkat dengan seiring meningkatnya jumlah penduduk. Namun, ketergantungan manusia terhadap sumber listrik dari Pembangkit Listrik Negara (PLN) sering kali menimbulkan permasalahan, diantaranya biaya listrik yang terus membengkak, kemudian jika tiba – tiba terjadi pemadaman listrik atau terjadi gangguan pada pasokan daya sehingga dapat menghambat aktivitas sehari – hari apalagi dalam hal penerangan rumah tangga. Disisi lain letak geografis Indonesia berada didaerah beriklim tropis, yang mana dapat menerima intensitas rata – rata matahari sekitar 4,8 kWh/m^2 perhari dan waktu lama cahaya matahari bersinar dikota surabaya sekitar 12,5 jam dari jam 05.00 sampai 17.40. akan tetapi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) ini memiliki tiga kelemahan fatal, yaitu tingginya biaya awal, cuaca yang tidak mendukung, serta jika pada malam hari tiba – tiba baterai sudah habis. Sehingga sistem hybrid dengan memanfaatkan listrik PLN sebagai listrik darurat bisa digunakan sebagai pengganti untuk mengisi baterai. Dengan adanya sistem ini diharapkan dapat mengoptimalkan penggunaan panel surya pada malam hari serta menjaga ketersediaan listrik untuk penerangan rumah pada malam hari. Komponen yang digunakan ialah panel surya jenis monocrystalline berkapasitas 30 Wp dengan jumlah 1 buah, kemudian menggunakan SCC PWM sebanyak 2 buah yang mana satu untuk jalur panel surya dan satunya lagi untuk jalur PLN. Untuk baterai yang dipilih ialah Lead Acid 12V 7,5A, yang mana nanti jalur panel surya dan jalur PLN akan

masuk kebaterai. Untuk inverter yang digunakan berkapasitas 500 Watt dan beban yang digunakan adalah lampu dua buah dengan watt yang berbeda – beda dan akan dihitung berapa arus lampu yang dibutuhkan selama semalaman jika lampu yang digunakan sebanyak 6 buah serta berapa lama baterai akan bertahan. Data menunjukkan bahwa panel surya menghasilkan arus tertinggi sebesar 0,86 A pada jam 12.00 WIB, dan hasil data lampu yang telah dihitung ditemukan selama 12 jam dengan lampu 6 watt sebesar 41,04 A dengan lama aki bisa bertahan jika menghitung DoD nya juga sebesar 50% maka didapatkan selama 1 jam 5 menit untuk lampu 6 Watt

Keywords: PLTS **,** PLN **,** listrik darurat **,** baterai sistem hybrid

PENDAHULUAN

Kebutuhan pasokan listrik semakin meningkat dari tahun ke tahun yang disebabkan oleh meningkatnya jumlah penduduk, dan pertumbuhan industri yang terus berkembang [12] sehingga menyebabkan ketergantungan terhadap listrik *PLN*, namun ketergantungan tersebut sering menimbulkan masalah yaitu biaya listrik terus naik yang ditentukan oleh nilai tukar dolar AS [9], pemadaman karena gangguan maupun perawatan [13]. Mengingat Indonesia memiliki potensi energi terbarukan terutama tenaga surya [11] yang bisa menerima intensitas radiasi matahari nasional rata – rata sebesar 4,8 kWh/^{2} perhari [6]. Sehingga hal ini bisa menjadi solusi yang efisien untuk memenuhi kebutuhan energi listrik yang terus meningkat [10]

Namun penggunaan *PLTS* memiliki tiga kelemahan fatal yaitu, tingginya biaya penerapan di Indonesia [6], cuaca yang tidak mendukung, dan jika pada malam hari baterai tiba – tiba habis. Sehingga diperlukannya sebuah sistem *HYBRID* yang dapat memanfaatkan listrik *PLN* sebagai pengganti untuk mengisi baterai Ketika panel surya tidak bisa menghasilkan listrik saat malam hari jika baterai habis

Dengan adanya sistem ini diharapkan dapat mengoptimalkan penggunaan baterai pada malam hari serta menjaga ketersediaan listrik untuk penerangan rumah pada malam hari, serta dengan adanya sistem ini diharapkan orang dengan modal kecil bisa merancangnya, dengan melakukan perhitungan yang tepat, sistem PLTS ini bisa dirancang secara optimal sehingga tidak perlu mengalami kekurangan daya atau pemborosan komponen pada kebutuhan energi rumah [10]

