

**PERANCANGAN *INVERTER* PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
SURYA MENGGUNAKAN MOSFET IRFZ44N**

SKRIPSI

Diajukan Oleh:

M Rehan Ramadhan

NIM. 200211057

Mahasiswa Prodi Pendidikan Teknik Elektro

Fakultas Tarbiyah dan Keguruan



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH**

2024 M /1446

LEMBAR PENGESAHAN

PERANCANGAN INVERTER PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA MENGGUNAKAN MOSFET IRFZ44N

SKRIPSI

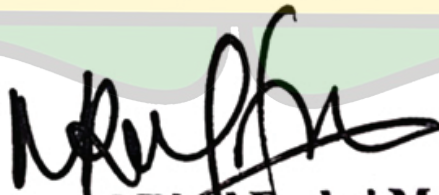
Diajukan Kepada Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan (FTK)
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Darussalam Banda Aceh
Sebagai Salah Satu Beban Studi Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Dalam Pendidikan Teknik Elektro

Diajukan Oleh :

M. Rehan Ramadhan
NIM. 200211057

Mahasiswa Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan
Prodi Pendidikan Teknik Elektro

Disetujui Oleh :
Dosen Pembimbing



Muhammad Bizal Fachri M.T
NIP. 198807082019031018

PENGESAHAN PENGUJI

PERANCANGAN INVERTER PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA MENGGUNAKAN MOSFET IRFZ44N

SKRIPSI

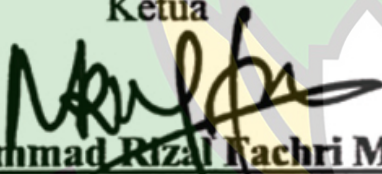
Telah Diuji Oleh Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi Prodi
Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN
Ar-Raniry dan Dinyatakan Lulus Serta Diterima Sebagai Salah Satu
Beban Studi Program Sarjana (S-1) Dalam Ilmu
Pendidikan Teknik Elektro

Pada Hari/Tanggal :

Rabu, 18 Desember 2024
16 Jumadil Akhir 1446H

Tim Penguji

Ketua



Muhammad Rizal Fachri M.T

NIP. 198807082019031018

Penguji I

Sekretaris



Rahmayanti, M.Pd

NIP. 201801160419872082

Penguji II

Dr. Abd Mujahid Hamdan M.Sc

NIP. 198912133014031002

Hari Anna Lastya M.T

NIP. 198704302015032005

Mengetahui,

Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry
Darussalam Banda Aceh



Prof. Sabda Muldasari, Ag. M.A., M.Ed., Ph.D

NIP. 1975010219997031003

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : M. Rehan Ramadhan
NIM : 200211057
Tempat/tgl lahir : Aceh Besar, 26 November 2001
Alamat : Desa Lamteh, peukan bada, Aceh Besar
Nomor hp : 085156060602

Menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggung jawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak manipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini;

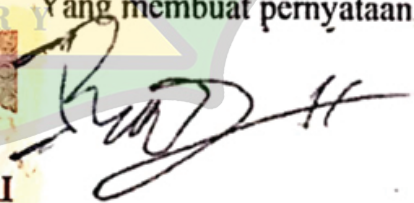
Bila kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat di pertanggung jawabkan dan ternyata di temukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini maka saya siap dikenakan sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Tarbiyan dan Keguruan UIN AR-RANIRY Banda Aceh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan keadaan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 14 Desember 2024

Yang membuat pernyataan,




M. Rehan Ramadhan
NIM 200211057

ABSTRAKS

Nama : M. Rehan Ramadhan
NIM : 200211057
Fakultas/Prodi : Tarbiyah dan Keguruan / Pendidikan Teknik Elektro
Judul : Perancangan *Inverter* Pembangkit Listrik Tenaga Surya Menggunakan MOSFET IRFZ44N
Pembimbing I : Muhammad Rizal Fachri, S.T., M.T.
Kata Kunci : *Inverter*, Pembangkit listrik tenaga surya, MOSFET IRFZ44N

Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) telah menjadi salah satu solusi unggulan untuk mendukung transisi energi terbarukan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Dalam sistem PLTS, *inverter* memegang peran yang sangat penting dalam mengubah arus listrik searah (DC) yang dihasilkan oleh panel surya menjadi arus listrik bolak-balik (AC) yang sesuai untuk kebutuhan perangkat rumah tangga maupun industri. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan *inverter* berbasis komponen utama MOSFET IRFZ44N, yang dikenal memiliki efisiensi tinggi, kemampuan menangani arus besar, dan biaya yang relatif ekonomis. Proses perancangan mencakup analisis kebutuhan daya, pengembangan desain rangkaian utama, serta seleksi komponen pendukung yang mendukung stabilitas dan efisiensi sistem. Selain itu, dilakukan simulasi untuk memvalidasi performa rangkaian sebelum implementasi fisik. Pengujian *inverter* ini mencakup pengukuran efisiensi konversi daya, kestabilan tegangan keluaran, serta kestabilan suhu dalam jangka waktu tertentu. Kestabilan suhu dapat dipengaruhi oleh lingkungan, durasi penggunaan, daya keluaran serta sistem pendingin. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi *inverter* berbasis MOSFET yang efisien dan ekonomis, sekaligus mendukung pemanfaatan energi terbarukan yang lebih luas. *Inverter* yang dirancang tidak hanya dapat digunakan dalam skala rumah tangga, tetapi juga memiliki potensi untuk diadaptasi pada sistem PLTS berskala lebih besar, sehingga menjadi alternatif yang menjanjikan dalam memenuhi kebutuhan energi listrik di era modern.



