

SKRIPSI

ANALISIS KINERJA INVERTER 3000 WATT PADA SISTEM PLTS BERBASIS BATERAI 24 VOLT DALAM KONDISI *OVERSIZING* DENGAN VARIASI BEBAN



Diajukan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Program Studi
Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah
Palembang 24 Agustus 2026

Dipersiapkan Dan Disusun Oleh

ERIX JULIVER CANCER

132022002

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2026**

SKRIPSI

ANALISIS KINERJA INVERTER 3000 WATT PADA SISTEM PLTS BERBASIS BATERAI 24 VOLT DALAM KONDISI *OVERSIZING* DENGAN VARIASI BEBAN



Diajukan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Program Studi
Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah
Palembang 24 Agustus 2026

Dipersiapkan Dan Disusun Oleh

ERIX JULIVER CANCER

132022002

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2026**

SKRIPSI
ANALISIS KINERJA INVERTER 3000 WATT PADA SISTEM
PLTS BERBASIS BATERAI 24 VOLT DALAM KONDISI
OVERSIZING DENGAN VARIASI BEBAN



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Telah dipertahankan di depan dewan penguji
24 Agustus 2026

Dipersiapkan dan Disusun Oleh
ERIX JULIVER CANCER

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing 1

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

Penguji 1

Taufik Barlian, S.T., M.Eng.
NIDN. 0218017202

Pembimbing 2

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

Penguji 2

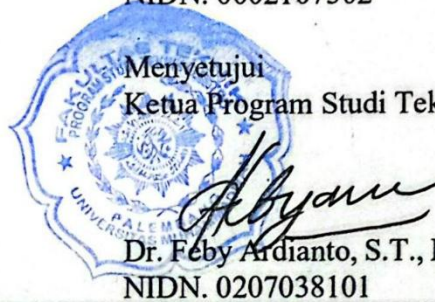
Dr. Wiwin A. Oktaviani, S.T., M.Sc.
NIDN. 0002107302

Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik



Ir. A. Junaidi, M.T.
NIDN: 0202026502

Menyetujui
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, 24 Agustus 2026

Yang Membuat Pernyataan



Erix Juliver Cancer

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“Jadilah seperti lautan, tenang di permukaan, namun kuat menghadapi setiap gelombang. Sebab perjalanan yang berarti bukan tentang tanpa badai, melainkan tentang tetap berlayar hingga menemukan tujuan”

(Erix Juliver Cancer)

“Seperti lautan yang menerima setiap gelombang, belajarlah menerima setiap ketetapan dengan tenang, karena boleh jadi sesuatu yang kita inginkan bukanlah yang terbaik bagi kita”

(QS. Al-Baqarah: 216.)

PERSEMBAHAN

1. Kepada Sang pencipta, Allah SWT yang yang menggenggam setiap elaan dan mentur setiap langka, terima kasih atas ramat dan karuni-mu yang tak teritung.
2. Skripsi ini saya persembahkan dengan penuh rasa cinta dan hormat kepada ayah Dodi Iskandar dan Ibu Yulia, dari anak bungsu yang mungkin belum mampu membalas semua kasih sayang, doa, dan pengorbanan yang telah diberikan. Terima kasih karena selalu menjadi tempat saya pulang, menjadi penguat di saat saya lelah, dan tetap percaya kepada saya di setiap langkah perjalanan ini. Di balik terselesaikannya skripsi ini, ada doa Ayah dan Ibu yang selalu menyertai, ada kesabaran yang menguatkan, serta ada pengorbanan yang mungkin tidak akan pernah mampu saya balas sepenuhnya. Sebagai anak bungsu, saya ingin menjadikan pencapaian ini sebagai salah satu bentuk kecil rasa terima kasih dan bukti bahwa setiap doa dan harapan Ayah dan Ibu tidak pernah sia-sia. Semoga keberhasilan ini dapat menjadi kebahagiaan dan kebanggaan untuk kalian, karena sampai di titik ini, saya tidak pernah benar-benar berjalan sendirian.
3. Kepada saudara saya yaitu Virgo Etalese, penulis ucapkan terima kasih telah menjadi penyemangat selama penulis mengerjakan skripsi ini, menjadi tempat pulang ketika penulis mengalami kesusahan saat mengerjakan dan menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