Pada penelitian terdahulu menyebutkan bahwa pada pengujian sistem *HYBRID* pada saat malam hari system beralih ke *PLN* pada jam 24:00 WIB yang mana persentase baterai berkurang $\pm$ 15% setiap 60 menit dengan baterai berkapasitas 51,85Ah, dan tegangan tertinggi yang dihasilkan panel surya 100 Wp sebesar 17,51 pada pukul 11:00 [8]

Pada penelitian lainnya juga menyebutkan bahwa intensitas cahaya matahari yang

diserap oleh panel surya berdampak terhadap varian kenaikan suhu panel surya dengan suhu tertinggi diangka 50,5 °C sementara suhu terendah ada diangka 18°C, untuk intensitas cahaya matahari sendiri terendah sebesar 100 lux dan tertinggi sebesar 415 lux [2]

1. LANDASAN TEORI

Metodologi yang saya gunakan ialah penelitian dan pengembangan (R&D). tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengembangkan Sistem Penerangan Skala Rumah Tangga Berbasis *PLTS Hybrid PLN* dengan memanfaatkan listrik PLN untuk mengisi baterai habis pada malam hari

a) Panel Surya

Panel Surya merupakan alat yang bisa mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Pada dasarnya prinsip kerja panel surya berdasarkan prinsip fotovoltaik yang mana material semikonduktor akan melepaskan elektron ketika terpapar sinar matahari



(Setiawan et al., 2025). Fotovoltaik merupakan fenomena fisika yang terjadi pada permukaan sel surya yang mana ketika menerima cahaya matahari sehingga cahaya yang diterima diubah menjadi energi listrik (Nurjaman & Purnama, 2022).

Gambar 1, Panel Surya Monocrystaline

b) Solar Charge Controller

Solar Charge Controller merupakan komponen yang mengatur dan mengoptimalkan pengisisaan daya.dari panel surya ke baterai. Fungsi utamanya ialah sebagai pengatur pengisian arus agar tidak kelebihan arus (Pebriyanto et al., 2023) dengan cara mengatur

energi yang dibebankan ke baterai atau aki setelah dihasilkan dari panel surya (Astuti et



al., 2021). Jadi ketika baterai telah terisi penuh, maka pengisian daya dari panel listrik akan berhenti otomatis, sehingga pengguna PLTS bisa menggunakan informasi dari SCC untuk mengontrol konsumsi energi (Rahmatulloh & Andriawan, 2024).

Gambar 2, Solar Charge Controller

c) Baterai Lead – Acid

Baterai *Lead Acid* merupakan baterai asam timbal isi ulang yang menggunakan elektroda timbal dan elektrolit asam sulfat encer. Baterai ini bisa dibilang sangat handal



untuk menghasilkan arus lonjakan tinggi (seperti menyalakan mesin kendaraan) serta banyak digunakan sebagai penyimpanan listrik.

Gambar 3, Baterai Lead – Acid

d) Relay *OMRON*

Relay Omron merupakan komponen sakelar elektronik yang diproduksi oleh perusahaan



Omron, komponen ini berfungsi untuk mengontrol sirkuit listrik arus tinggi menggunakan arus rendah. Komponen ini menggunakan medan magnet untuk membuka atau menutup kontak yang mana mengendalikan aliran listrik ke beban

Gambar 4, Relay *OMRON*

e) Inverter

Inverter merupakan teknologi yang digunakan untuk mengubah arus DC (Searah) menjadi arus AC (bolak – balik) baik untuk sistem satu atau tiga fase (Astuti et al., 2021). Fungsi utamanya ialah untuk mengkonversi daya listrik dari sumber DC yang biasanya berasal dari baterai atau panel surya diubah menjadi arus AC sehingga bisa digunakan oleh sebagian peralatan elektronik, bisa untuk rumah tangga maupun industri yang memerlukan arus AC.