KATA PENGANTAR



Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan proposal ini dengan baik. Tidak lupa, kami juga mengucapkan shalawat dan salam kepada Nabi Besar Muhammad SAW, keluarga, sahabat, dan seluruh umat Muslim di seluruh dunia.

Saya bersyukur kepada Allah SWT atas karunia-Nya berupa kesehatan baik secara jasmani maupun rohani, yang memungkinkan saya untuk menyelesaikan penulisan Proposal dengan judul **“Perancangan *inverter* Pembangkit Listrik Tenaga Surya Menggunakan MOSFET IRFZ44N”**.

Penulisan Proposal ini adalah salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh. Saya menyadari bahwa penyelesaian Skripsi ini tidak mungkin terwujud tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, saya ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberi rahmat dan kemudahan kepada penulis dalam menyusun dan menyelesaikan Skripsi ini.
2. Orang tua dan seluruh keluarga yang telah memberikan doa, dukungan, motivasi, saran, materi, dan bantuan lainnya yang sangat banyak demi terselesaikannya Proposal ini.
3. Prof. Safrul Muluk, S.Ag., M.A., M.Ed., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

4. Hari Anna Lastya, M.T. selaku Ketua Prodi Pendidikan Teknik Elektro.
5. Muhammad Rizal Fachri, M.T. selaku pembimbing awal yang telah memberi bimbingan, saran, motivasi kepada penulis sehingga proposal ini selesai
6. Dr. Husnizar, S.Ag., M.Ag. selaku penasehat akademik telah memberi, saran, dan motivasi kepada penulis sehingga proposal ini selesai.
7. Bapak/Ibu dosen serta staf Prodi Pendidikan Teknik Elektro yang telah memberikan ilmunya serta membina dan membantu penulis selama ini.
8. Kepada teman-teman seperjuangan di prodi Pendidikan Teknik Elektro terkhusus untuk leting tahun 2020

Penulis meyakini bahwa tidak ada yang terjadi tanpa kehendak Allah SWT. Walau penulis telah berusaha semaksimal mungkin dalam menyelesaikan Proposal penelitian ini, penulis sadar bahwa masih terdapat kekurangan dalam Proposal ini. Oleh karena itu, penulis berharap dapat menerima saran dan masukan guna perbaikan di masa depan. Semoga Allah SWT memberkati dan memberikan rahmat serta hidayah-Nya kepada kita semua. *Aamiin Ya Rabbal Alamin.*

Banda Aceh, 17 September 2024

Penulis,

M. Rehan Ramadhan

NIM. 200211057

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR.....	v
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah.....	4
C. Tujuan Penelitian	5
D. Hipotesis Penelitian	5
E. Manfaat Penelitian	5
F. Definisi Operasional	6
1. Pembangkit Listrik Tenaga Surya	6
2. <i>Inverter</i>	6
3. MOSFET IRFZ44N	6
G. Kajian Terdahulu yang Relevan.....	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	10
A. Pembangkit Listrik Tenaga Surya.....	10
1. Pengertian Pembangkit Listrik Tenaga Surya	10
2. Cara Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya	11
3. Jenis Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya.....	14
4. Kelebihan Pembangkit Listrik Tenaga Surya	16
B. <i>Inverter</i>	17
1. Jenis-jenis <i>Inverter</i>	18
2. Sistem Proteksi pada <i>Inverter</i>	20
C. Bahan-bahan yang Digunakan	21
1. MOSFET	21
1.1.Pengertian MOSFET	21
1.2.Fungsi MOSFET	22
1.3.Tujuan MOSFET	23
2. Integrated Circuit (IC)	25
3. Thermostat	26
4. Kipas Pendingin	27
5. Relay	28
6. Transformator	29
7. Baterai	30