4. Kepada pembimbing saya Bapak Feby Ardianto S.T., M.cs dan Ibu Rika Noverianty S.T., M.T. Penulis ucapkan terima kasih sebesar besarnya semua tenaga , waktu, usaha ilmu dan nasehatnya yang telah membantu serta membimbing dan mengajari penulis sampai detik ini. Terima kasih tela mengajarkan bahwa sesuatu yang dikerjakan dengan ketekunan dapat membuahkan hasil yang terbaik.
5. Kepada semua angkatan 2022 Teknik Elektro penulis ucapkan terima kasih karena selalu kompak, saling membantu, dan memberikan dukugan tanpa henti terutama dalam proses menulis skripsi kita masing masing. Terima kasih atas kebersamaan nya selama ini canda tawa, cerita yang selalu menjadi kenangan selama perkuliahan yang dapat menjadi kenangan berharga.
6. Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada sosok yang selama ini diam-diam berjuang tanpa henti, seorang laki-laki yang mempunyai impian setinggi langit, yang sering kali sangat sulit ditebak isi hati dan pikiran nya. Terima kasih kepada penulis skripsi ini yaitu diri saya sendiri, Erix Juliver Cancer anak bungsu yang dikenal keras kepala namun hatinya yang berbanding terbalik dengan sifat nya. Terima kasih telah menjadi orang yang kuat dan telah bertahan sejauh ini dengan tantangan yang telah dunia berikan. Terima kasih sudah berani melawan ego diri sendiri untuk menjadi diri sendiri. Aku bangga atas pencapaian kecil yang mungkin bagi orang tidak begitu penting dan aku bangga atas semua yang telah aku lakukan selama ini. walaupun terkadang harapan tidak sesuai dengan apa yang kita kita harapkan, belajar menerima apa yang diberikan dunia kepada saya dan raya kan apa yang membuat ku senang maupun sedih sekalipun. Buat dunia ku selalu bersinar terima kasih untuk rasa sakit lelah dang kecewa yang telat membuat ku menjadi sekuat sekarang ini. Somoga satu persatu doa ku terjawab dan dikelilingi orang orang baik.
7. Untuk almamater tercinta, Universitas Muhammadiyah Palembang yang telah menjadi tempat menimbah ilmu, mengasah kemampuan dan

membentuk pribadi yang baik. Terima kasih untuk semuanya kesempatan dan pengalaman berarga yang telah diberikan selama ini.

8. Terima kasih kepada inisial L yang pernah hadir dan menjadi bagian dari perjalanan hidup saya. Mungkin pada akhirnya kita tidak berjalan menuju tujuan yang sama, dan ada hal-hal yang sempat membuat saya kecewa. Namun, dari semua itu saya belajar bahwa tidak semua yang kita perjuangkan harus menjadi milik kita. Terima kasih untuk semua cerita indah, kenangan, dan pelajaran yang pernah diberikan. Dari situ saya belajar untuk lebih menghargai diri sendiri, menerima keadaan, dan tetap melangkah meskipun tidak semua hal berakhir sesuai harapan. Semoga kita sama-sama menemukan jalan terbaik dalam hidup masing-masing, terima kasih untuk semua hal-hal baik yang pernah terjadi.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja inverter *Pure Sine Wave* 3000 Watt pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) berbasis baterai 24 Volt 720 Wp dalam kondisi *oversizing* terhadap variasi beban. Kondisi *oversizing* terjadi karena kapasitas inverter sebesar 3000 Watt lebih besar dibandingkan kapasitas pembangkit sebesar 720 Wp, dengan *oversizing* ratio sebesar 4,17 kali. Pengujian dilakukan menggunakan metode eksperimen kuantitatif dengan memberikan variasi beban induktif, kapasitif, resistif, serta kombinasi dari beberapa jenis beban. Setiap variasi beban dilakukan sebanyak 10 kali pengukuran pada kondisi sistem stabil. Parameter yang diukur meliputi tegangan dan arus input DC, serta tegangan, arus, dan daya output AC. Data hasil pengukuran diolah menggunakan statistik deskriptif dengan bantuan aplikasi Jamovi, kemudian digunakan untuk menghitung daya input, loading inverter, dan efisiensi inverter. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi inverter pada seluruh variasi beban berada pada rentang 76,39% sampai 94,99%. Efisiensi tertinggi diperoleh pada beban induktif sebesar 94,99%, sedangkan efisiensi terendah diperoleh pada kombinasi beban induktif dan kapasitif sebesar 76,39%. Pada kondisi seluruh beban, efisiensi yang diperoleh sebesar 78,20%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan jumlah atau daya beban tidak selalu menghasilkan peningkatan efisiensi karena karakteristik dan kombinasi beban turut memengaruhi kinerja inverter. Dengan demikian, inverter 3000 Watt mampu melayani seluruh variasi beban yang diuji, tetapi pemanfaatan kapasitas inverter masih relatif rendah akibat kondisi *oversizing*. Oleh karena itu, kesesuaian kapasitas inverter dengan kapasitas pembangkit dan karakteristik beban perlu diperhatikan untuk memperoleh kinerja sistem PLTS yang lebih optimal.