Gambar 5, Inverter

f) Modul Step Down 220 to 12 AC/DC

Modul Step Down AC ke DC 12V merupakan komponen elektronik yang digunakan untuk mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC, serta menurunkan tegangan dari



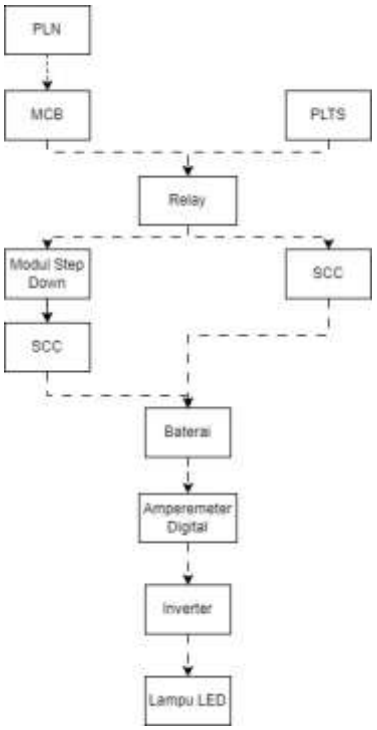
PLN yang 220V menjadi 12V sehingga bisa digunakan untuk peralatan elektronik yang membutuhkan tegangan 12V.

Gambar 6, Modul Step Down 220 to 12 AC/DC

METODE

Untuk memulai proses mendesain alat penelitian, perlu dibuatlah diagram blok. Diagram ini menggambarkan sistem dari alat serta pemantauan dan pengaturan beban, seperti

yang terlihat pada gambar 7. Bisa dilihat bahwa pada gambar tersebut menunjukkan blok diagram dari perencanaan sebuah sistem, pada gambar tersebut juga diperlihatkan bahwa relay digunakan sebagai switch antara jalur panel surya dengan listrik PLN, yang mana setelah menuju relay jalur tersebut akan dibagi menjadi dua jalur yang keduanya akan menuju SCC, dapat diketahui juga jalur PLN sebelum mencapai SCC harus melewati modul step down terlebih dahulu untuk diturunkan tegangannya dari 220 Volt menjadi 12 Volt serta merubah arusnya yang awalnya AC menjadi DC sehingga bisa digunakan untuk mengisi baterai.

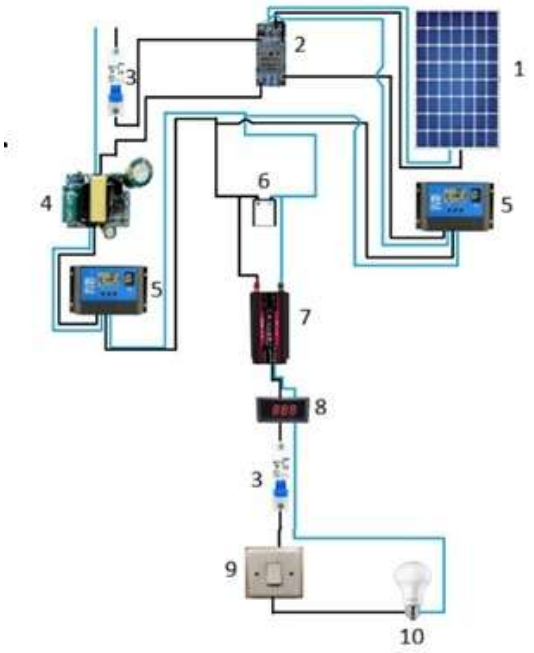


Gambar 7, Blok Diagram Perencanaan Sistem

E-ISSN: 3031-8629
P-ISSN: 3032-3258
Halaman 940-960
Volume 3 Nomor 4 Tahun 2026

a) Wiring Diagram Perencanaan Sistem

Panel surya Monocrystaline merupakan komponen utama yang digunakan untuk menghasilkan listrik sedangkan listrik PLN ialah sumber cadangan listrik yang digunakan ketika baterai habis pada malam hari. Pada komponen relay di bagian input coilnya akan disambung ke jalur positif panel surya dan output coilnya akan disambung ke jalur



negatif panel surya dan nanti pada input coil juga akan disambungkan ke input NO, sedangkan pada jalur listrik PLN nanti akan disambung ke input relay NC yang mana ketika panel surya menghasilkan listrik maka otomatis relay akan menyala sehingga input NO menjadi Close dan input NC menjadi Open yang menyebabkan jalur PLN tidak dapat masuk kebaterai ketika panel surya mengghasilkan listrik.