7.1. Baterai Timbal Asam	31
7.2. Baterai Asam Lithium	31
7.3. Baterai Nikel-metal Hydride	32
8. Panel Surya	32
9. Miniature Circuit Breaker	33
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	35
A. Rancangan Penelitian	35
B. Instrumen Pengumpulan Data	38
1. Alat-alat Penelitian	38
2. Bahan-bahan Penelittian	39
3. Pengujian Suhu Thermostat Terhadap MOSFET	39
4. Pengujian Suhu Terhadap Respon Kipas Pendingin	40
5. Pengujian Tegangan, Arus, Daya dan Efisiensi pada <i>Inverter</i>	42
C. Teknik Pengumpulan Data	43
1. Eksperimen	43
2. Studi Literatur	44
D. Teknik Analisa Data	44
1. Analisis Regresi	44
2. Analisis Dokumen	45
3. Perhitungan Galat pada Instrumen.....	45
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	47
A. Hasil Perancangan <i>Inverter</i>	47
B. Hasil Pengujian <i>Inverter</i>	50
1. Hasil Pengujian Thermostat Terhadap Suhu pada MOSFET	51
2. Hasil Pengujian Thermostat Terhadap Respon Kipas Pendingin	53
3. Hasil Pengujian Tegangan, Arus dan Efisiensi	55
C. Pembahasan	57
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	60
A. Kesimpulan	60
B. Saran	61
DAFTAR KEPUSTAKAAN	62

DAFTAR TABEL

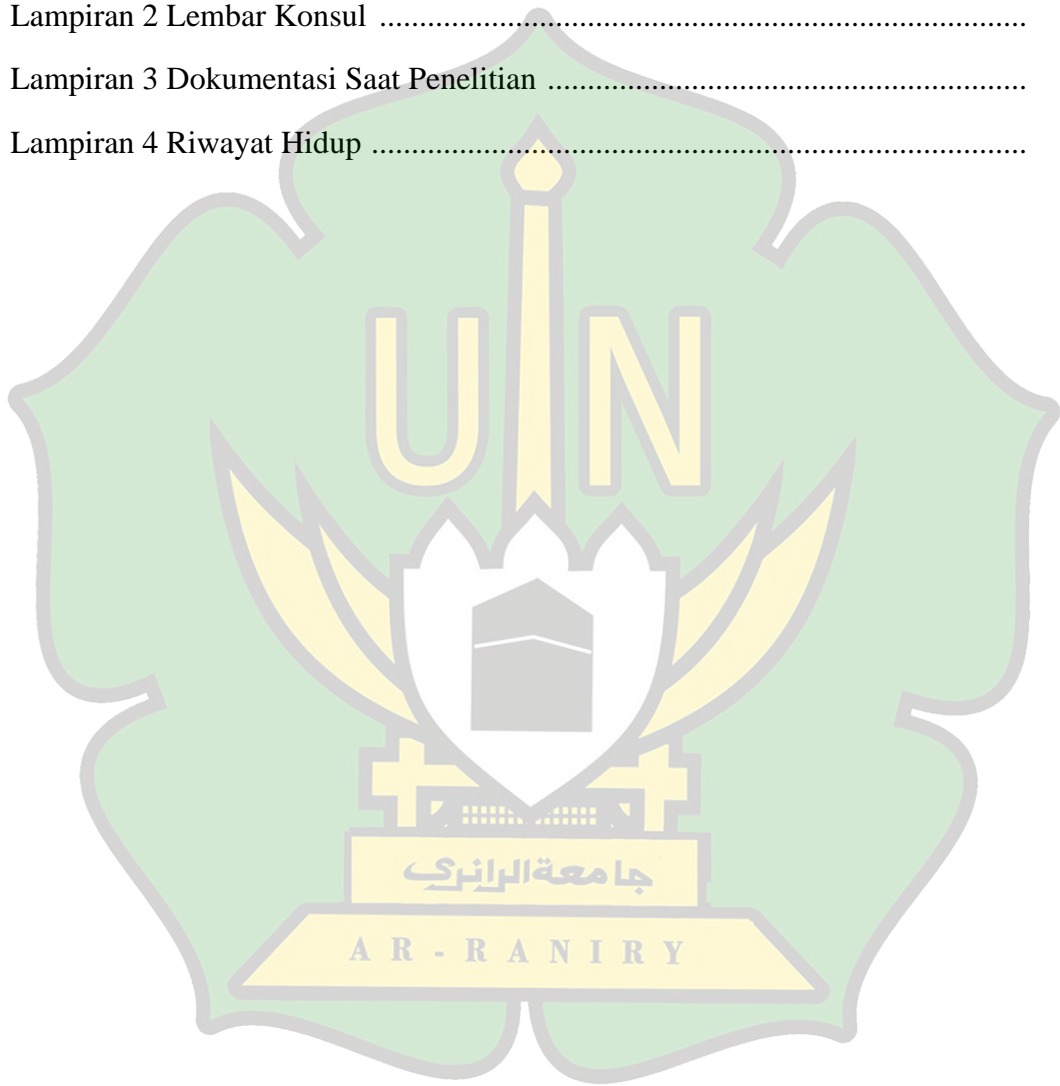
Tabel 2.1 Spesifikasi MOSFET IRFZ44N pada suhu 25°C	24
Tabel 2.2 Spesifikasi Thermostat KSD9700	27
Tabel 3.1 Tabel Pengujian Thermostat KSD9700 dan MOSFET IRFZ44N	40
Tabel 3.2 Tabel Pengujian <i>Operating Temperature</i> pada Thermostat	41
Tabel 3.3 Tabel Pengujian <i>Reset Temperature</i> pada Thermostat	41
Tabel 3.4 Tabel Pengujian suhu, tegangan dan arus dengan beban 30 watt	42
Tabel 3.5 Tabel Pengujian suhu, tegangan dan arus dengan beban 50 watt	42
Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Thermostat Terhadap Suhu pada MOSFET	52
Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Thermostat Terhadap Respon Kipas Pendingin	54
Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian Thermostat Terhadap Respon Kipas Pendingin	54
Tabel 4.4 Data Hasil Pengujian Tegangan, Arus dan Efisiensi dengan beban 50W	55
Tabel 4.5 Data Hasil Pengujian Tegangan, Arus dan Efisiensi dengan Beban 30W	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Blok Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya	12
Gambar 2.2 <i>Inverter</i>	17
Gambar 2.3 Gelombang Sinus Murni	18
Gambar 2.4 Perbedaan Gelombang Sinus Termodifikasi dan Sinus Murni	19
Gambar 2.5 Gelombang Kotak	19
Gambar 2.6 MOSFET IRFZ44N	24
Gambar 2.7 IC CD4047	25
Gambar 2.8 Thermostat KSD9700	26
Gambar 2.9 Kipas Pendingin Highspeed	28
Gambar 2.10 Relay MY2N-J 220V	29
Gambar 2.11 Transformator	30
Gambar 2.12 Baterai	31
Gambar 2.13 Panel Surya	33
Gambar 2.14 Miniature Circuit Breaker	34
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Langkah-langkah Penelitian	36
Gambar 3.2 Diagram Blok Perancangan <i>Inverter</i>	37
Gambar 4.1 Kotak Panel <i>Inverter</i> Pendingin 3 Tahap	47
Gambar 4.2 Hasil Perancangan Switching dan Isolator	48
Gambar 4.3 Jalur Relay pada <i>Inverter</i> dengan Pendingin 3 Tahap	48
Gambar 4.4 Tampak Keseluruhan <i>Inverter</i> Pendingin 3 Tahap	49
Gambar 4.5 Nilai Frekuensi pada Multimeter	50
Gambar 4.6 Gelombang AC pada Osiloskop	50
Gambar 4.7 Panel Surya	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 SK Skripsi	63
Lampiran 2 Lembar Konsul	64
Lampiran 3 Dokumentasi Saat Penelitian	67
Lampiran 4 Riwayat Hidup	68