Kata kunci: PLTS, inverter, *oversizing*, efisiensi, variasi beban, baterai.

ABSTRAK

This study aims to analyze the performance of a 3000-Watt Pure Sine Wave inverter in a 24-Volt 720-Wp battery-based Solar Power Generation System (PLTS) under oversizing conditions with various load variations. The oversizing condition occurs because the inverter capacity of 3000 Watts is greater than the generation capacity of 720 Wp, resulting in an oversizing ratio of 4.17 times. The study employed a quantitative experimental method by applying inductive, capacitive, resistive, and combined load variations. Each load variation was measured 10 times under stable system conditions. The measured parameters included DC input voltage and current, as well as AC output voltage, current, and power. The measurement data were processed using descriptive statistics with the assistance of Jamovi software and were subsequently used to calculate input power, inverter loading, and inverter efficiency. The results showed that the inverter efficiency for all load variations ranged from 76.39% to 94.99%. The highest efficiency was obtained with the inductive load at 94.99%, while the lowest efficiency was obtained with the combination of inductive and capacitive loads at 76.39%. Under the condition where all loads were operated simultaneously, the efficiency was 78.20%. These results indicate that an increase in the number or power of loads does not necessarily result in higher inverter efficiency, as load characteristics and combinations also affect inverter performance. Therefore, the 3000-Watt inverter was capable of supplying all tested load variations; however, its capacity utilization remained relatively low due to the oversizing condition. Consequently, proper matching between inverter capacity, generation capacity, and load characteristics needs to be considered to achieve more optimal PLTS system performance.

Keywords: *Solar Power Generation System, inverter, oversizing, efficiency, load variation, battery.*

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, nikmat, kesehatan, serta petunjuk-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi yang berjudul **“ANALISIS KINERJA INVERTER 3000 WATT PADA SISTEM PLTS BERBASIS BATERAI 24 VOLT DALAM KONDISI *OVERSIZING* DENGAN VARIASI BEBAN”** disusun sebagai salah satu persyaratan akademik untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Palembang.

Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan teladan dan membawa umat manusia dari masa kegelapan menuju kehidupan yang penuh dengan ilmu pengetahuan dan kemajuan seperti yang dirasakan hingga saat ini.