Gambar 8, Wiring Diagram Perencanaan Sistem

Tabel 1. Penjelasan Fungsi Komponen

NO	Komponen	Fungsi
1	Panel Surya	lengubah cahaya matahari menjadi energi listrik DC
2	Rekay	Mengalihkan jalur listrik secara otomatis antara PLN dan panel surya
3	MCB	Sebagai pengaman dari beban berlebih dan korsleting
4	Modul Step Down	lengubah arus AC menjadi DC dan menurunkan tegangan
5	SCC	mengatur dan mengoptimalkan pengisisaan daya.dari panel surya ke baterai
6	Baterai	empat menyimpan energi listrik DC
7	Inverter	Mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC
8	oltmeter & Amperemeter Digital	enampilkan nilai tegangan listrik dan arus secara real time
9	Saklar	Sebagai pemutus dan penghubung jalur listrik

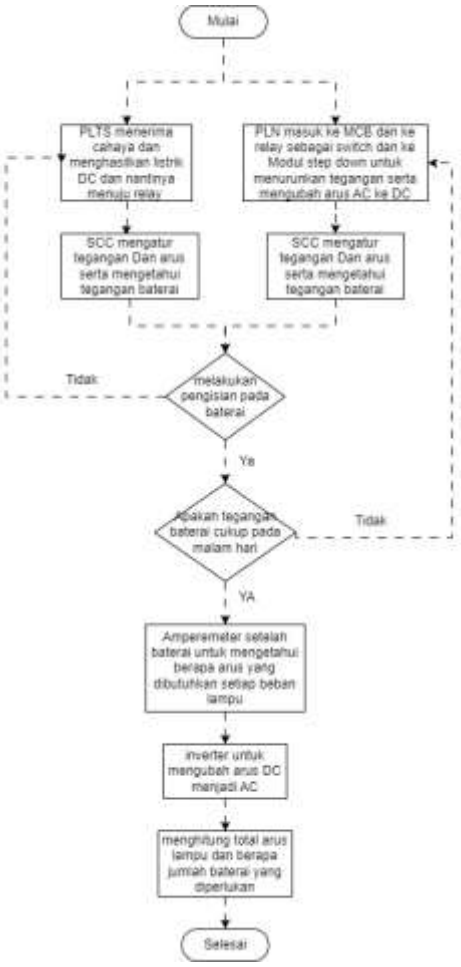
10	Lampu	Sebagai beban AC

b) Flowchart

Pada gambar 8 di bawah menunjukkan flowchart dari system kerja alat hybrid PLTS-PLN yang dirancang. Pada jalur PLTS, panel surya menerima cahaya matahari yang diubah menjadi listrik DC yang kemudian dialirkan menuju ralay, sedangkan jalur PLN, tegangan AC masuk melalui MCB dan kemudian menuju relay sebagai pemutus, lalu diturunkan tegangannya serta dirubah arusnya ke DC melalui modul step-down. Selanjutnya SCC bertugas sebagai pengatur tegangan dan arus dari kedua sumber sekaligus memantau status tegangan baterai.

Sistem kemudian melakukan evaluasi pada kondisi pengisian baterai, jika kondisi baterai penuh maka system lanjut ke tahap apakah baterai cukup Ketika digunakan pada malam hari. namun, jika kondisi baterai tidak penuh sebelum malam maka sistem akan memasok listrik dari panel surya ke baterai. Kemudian pada tahap malam hari jika tegangan dinilai mencukupi maka listrik tidak akan mengalir ke baterai dan jika baterai dinilai tidak mencukupi pada malam hari maka listrik PLN akan mulai memasok listrik ke baterai

Listrik DC dari baterai akan menuju ke amperemeter dan voltmeter digital untuk menunjukkan arus dan tegangan yang digunakan. Selanjutnya tegangan DC diubah menjadi tegangan AC menggunakan inverter. Kemudian pada tahap terakhir melakukan kalkulasi total konsumsi arus pada beban lampu serta menghitung jumlah kapasitas yang dibutuhkan untuk menopang beban secara optimal pada malam hari



Gambar 9, Diagram Alur Cara Kerja Alat

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Dan Evaluasi Alat

pembuatan fondasi dilakukan untuk merancang sebuah sistem hybrid PLTS-PLN.