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Dalam kebutuhan rumah tangga terutama dalam pekerjaan memerlukan adanya sumber listrik yang efisien dalam bekerja. Listrik sumber kehidupan, tanpa adanya listrik semua pekerjaan akan sulit untuk dikerjakan terutama dalam kebutuhan rumah tangga. Listrik merupakan salah satu contoh energi, dengan adanya energi manusia dapat melakukan pekerjaannya. Culp menjelaskan "energi listrik adalah jenis energi yang berkaitan dengan arus dan akumulasi 40 elektron".¹

Energi terlibat pada semua aspek kehidupan. Hidayat berpendapat bahwa "Saat ini kebutuhan energi yang ada mayoritas terpenuhi oleh energi yang berasal dari bahan bakar fosil, yang merupakan bahan bakar yang tidak dapat diperbaharui sehingga akan terus berkurang dan habis jika digunakan secara terus-menerus"². Dengan berkurangnya fosil bahan bakar yang terus menipis Pemerintah mencari cara agar lebih meningkatkan energi baru atau terbaharukan untuk menjadikan cadangan energi sebagai ketahanan kemandirian. Suharti menjelaskan "Berdasarkan PP No. 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional, target sebaran energi baru dan terbarukan pada tahun 2025 minimal 23% dan 31% pada tahun 2050"³.

¹ Archie W. Culp, *Prinsip Prinsip Konversi Energi*. (Jakarta: Erlangga, 1996).

² F. Hidayat, Winardi B, dan Nugroho A, *Analisis Ekonomi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Departemen Teknik Elektro Universitas Diponegoro*, (ttp.:tnp., 2018).

³ Suharyati, Pambudi, J. L. Wibowo, dan N. I. Pratiwi, *Outlook Energi Indonesia*. (ttp.:tnp., 2019).

Dengan adanya energi terbarukan atau energi alternatif maka dengan demikian terbantu akan kebutuhan energi itu sendiri dalam kehidupan bermasyarakat. Salah satu bentuk energi terbarukan atau energi alternatif adalah pemanfaatan tenaga surya dalam proses pembangkit listrik yang dapat digunakan sehari-hari. Pemanfaatan pembangkit tenaga surya ini sendiri sangat efisien untuk warga Indonesia mengingat di Indonesia sendiri potensi cahaya matahari cukup tinggi dalam pembuatan pembangkit listrik tenaga surya. Dengan digunakannya pembangkit listrik tenaga surya lebih bisa menghemat pengeluaran rumah tangga mengingat biaya listrik yang ada di Indonesia tersendiri tergolong mahal.