Dalam proses penyusunan dan penyelesaian skripsi ini, penulis menyadari bahwa banyak pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, bimbingan, serta motivasi. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

- Bapak Dr. Feby Ardianto, S.T., M.Cs. selaku Dosen Pembimbing I
- Bapak Rika Noverianty, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II

Penulisan skripsi tidak lepas dari bantuan dan dukungan banyak pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Abid Djazuli, S.E., M.M., selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang.
2. Bapak Ir. A. Junaidi, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik.
3. Bapak Dr. Feby Ardianto, S.T., M.Cs. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

4. Bapak Muhammad Hurairah, S.T, M.T selaku sekretaris Program Studi Teknik Elektro.
5. Kedua orang tuaku tercinta, Ayahanda Dodi Iskandar Dan Ibunda Yulia yang telah mendoakan dan memberikan dukungan baik berupa moril maupun material kepada adindamu yang bersifat selalu khawatir terhadap kehidupan.
6. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
7. Bapak dan Ibu Staff dan Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
8. Saudara saya Virgo Etalese yang telah memberikan support doa dan dukungan moril maupun material.
9. Terima kasih untuk Orang yang saya panggil EL berkat dukungan dia saya bisa bangkit untuk menyelesaikan skripsi ini.
10. Rekan-rekan Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Angkatan 2022 Universitas Muhammadiyah Palembang dan semua pihak yang banyak membantu penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari penulisan skripsi ini jauh dari kata sempurna, oleh karena itu kritik dan saran dari pembaca akan diterima. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan rekan-rekan pembaca.

Palembang, 24 Agustus 2026

Penulis,

Erix Juliver Cancer

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
PERSEMBAHAN.....	iv
ABSTRAK	vii
ABSTRAK	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).....	6
2.2 Panel Surya	9
2.3 Inverter	10
2.3.1 Fungsi inverter	11
2.3.2 jenis-jenis inverter	12
2.3.3 Inverter Pure Sine Wave 3000 Watt	13
2.3.4 Konsep oversizing inverter	14
2.3.5 Efisiensi inverter	15
2.4 Baterai	15
2.5 Beban Listrik Pada Sistem PLTS	16
2.5.1 Pengertian Beban Listrik.....	16
2.5.2 Jenis-Jenis Beban	17
2.5.3 Variasi Beban pada Pengujian	18
2.5.4 Pengaruh Beban terhadap Efisiensi Inverter	19
2.6 Parameter Pengukuran	20
2.6.1 Tegangan	20
2.6.2 Arus	21
2.6.3 Daya Input Output.....	21
2.6.4 Loading Inverter.....	22
2.6.5 Efisiensi Sistem.....	23
2.7 Penelitian Terdahulu.....	24
2.7.1 Ringkasan Jurnal Terkait Inverter Oversized	24
2.7.2 Penelitian Efisiensi Inverter pada Sistem PLTS.....	25
2.8 Kerangka Berpikir.....	28
2.8.1 Hubungan Oversizing Inverter terhadap Efisiensi Sistem	28
2.8.2 Hubungan Variasi Beban terhadap Performa Inverter	29

BAB 3 METODE PENELITIAN	30
3.1 Tempat Dan Waktu	30
3.2 Metode Penelitian.....	31
3.3 Fishbone Penelitian	33
3.4 Alat Dan Bahan	34
3.5 Pemilihan dan Penempatan Inverter.....	35
3.6 Diagram Skema (<i>Prototype</i>).....	37
3.7 Kondisi Suhu Lingkungan.....	38
3.8 Skenario Variasi Array	40
BAB 4 DATA HASIL DAN PEMBAHASAN.....	43
4.1 Data Hasil Pengujian.....	43
4.1.1 Hasil Pengukuran pada 1 beban	43
4.1.2 Hasil pengukuran pada variasi beban.....	46
4.1.3 Rekapitulasi Hasil Pengukuran	48
4.2 Perhitungan	49
4.2.1 Perhitungan Daya Input DC	50
4.2.2 Perhitungan loading inverter	53
4.2.3 Perhitungan Efisiensi Inverter.....	55
4.2.4 Pengaruh oversizing inverter terhadap Efisiensi system.....	57
4.3 Pembahasan.....	58
4.3.1 Kondisi Oversizing Inverter pada Sistem PLTS 24 Volt 720 Wp	58
4.3.2 Pengaruh Variasi Beban terhadap Daya Input dan Daya Output	60
4.3.3 Pengaruh Variasi Beban terhadap Efisiensi Inverter	61
4.3.4 Hubungan Loading Inverter dengan Efisiensi.....	62
4.3.5 Analisis Kinerja Inverter pada Setiap Variasi Beban	64
4.3.6 Pembahasan terhadap Tujuan Penelitian	65
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	68
5.1 kesimpulan	68
5.2 Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA.....	70
LAMPIRAN.....	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Panel Surya.....	10
Gambar 2.2 Inverter	11
Gambar 2.3 Baterai	16
Gambar 3.1 Fishbone	33
Gambar 3.2 Diagram Skema (Prototype).....	37
Gambar 4.1 Grafik loading inverter sumber Jamovi.....	55
Gambar 4.2 Grafik efisiensi sumber Jamovi.....	57