Fondasi ini diperlukan sebagai tempat landasan meletakkan komponen supaya bisa memberikan dukungan dalam pemasangan komponen seperti baterai, inverter, MCB, SCC, serta tempat peletakan kabel komponen

Gambar 10, Hasil Pemasangan

Pada gambar 10 menunjukkan hasil dari pemasangan komponen – komponen pada sebuah papan kayu. Kemudian pada setiap sisi papan dipasang dengan besi siku U untuk mencegah ujung papan agar tidak mudah pecah serta memberikan penguatan struktural pada papan. Kemudian pada bagian bawah papan dipasang penyanggah dari karet agar ada sela jari supaya papan lebih mudah diangkat Ketika diletakkan. Kemudian seluruh komponen dipasang dengan menggunakan sekrup dengan ukuran 1,5 X 4 cm dan untuk kabel yang digunakan pada daerah beban ialah kabel NYM 2 X 1,5 cm.

Berdasarkan dari hasil pengujian, terdapat beberapa catatan evaluasi sistem diantaranya:

1. Pada saat percobaan inverter mengalami peningkatan suhu saat beroperasi, sehingga disarankan untuk menambahkan kipas pendingin serta bantalan sebagai peredam getaran Ketika inverter beroperasi

2. Untuk penggunaan pada beban yang lebih berat, disarankan untuk meningkatkan kapasitas inverter serta mengganti relay ke *Automatic Transfer Switch* (ATS) guna memberikan keamanan ekstra pada system

4.2 Hasil pengujian Panel Surya Dan lampu

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berapa tegangan dan arus yang dihasilkan panel surya 30 Wp serta mengetahui berapa konsumsi arus lampu LED yang digunakan mulai dari 6 Watt, 10 Watt, 15 Watt, 20 Watt, 30 Watt, 40 Watt, dan 50 Watt. Serta menghitung berapa arus yang dibutuhkan lampu Ketika dipakai 12 jam dari jam 18:00 – 06:00 serta perhitungan seperti apa untuk mengetahui berapa lama baterai 12V 7,5 Ah bisa bertahan.