Pembangkit Listrik Tenaga Surya adalah sebuah pembangkit listrik yang memanfaatkan sinar matahari berupa radiasi sinar foton matahari yang kemudian akan dikonversikan menjadi energi listrik melalui sel surya (photovoltaic). Sel surya (photovoltaic) sendiri merupakan suatu lapisan tipis yang terbuat dari bahan semikonduktor silikon (Si) murni dan bahan semi konduktor lainnya. Dzulfikar berpendapat “Sinar matahari yang dimanfaatkan oleh PLTS ini akan memproduksi listrik DC yang dapat dikonversi menjadi listrik AC apabila dibutuhkan maka PLTS ini akan tetap menghasilkan listrik meskipun cuaca mendung selama masih terdapat Cahaya”⁴.

⁴ D. Dzulfikar, dan W. Broto, *Optimalisasi Pemanfaatan Energi Listrik Tenaga Surya* (ttp.: tnp., 2016), h. 73–76.

Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Berdasarkan aplikasi dan konfigurasinya, secara garis besar PLTS diklarifikasi menjadi tiga yaitu sistem PLTS yang tidak terhubung dengan jaringan (off-grid PV plant), sistem PLTS On-grid, dan sistem PLTS Hybrid yaitu apabila PLTS dalam penggunaannya digabung dengan jenis pembangkit listrik lain: Menurut IEEE standard 929-2000 sistem PLTS dibagi menjadi tiga kategori, yaitu PLTS skala kecil dengan batas 10 kW atau kurang, skala menengah dengan batas antara 10 kW hingga 500 kW, skala besar dengan batas di atas 500 kW.

Dengan pembuatan pembangkit listrik tenaga surya peneliti menggunakan MOSFET IRFZ44N sebagai konversi arus. Berdasarkan salah satu sistem konversi energi, perubahan konversi energi dari sumber energi listrik menjadi energi listrik. Dimana salah satu sumber energi listrik yang dimaksud adalah energi yang dihasilkan dari sumber energi listrik *Direct Current* yang dikonversikan menjadi energi listrik *Alternate Current*. Pemanfaatan arus *Direct Current* dari akumulator (aki) dikonversikan dengan menggunakan *inverter* menjadi arus listrik *Alternate Current* digunakan untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga.

Ukuran *Inverter* merupakan suatu alat yang dipergunakan untuk mengubah tegangan searah menjadi tegangan bolak-balik dan frekuensinya dapat diatur. *Inverter* ini sendiri terdiri dari beberapa sirkuit penting yaitu sirkuit converter (yang berfungsi untuk mengubah daya komersial menjadi DC serta menghilangkan *ripple* atau kerut yang terjadi pada arus ini) serta sirkuit *inverter* (yang berfungsi untuk mengubah arus searah menjadi bolak-balik dengan frekuensi yang dapat diatur-atur). *Inverter* juga memiliki sebuah sirkuit pengontrol.

IRFZ44N adalah Transistor daya berjenis MOSFET yang dibuat oleh Infineon Technologies. Ia dikenal karena kemampuannya untuk mengganti level tegangan dan arus tinggi. MOSFET berarti Transistor Efek Medan Semikonduktor Oksida Logam, jenis Transistor yang memiliki resistansi keluaran rendah dan resistansi masukan tinggi. IRFZ44N mampu menangani tegangan maksimum 55 volt dan arus maksimum 49 ampere. MOSFET IRFZ44N cocok untuk situasi yang memerlukan peralihan tegangan dan arus tinggi seperti catu daya dan rangkaian kontrol motor. Karena ketahanannya yang rendah, ia dapat mengatur arus tinggi secara efektif dengan penggunaan energi minimal. Ia dikenal luas karena keandalan dan ketahanannya, yang menjadikannya pilihan populer di industri elektronik.

Dengan adanya pembangkit listrik tenaga surya dengan bantuan IRFZ44N sebagai konversi arus dapat membantu penggunaan listrik sehari-hari Dan juga dapat menghemat menggunakan listrik yang dari bahan bakar fosil.

Berlandaskan pada paparan latar belakang yang telah diuraikan, maka peneliti akan menjalankan penelitian dengan judul **Perencanaan Inverter Pembangkit Listrik Tenaga Surya Menggunakan MOSFET IRFZ44N.**

B. Rumusan Masalah

Dengan merujuk pada paparan latar belakang di atas, masalah yang menjadi titik fokus dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana hasil rancangan *inverter* pada pembangkit listrik tenaga surya dengan menggunakan MOSFET IRFZ44N pada sistem konversi arus.

2. Bagaimana hasil pengujian rancangan *inverter* pada pembangkit listrik tenaga surya dengan menggunakan MOSFET IRFZ44N pada sistem konversi arus dapat digunakan untuk kebutuhan energi listrik.

C. Tujuan Penelitian

Merujuk pada rumusan masalah yang telah dijelaskan, tujuan dari kajian ini adalah:

1. Mengetahui hasil rancangan *inverter* menggunakan MOSFET IRFZ44N pada sistem konversi arus
2. Mengetahui hasil pengujian rancangan *inverter* pada pembangkit listrik tenaga surya dengan menggunakan MOSFET IRFZ44N pada sistem konversi arus dapat digunakan untuk kebutuhan energi listrik.