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jurnal Terdahulu	26
Tabel 3.1 Alat dan Bahan	34
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran pada Beban induktif.....	44
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran pada Beban Beban resistif	44
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran pada Beban Beban kapasitif.....	45
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran pada Beban Beban kapasitif + induktif.....	46
Tabel 4.5 Hasil Pengukuran pada Beban Beban kapasitif + Beban resistif	47
Tabel 4.6 Hasil Pengukuran pada Beban induktif+ Beban resistif.....	47
Tabel 4.7 Hasil Pengukuran Seluruh Beban.....	48
Tabel 4.8 Rekapitulasi Hasil Pengukuran pada Setiap Variasi Beban.....	49
Tabel 4.9 Data perhitungan daya input induktif.....	50
Tabel 4.10 Data perhitungan daya input Beban resistif	51
Tabel 4.11 Data perhitungan daya input Beban kapasitif.....	51
Tabel 4.12 Data perhitungan daya input Beban kapasitif+induktif.....	51
Tabel 4.13 Data perhitungan daya input Beban kapasitif+Beban resistif.....	52
Tabel 4.14 Data perhitungan daya input induktif+Beban resistif	52
Tabel 4.15 Data perhitungan daya input Beban resistif	53
Tabel 4.16 Hasil perhitungan loading	54
Tabel 4.17 Hasil perhitungan efisiensi	56

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan energi terbarukan, khususnya Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), terus mengalami peningkatan seiring dengan kebutuhan energi yang efisien dan ramah lingkungan. Sistem PLTS skala kecil, seperti 24 Volt dengan kapasitas 720 Wp, banyak diterapkan pada sektor rumah tangga di perkotaan dan daerah terpencil karena kemudahan instalasi serta fleksibilitas penggunaannya. Dalam sistem ini, inverter berperan penting sebagai pengubah energi listrik dari arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC) yang dapat digunakan oleh berbagai peralatan listrik.

Seiring perkembangan teknologi, penggunaan inverter dengan toroidal transformer semakin banyak diterapkan karena memiliki beberapa keunggulan, seperti efisiensi yang lebih tinggi, ukuran yang lebih kompak, serta rugi-rugi daya yang lebih rendah dibandingkan transformator konvensional (Hataş & KarakılıçMurat, 2025). Selain itu, desain toroidal juga memungkinkan distribusi fluks magnetik yang lebih baik sehingga meningkatkan kinerja inverter secara keseluruhan, terutama pada sistem dengan kebutuhan daya yang stabil. Namun, dalam implementasi di lapangan sering ditemukan penggunaan inverter dengan kapasitas yang jauh lebih besar dibandingkan daya sistem PLTS, atau yang dikenal sebagai *oversizing* inverter. Pada penelitian ini penggunaan inverter 3000 Watt pada sistem PLTS 720 Wp. Praktik ini umumnya dilakukan untuk mengantisipasi penambahan beban di masa depan, tetapi dapat menimbulkan permasalahan pada kinerja sistem.

Penelitian (Benamer et al., 2024). menunjukkan bahwa inverter yang beroperasi jauh di bawah kapasitas nominalnya cenderung mengalami penurunan efisiensi, terutama pada kondisi beban rendah. Selain itu, penggunaan inverter dengan kapasitas besar juga dapat meningkatkan rugi-rugi internal dan menyebabkan pemanfaatan energi menjadi kurang optimal. Studi lain juga

menunjukkan bahwa performa inverter sangat dipengaruhi oleh kesesuaian antara kapasitas inverter dan daya sumber, yang dikenal sebagai rasio pembebanan inverter (Gu et al., 2024).