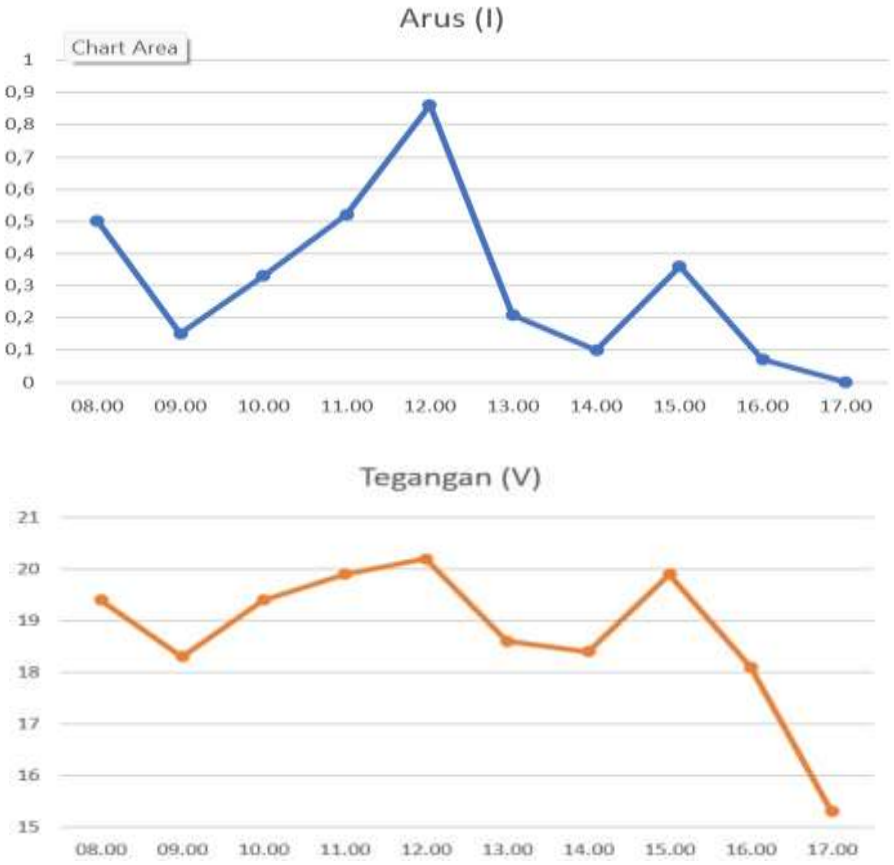
a) Hasil pengujian panel surya

Gambar 11, Pengambilan data panel surya

Tabel 2, Pengujian Panel surya

Jam	Tegangan	Arus

(WIB)	(V)	(I)
08.00	19,4	0,5
09.00	18,3	0,15
10.00	19,4	0,33
11.00	19,9	0,52
12.00	20,2	0,86
13.00	18,6	0,21
14.00	18,4	0,10
15.00	19,9	0,36
16.00	18,1	0,07
17.00	15,3	0



Gambar 12, grafik hasil percobaan pengukuran tegangan dan arus panel surya



b) Hasil pengujian lampu

Gambar 13, Pengambilan data lampu

Tabel 3, Pengujian Lampu

Lampu (Watt)	Arus	umlah Lampu	otal Arus	Lama Nyala	Arus Semalaman
6	0,57	6	3,42	12 Jam	41,04
10	1,1	6	6,6	12 Jam	74,4
15	1,29	6	7,74	12 Jam	92,88
20	2,3	6	13,8	12 Jam	165,6
30	3,66	6	21,96	12 Jam	263,52
40	1,69	6	10,14	12 Jam	121,68
50	6,02	6	36,12	12 Jam	433,44

Rumus Mencari berapa lama baterai bisa bertahan

$$\frac{Kapasitas\ Aki\ (Ah) \times Batas\ Aman\ Aki\ (DoD)}{Total\ Arus\ Beban\ (A)}$$

Tujuan pengujian lampu dilakukan untuk mengetahui jika ada 6 lampu yang digunakan dalam rumah maka berapa arus yang dibutuhkan selama 12 jam sehingga kita bisa memperkirakan kapasitas baterai yang diperlukan serta mengetahui berapa lama baterai akan bertahan

Kesimpulan

sistem PLTS berbasis *hybrid* PLN menunjukkan bahwa panel surya 30 Wp (tanpa beban) menghasilkan daya maksimum 20,2 VDC dengan arus 0,86 A. Pada pengujian beban, baterai *cutoff* pada teganganvdibawah 9,5 V, di mana terjadi peningkatan arus saat tegangan turun guna menjaga konstansi daya lampu. Untuk menyuplai 6 lampu selama 12 jam, dibutuhkan daya teoritis diatas 40 Ah. Dengan memperhitungkan *Depth of Discharge* (DoD) baterai *Lead-Acid* sebesar 50%, kapasitas baterai efektif yang dibutuhkan adalah minimal **80 Ah**.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur atas kehadirat Allah SWT atas karunia, Kesehatan, serta kesempatan yang telah diberikan untuk menyelesaikan skripsi ini, saya mengucapkan banyak terima kasih kepada orang tua yang telah memberikan dukungan mental, saran, maupun finansial sepanjang perjalanan. Saya juga mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan kritik, nasihat, serta bimbingannya selama proses pengerjaan skripsi. Terima kasih saya ucapkan kepada teman – teman saya yang telah memberikan saran serta informasi untuk membantu saya menyelesaikan skripsi ini.

REFERENCES

[1] B. Arrosyid, H. Kusnadi, Ramdanu, Mardiansyah, and Romdhoni, "Rancangan pemakaian modul PV pada PLTS sistem hybrid untuk skala rumah tangga," *Techné Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, vol. 23, no. 2, pp. 257–264, Oct. 2024.

[2] R. Astuti, O. A. Rozak, E. Muallima, and A. A. F. Rhomadon, "Implementasi sistem PLTS hybrid PLN sebagai sumber energi pada pengering biji kopi solar dryer dome," *JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan)*, vol. 13, no. 3S1, 2021, doi: 10.23960/jitet.v13i3S1.7667.