D. Manfaat Penelitian

Pada penelitian ini yang diharapkan pada *inverter* yang dirancang dengan MOSFET IRFZ44N adalah:

1. Meningkatkan penggunaan energi terbarukan yang menggunakan cahaya matahari sebagai sumber utama energi sehingga ramah lingkungan dan mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil.
2. Memastikan bahwa *inverter* yang dirancang dapat memenuhi kebutuhan pengguna dan dapat mendorong implementasi energi terbarukan secara lebih luas.

E. Definisi Operasional

1. Rancangan *Inverter*

Inverter adalah sebuah perangkat elektronik yang berfungsi sebagai pengubah arus listrik searah atau direct current (DC) menjadi arus listrik bolak-balik atau alternating current (AC). Perangkat ini diperlukan pada sistem pembangkit listrik tenaga surya karena arus listrik yang dihasilkan pada sel surya berupa arus DC dan banyaknya peralatan elektronik terutama pada rumah tangga yang menggunakan arus AC untuk beroperasi.

2. Penggunaan MOSFET IRFZ44N

MOSFET IRFZ44N adalah Transistor daya berjenis MOSFET yang dibuat oleh Infineon Technologies. Ia dikenal karena kemampuannya untuk mengganti level tegangan dan arus tinggi. MOSFET berarti Transistor Efek Medan Semikonduktor Oksida Logam, jenis MOSFET yang memiliki resistansi keluaran rendah dan resistansi masukan tinggi. IRFZ44N mampu menangani tegangan maksimum 55 volt dan arus maksimum 49 ampere.

3. Kenyamanan Pengguna

Inverter biasanya akan mudah panas jika digunakan secara terus menerus dalam waktu yang lama, sehingga pengguna akan mempertimbangkan *inverter* dengan suhu yang stabil. Dengan suhu yang stabil dan tidak mudah

panas dengan sistem pendingin yang efektif, maka perangkat dapat dioperasikan lebih lama.

F. Kajian Terdahulu yang Relevan

1. M Abdul Karim dengan kajian yang berjudul “Analisis penggunaan power *inverter* terhadap beban *output* peralatan elektronik rumah tangga” pada tahun 2021⁵. Penelitian ini menggunakan jenis pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen menunjukkan bahwa power *inverter* 500 watt sudah mampu untuk menjalankan peralatan elektronik. Menggunakan baterai 12v 45 ah untuk penggunaan beberapa lampu dan kipas angin dapat bertahan 0,86 jam
2. Ganjar Febrianti Pratiwi dan Syaeful Ilman dengan judul “Prototipe *inverter* 12vdc to 220vac 200 watt untuk menghidupkan beban (lampu atau kipas angin) saat terjadi pemadaman listrik PLN” pada tahun 2022⁶ dengan menggunakan pendekatan kuantitatif dan metode eksperimen. Hal ini dilakukan untuk memenuhi kebutuhan listrik saat terjadi pemadaman listrik dari PLN (Perusahaan Listrik Negara) dengan daya yang disuplai dari *accumulator* mampu menghidupkan lampu 45 watt dan sebuah kipas angin.

⁵ M. Abdul Karim, *Analisis penggunaan power inverter terhadap beban output peralatan elektronik rumah tangga*, (ttp.: tnp., 2021),

⁶ Ganjar Febrianti Pratiwi, Syaeful ilman, *Prototipe inverter 12vdc to 220vac 200 watt untuk menghidupkan beban (lampu atau kipas angin) saat terjadi pemadaman listrik PLN*, (Jakarta: Jurnal tera., 2022),

Menggunakan MOSFET IRFZ44N, IC tl494 tanpa adanya sistem pendingin.

3. Dimas prakoso dengan judul “Desain Perancangan *Inverter* 1 fasa pada pompa submersible menggunakan sumber hybrid solar cell dan microhydro” pada tahun 2022 di Madiun⁷. Dengan menggunakan jenis pendekatan kuantitatif perancangan *inverter* menggunakan MOSFET IRF840 ini menggunakan rangkaian *full bridge* dengan menggunakan teknik *Pulse Width Modulation* (PWM) dan mampu menghasilkan tegangan *output* sebesar 288 VAC dengan frekuensi 50hz. Sistem pendinginan hanya menggunakan *heatsink*.
4. Renaldy dengan kajian yang berjudul “Analisis perencanaan pembangkit listrik tenaga surya *off-grid* untuk rumah tinggal di kota Banjarbaru” pada tahun 2021 dengan jenis pendekatan kuantitatif⁸. Perencanaan pembangkit listrik tenaga surya dengan perkiraan penggunaan 8.108 watt perharinya menggunakan baterai yang menyediakan daya 200 Ah, 8 panel surya, 1 solar charge controller, 1 *inverter* dengan total biaya sebesar Rp.448.248.750.
5. Iyan dengan kajian yang berjudul “Perencanaan pembangkit listrik tenaga surya sistem *off-grid* di desa bungku kecamatan bajubang kabupaten