Inverter berbasis toroidal, meskipun memiliki karakteristik efisiensi yang lebih baik, performa sistem tetap sangat bergantung pada kondisi operasi dan beban yang digunakan (Chandran et al., 2025). Hal ini menunjukkan bahwa keunggulan teknologi toroidal belum tentu memberikan hasil optimal jika digunakan pada kondisi *oversizing* yang tidak sesuai. Di sisi lain, sebagian besar penelitian yang ada masih berfokus pada sistem PLTS skala besar atau terhubung jaringan (*grid-connected*), sementara kajian pada sistem *off-grid* skala kecil dengan tegangan rendah (24V) masih terbatas. Selain itu, penelitian yang mengkaji pengaruh *oversizing* inverter berbasis toroidal terhadap kinerja sistem pada variasi beban nyata juga masih jarang dilakukan.

Penelitian terdahulu mengenai inverter berbasis *toroidal transformer* umumnya berfokus pada pengembangan topologi inverter, peningkatan efisiensi konversi daya, serta optimasi desain transformator pada sistem energi terbarukan (Hataş & KarakılıçMurat, 2025). Selain itu, beberapa penelitian juga membahas performa inverter pada sistem PLTS skala besar berbasis *grid-connected*, namun kajian mengenai pengaruh penggunaan inverter dengan kapasitas *oversizing* terhadap efisiensi sistem PLTS skala kecil masih relatif terbatas (Cossu et al., 2021). Penelitian-penelitian sebelumnya lebih memfokuskan pada aspek desain dan performa umum inverter, sedangkan penelitian pada tugas akhir ini difokuskan pada analisis pengaruh penggunaan inverter 3000 Watt berbasis *toroidal transformer* terhadap efisiensi sistem PLTS 24 Volt 720 Wp dengan variasi beban. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik kerja inverter ketika kapasitas inverter jauh lebih besar dibandingkan daya pembangkit yang digunakan, sehingga dapat diperoleh kondisi operasi yang lebih optimal serta menjadi acuan dalam menentukan kapasitas inverter yang sesuai pada sistem PLTS skala kecil.

Berdasarkan hal tersebut, diperlukan penelitian untuk menganalisis pengaruh *oversizing* inverter 3000 Watt berbasis toroidal transformer terhadap kinerja sistem PLTS 24 Volt 720 Wp dengan variasi beban, sehingga dapat

diperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai kondisi operasi yang optimal serta menjadi acuan dalam perancangan sistem PLTS yang lebih efisien dan bermanfaat bagi pengembangan sistem PLTS di masa mendatang.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen kuantitatif melalui pengujian langsung pada sistem PLTS 24 Volt 720 Wp yang menggunakan inverter *pure sine wave* 3000 Watt berbasis *toroidal transformer*. Pengujian dilakukan dengan memberikan variasi beban secara bertahap untuk mengetahui pengaruh kondisi *oversizing* inverter terhadap efisiensi sistem. Pada setiap variasi beban, dilakukan pengukuran tegangan, arus, daya input DC, serta tegangan, arus, dan daya output AC. Data hasil pengukuran kemudian dianalisis menggunakan perhitungan matematis dan statistik deskriptif, serta disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk mengetahui karakteristik kinerja inverter.

Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh penggunaan inverter 3000 Watt terhadap efisiensi sistem PLTS 24 Volt 720 Wp pada berbagai kondisi pembebanan. Selain itu, penelitian dilakukan untuk mengetahui perubahan efisiensi inverter dari beban rendah hingga tinggi serta menentukan kondisi pembebanan dengan efisiensi terbaik. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam menentukan kapasitas inverter yang sesuai untuk meningkatkan kinerja dan efisiensi sistem PLTS skala kecil.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Menganalisis kinerja inverter 3000 Watt pada sistem PLTS berbasis baterai 24 Volt dalam kondisi *oversizing* berdasarkan daya input, daya output, loading, dan efisiensi inverter.
2. Menganalisis kinerja inverter 3000 Watt terhadap variasi beban resistif, induktif, kapasitif, dan kombinasi beban.