[3] T. F. Andansari, A. Apriharta, M. A. Habibi, I. Alfianto, S. N. Maharani, M. Yazid, and A. Wibawa, "Instalasi PLTS hybrid untuk akuaponik Sengkaling," *at-tamkin: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, vol. 5, no. 2, pp. 37–49, 2022. [Online]. Available: http://ejournal.uniramalang.ac.id/attamkin/

[4] H. Bagja Nurjaman and T. Purnama, "Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) sebagai solusi energi terbarukan rumah tangga," *JEE (Jurnal Edukasi Elektro)*, vol. 6, no. 2, pp. 136–142, 2022, doi: 10.21831/jee.v6i2.53123.

[5] L. M. Hayusman and N. Saputera, "Studi perencanaan panel kendali PLTS–PLN berdasarkan kapasitas baterai untuk PLTS off-grid," *Jurnal Sains Terapan*, vol. 8, no. 1, 2022, doi: 10.32487/jst.v8i1.1425.

[6] D. Y. Nalle, E. R. Mauboy, and W. F. Galla, "Perencanaan pembangkit listrik tenaga surya off-grid untuk kebutuhan rumah tangga di Desa Delo Kabupaten Sabu Raijua," *JTeKEL: Jurnal Teknik Elektro*, vol. 1, no. 1, 2024.

[7] Y. Pebriyanto, W. Jefriyanto, E. Kurniati, K. Bryan, and N. P. H. T.A., "Upgrade sistem PLTS atap tipe hybrid-off grid sebagai sumber energi utama dalam budidaya hidroponik di UMKM Maestro Borneo Hidroponik Farm Palangka Raya," *J-Abdi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 3, no. 7, pp. 1529–1538, 2023.

[8] W. B. Rahmatulloh and A. H. Andriawan, "Rancang bangun PLTS menggunakan sistem hybrid pada rumah tangga untuk mengurangi ketergantungan energi listrik dari PLN," *URANUS: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, Sains dan Informatika*, vol. 2, no. 3, pp. 58–72, 2024, doi: 10.61132/uranus.v2i3.207.

[9] S. N. Rohman, V. E. Kristianti, and P. R. Utami, "Minimalisasi penggunaan daya PLN pada PLTS hybrid sebagai sumber daya alternatif dengan sistem automatic transfer switch (ATS) dan selector switch sebagai mode kondisi," *Jurnal Teknologi Industri Universitas Gunadarma*, vol. 27, no. 1, pp. 12–21, 2023.

[10] R. A. Setiawan, L. E. Cendekia, A. Saputri, and N. S. Fernanda, "Analisis perhitungan kebutuhan sistem pada perancangan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) rumah tangga 900 watt," *Jupiter: Publikasi Ilmu Keteknikan Industri, Teknik Elektro dan Informatika*, vol. 3, no. 2, pp. 11–26, 2025, doi: 10.61132/jupiter.v3i2.778.

[11] F. E. Wiranata, I. M. Kristiyani, and T. R. Laheba, "Optimasi penggunaan sistem hybrid panel surya–PLN untuk meminimasi biaya energi listrik jangka panjang (Studi kasus: 20 tahun)," *J@TI (Jurnal Teknik Industri)*, vol. 20, no. 3, pp. 155–162, Sep. 2025, doi: 10.14710/jati.20.3.155-162.

[12] I. G. N. W. Wijaya, I. K. Parti, and L. F. Wiranata, "Monitoring PLTS dan PLTB kincir vertikal dengan sistem hybrid berbasis Internet Of Things (IoT)," *JAMETECH:*

Journal of Applied Mechanical Engineering and Green Technology, vol. 2, no. 3, pp. 140–145, 2021.

[13] A. W. Setyono, S. I. Haryudo, M. Widyartono, and A. C. Hermawan, "Implementasi ATS AMF menggunakan sistem hybrid," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 10, no. 3, pp. 643–651, 2021.

[14] N. Afiyat and M. Muhtaromin, "Sistem kontrol dan monitoring berbasis IoT pada off-grid hybrid power system PLTS-PLN," *NJCA (Nusantara Journal of Computers and Its Applications)*, vol. 10, no. 1, pp. 9–17, Jun. 2025.

[15] C. Widiasari and R. Fachriansyah, "Rancang bangun Automatic Transfer Switch (ATS) hybrid daya PLN dan PLTS pada sistem hidroponik," *Jurnal ELEMENTER*, vol. 9, no. 1, pp. 121–131, May 2023.