⁷ Dimas Prakoso, DKK, *Desain Perancangan Inverter 1 fasa pada pompa submersible menggunakan sumber hybrid solar cell dan microhydro*, (Madiun.: ELKOM., 2022)

⁸ R. Renaldy, *Analisis Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya off-grid untuk Rumah Tinggal di Kota Banjarbaru* (ttp.: tnp., 2021).

batanghari jambi”⁹ pada tahun 2022 menggunakan jenis pendekatan kuantitatif. Perencanaan pembangkit listrik tenaga surya dengan penggunaan energi pada fasilitas umum sebesar 25.126 Wh menghabiskan biaya sebesar Rp. 138.647.000.

Mengacu pada beberapa kajian terdahulu diatas maka dapat disimpulkan bahwa penelitian ini memiliki persamaan pembangkit listrik tenaga surya yang menggunakan sistem *off grid* sehingga membutuhkan baterai sebagai *penyuplai* energi listrik dan pengaplikasiannya menggunakan *inverter* sebagai pengkonversi listrik dari 12V DC ke 220V AC dikarenakan penelitian tersebut menggunakan pengukuran parameter teknis sehingga jenis pendekatan yang dilakukan adalah pendekatan kuantitatif. Yang menjadi pembeda pada penelitian ini adalah penelitian terdahulu hanya menggunakan heatsink pada sistem pendinginnya bahkan beberapa tidak memiliki sistem pendingin dan penelitian ini menggunakan kipas pendingin ganda yang bekerja saat *inverter nonaktif* dikarenakan suhunya yang terlalu panas. Perancangan *inverter* yang rentan terhadap panasnya MOSFET terutama jika digunakan pada waktu yang lama secara terus menerus maka penelitian ini merancang kipas pendingin ganda yaitu kipas pendingin utama dan kipas pendingin sekunder. Kipas pendingin utama akan bekerja saat pembangkit listrik tenaga surya mulai beroperasi yang menggunakan sensor suhu sebagai pengendali kecepatan

⁹ T. H. Iyan, *Perencanaan pembangkit listrik tenaga surya sistem off-grid di desa bungku kecamatan bajubang kabupaten batanghari jambi* (ttp.: tnp., 2022)

putaran kipasnya dan ketika suhu terlalu panas *inverter* akan menghentikan operasi normalnya untuk mendinginkan suhu yang berlebih (*Cooling down*) yang secara bersamaan mengaktifkan kipas pendingin sekunder agar suhu cepat turun ke tingkat yang aman untuk bisa mengaktifkan kembali *inverter* sehingga *inverter* bekerja lebih efisien, tidak mengurangi keandalannya dan tidak merusak komponen *inverter* (saat MOSFET tidak bekerja melebihi kapasitas arus maksimumnya) sehingga meningkatkan umur pemakaian *inverter*.



BAB II

LANDASAN TEORITIS

A. Pembangkit Listrik Tenaga Surya

1. Pengertian Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah perangkat yang mengubah energi matahari menjadi listrik. PLTS sering disebut dengan istilah *solar cell*, *solar photovoltaic*, atau *solar energy*. PLTS menggunakan cahaya matahari untuk menghasilkan listrik dalam bentuk arus searah atau *direct current* (DC), yang dapat diubah menjadi arus bolak-balik atau *alternate current* (AC) jika dibutuhkan. Oleh karena itu meskipun mendung, selama masih ada cahaya, PLTS tetap dapat menghasilkan listrik.

PLTS merupakan teknologi yang ramah lingkungan dan menggunakan bahan bakar terbarukan (sinar matahari), dan lebih diminati karena dapat digunakan untuk keperluan apa saja dan di mana saja : bangunan besar, pabrik, perumahan, daerah terpencil dan lainnya.

Seperti diketahui bersama bahwasanya Indonesia merupakan negara kepulauan yang luas dan perkembangan tiap daerah serta sumber daya alam yang tidak merata, sehingga PLTS merupakan salah satu alternatif yang diminati. Upaya untuk meningkatkan rasio elektrifikasi sudah dilakukan dengan banyaknya dibangun pembangkit-pembangkit baru, namun ternyata hal tersebut belum cukup dikarenakan luasnya wilayah Indonesia dan adanya

daerah-daerah yang tidak mempunyai sumber daya alam serta sukar dijangkau.