1.3 Batasan Masalah

1. Sistem yang diteliti adalah PLTS *off-grid* 24 Volt dengan kapasitas 720 Wp dan Inverter 3000 Watt berbasis *toroidal transformer* (*pure sine wave*)
2. Pengujian dilakukan pada tiga variasi beban berbeda

3. Faktor lingkungan seperti suhu dan iradiasi matahari tidak dianalisis secara mendalam

1.4 Sistematika Penulisan

Penyusunan penelitian ini dirancang secara sistematis guna memudahkan pembaca dalam memahami alur penelitian, mulai dari pendahuluan hingga kesimpulan. penelitian ini terdiri atas lima bab utama yang saling berkesinambungan, dengan masing-masing bab memiliki fokus pembahasan yang berbeda, yaitu sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini memulai pembahasan dengan memperkenalkan topik penelitian melalui pemaparan latar belakang, identifikasi masalah, ruang lingkup, serta tujuan dan manfaat dari dilakukannya penelitian ini.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan berbagai landasan teori dan konsep yang relevan dengan penelitian.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini memaparkan metode dan tahapan penelitian yang digunakan, mencakup waktu, tempat pelaksanaan, serta Alat dan Bahan yang diguna

BAB 4 DATA HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil pengujian dan pengukuran yang telah dilakukan, kemudian dilanjutkan dengan perhitungan dan analisis terhadap data yang diperoleh. Pembahasan mencakup hasil pengujian pada berbagai variasi beban, daya input dan output, loading inverter, efisiensi inverter, serta pengaruh oversizing inverter terhadap kinerja sistem.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, serta saran yang dapat digunakan

sebagai bahan pertimbangan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aida, N., Zahro, A., Samaratunga, L., Hendrawati, D., Fernandez, A. B., & Efendi, E. T. (2025). *Evaluation of the Efficiency and Stability of High-Frequency Inverters Under Varying Load Profiles in Photovoltaic Systems*. 21(03), 61–66.
- Akšamović, A., Konjicija, S., Odžak, S., Pašalić, S., & Grebović, S. (2022). DC Cabling of Large-Scale Photovoltaic Power Plants. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(9). <https://doi.org/10.3390/app12094500>
- Ayua, T. J., & Emeter, M. E. (2024). Technical and economic simulation of a hybrid renewable energy power system design for industrial application. *Scientific Reports*, 14(1), 1–21. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-77946-x>
- Benamer, K., Hamid, A., Rossi, E., Mokhefi, A., Melati, R., & Valdiserri, P. (2024). *Magnetic and Thermal Behavior of a Planar Toroidal Transformer*. 1–17.
- Chandran, D. R., Kumar, S., & Sanath, D. (2025). *Solid State Transformers : A Comprehensive Review of Technology , Topologies , Applications , Research Gaps ,*. 13(6), 30–64. <https://doi.org/10.4236/jpee.2025.136003>
- Cossu, S., Baccoli, R., & Ghiani, E. (2021). Utility scale ground mounted photovoltaic plants with gable structure and inverter oversizing for land-use optimization. *Energies*, 14(11). <https://doi.org/10.3390/en14113084>
- Fahmi, J., Windarta, J., & Wardaya, A. Y. (2021). Studi Awal Penerapan Distributed Generation untuk Optimalisasi PLTS Atap On Grid pada Pelanggan PLN Sistem Jawa Bali untuk Memenuhi Target EBT Nasional. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 2(1), 1–13. <https://doi.org/10.14710/jebt.2021.10038>
- Gu, J., Yamegueu, D., & Tchoffo, E. (2024). *Heliyon Review on sizing and management of stand-alone PV / WIND systems with storage*. 10(December 2023). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e38080>
- Hambley, A. R. (2019). *Global Edition Global Edition Seventh Edition Electrical Engineering*.
- Hanin, D., & Askolani, I. (2020). *Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya*.
- Hansen, C., Johnson, J., Darbali-Zamora, R., & Gurule, N. (2022). Modeling Efficiency of Inverters with Multiple Inputs. *Conference Record of the IEEE Photovoltaic Specialists Conference*, 2022-June, 1335–1337. <https://doi.org/10.1109/PVSC48317.2022.9938490>

- Harahap, P., Rimbawati, Evalina, N., Pasaribu, F. I., Siregar, M. A., Lubis, S., Siregar, C. A. P., Karim, M. A., Tanjung, L. E., Hasibuan, E. S., & Siregar, I. (2024). Power Conversion from Solar Panels using a 3000-watt Inverter. *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences*, 124(2), 260–272. <https://doi.org/10.37934/arfmts.124.2.260272>
- Hataş, H., & KarakılıçMurat. (2025). z *New Topology using HFL for Transformer-Based Multilevel Inverters*. 18(2), 326–345. <https://doi.org/10.18185/erzifbed.1641833>
- Hidayat, I., & Salim, S. (2026). *Analisis Komparatif dan Optimasi PLTS Rooftop Berbasis GIS Comparative Analysis and Optimization of GIS-Based Rooftop Solar Power Plants*. 8.
- Iris, P. P., Tri, D., Yanto, P., & Frismelly, A. (2025). *ARSY : Aplikasi Riset kepada Masyarakat Utilizing Solar Cells As An Alternative Power Source For The Pinang Iris Production House Pemanfaatan Solar Cell Sebagai Sumber Tenaga Listrik Alternatif Untuk Rumah*. 6(3), 914–923.
- Ketjoy, N., Chamsa-ard, W., & Mensin, P. (2021). Analysis of factors affecting efficiency of inverters: Case study grid-connected PV systems in lower northern region of Thailand. *Energy Reports*, 7, 3857–3868. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2021.06.075>
- Noverianty, R., Darmayanti, D., Sonia, B., & Rochmat, H. (2024). *Energi Panel Surya (PLTS)* (Vol. 2).
- Nugraha, C. S., Prayogo, S. S., Kristyawati, D., Elektro, D. T., & Gunadarma, U. (2025). *Rancang Bangun Dan Analisa Sistem Modul Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sederhana Pada Sistem 24V Dan 48V*. April 2025. <https://doi.org/10.14710/jebt.2025.26588>
- Purnomo, A. S., & Nugroho, E. A. N. (2026). Rancang Bangun Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Untuk Rumah Tinggal. *Resistor (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer)*, 6(1), 7. <https://doi.org/10.24853/resistor.4.1.7-10>
- Putra, N. A., Yusron, M., Pratiwi, W. A., Ratu, D. S., Supriyatna, S., Suksmadana, I. M. B., & Nratha, I. made A. (2025). Perancangan dan Analisis Tekno-Ekonomi Solar Carport untuk Suplai Beban Auxiliary pada Main Station Building PLTS Sengkol. *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 4(4), 4309–4317. <https://doi.org/10.31004/riggs.v4i4.4234>
- Rahmanta, M. A., Syamsuddin, A., Tanbar, F., & Damanik, N. (2023). Analisis Perkembangan Teknologi Modul Photovoltaic (PV) Untuk Meningkatkan Penetrasi Pusat Listrik Tenaga Surya (PLTS) Di Indonesia. *Jurnal Offshore: Oil, Production Facilities and Renewable Energy*, 7(1), 22–33. <https://doi.org/10.30588/jo.v7i1.1509>
- Tejero-Gómez, J. A., & Bayod-Rújula, Á. A. (2023). Analysis of Photovoltaic

Plants with Battery Energy Storage Systems (PV-BESS) for Monthly Constant Power Operation. *Energies*, 16(13). <https://doi.org/10.3390/en16134909>

Wicaksono, A., & Agung Nugraha, N. (2024). *Analisis Tekno Ekonomi sistem fotovoltaiik pada gedung edutorium Kh. Ahmad Dahlan Universitas Muhammadiyah Surakarta menggunakan system advisor model (sam)*. 2, 306–312.