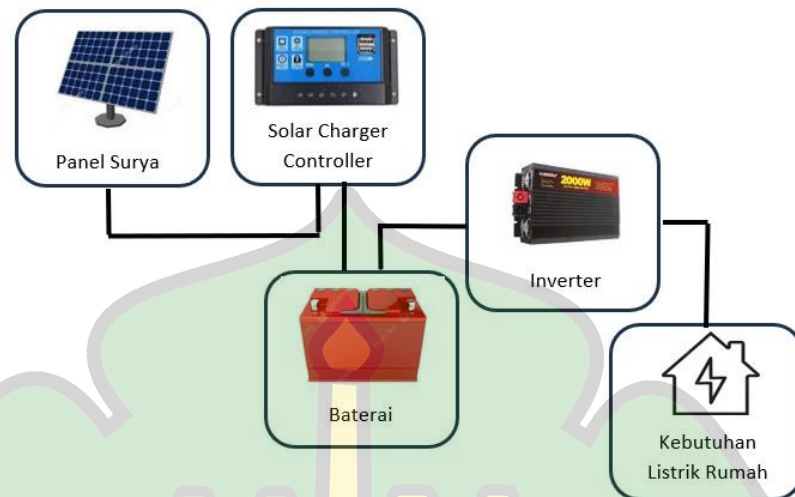
10

2. Cara Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Konsep dasar dari pembangkit listrik tenaga surya adalah mengubah energi Cahaya matahari menjadi energi listrik. Cahaya matahari merupakan salah satu bentuk energi dari sumber daya alam yang melimpah. Penggunaan dari sumber energi ini telah banyak diterapkan, misalnya dalam memasok daya listrik untuk satelit komunikasi melalui sel surya. Sel surya mampu menghasilkan listrik secara langsung dari sinar matahari tanpa memerlukan bagian yang berputar atau bahan bakar tambahan. Oleh karena itu sistem sel surya dianggap bersih dan ramah lingkungan dibandingkan dengan generator listrik konvensional yang memerlukan bagian berputar dan menggunakan bahan bakar untuk menghasilkan listrik.

Untuk merancang implementasi sebuah PLTS yang dapat digunakan untuk kebutuhan rumah tangga yang umumnya menggunakan tegangan 220V arus bolak balik dengan frekuensi 50Hz yang disuplai dari baterai 12V arus searah, sehingga dibutuhkan sistem konversi arus agar energi listrik yang dihasilkan panel surya dapat digunakan dengan baik. Untuk menganalisis kebutuhan energi pada rumah tangga maka penelitian ini akan berdampak pada pemilihan komponen dan faktor-faktor yang dapat mempengaruhinya.

¹⁰ Erwin, *Pengenalan Plts*, (Jakarta: Pusat Pendidikan Dan Pelatihan, t.t.). h. 1



Gambar 2.1 Diagram Blok Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Panel surya digunakan sebagai komponen penghasil listrik. Kemudian, energi listrik diteruskan ke *Solar Charger Controller* yang akan mengatur arus agar listrik stabil sesuai kebutuhan dan dapat disalurkan ke baterai. Di baterai energi listrik disimpan dan saat dibutuhkan energi listrik tersebut dapat digunakan pada beban kebutuhan rumah tangga melalui *inverter*. Dikarenakan beban listrik pada kebutuhan rumah tangga bertegangan 220V AC sedangkan tegangan yang dikeluarkan oleh baterai 12V DC maka, dibutuhkan *inverter* sebagai pengkonversi arus listrik yang dikeluarkan baterai dapat digunakan pada beban listrik di rumah tangga.

Sistem sel surya yang digunakan di permukaan bumi terdiri dari panel sel surya, rangkaian kontroler pengisian (*solar charge controller*), baterai 12 volt, dan *inverter*. Panel surya adalah modul yang terdiri dari beberapa sel surya yang

disusun dalam hubungan seri dan parallel, tergantung pada ukuran dan kapasitas yang dibutuhkan. Modul tersebut menghasilkan energi listrik yang sebanding dengan luas permukaan panel yang terkena sinar matahari. Rangkaian kontroler pengisian aki dalam sistem panel surya bertugas mengatur proses pengisian aki. kontroler ini dapat mengatur tegangan aki dengan rentang 12V dengan toleransi 10%. Ketika tegangan turun dengan rentang 10,8V, Kontroler akan memulai pengisian aki menggunakan panel surya sebagai sumber daya, dengan catatan proses ini hanya berlangsung saat terpapar sinar matahari. Jika penurunan tegangan terjadi pada malam hari, kontroler akan memutus pasokan energi listrik. Setelah proses waktu pengisian berlangsung selama beberapa jam, tegangan aki akan naik. Ketika tegangan aki mencapai 13,2V, Kontroler akan menghentikan proses pengisian.¹¹

Untuk memperoleh energi listrik yang optimal sistem sel surya perlu dilengkapi dengan rangkaian kontroler opsional yang mengatur posisi permukaan panel surya agar selalu menghadap matahari secara optimal kontroler semacam ini dapat dirancang dengan menggunakan mikrokontroler seperti 8031. Namun, kontroler ini bukanlah komponen sederhana karena terdiri dari bagian perangkat keras dan perangkat lunak. Seringkali, paket sistem sel surya yang tersedia belum termasuk kontroler untuk menggerakkan panel surya secara otomatis agar selalu menghadap sinar matahari secara

¹¹ Erwin, *Pengenalan Plts*, h. 2

optimal. Oleh karena itu, kontroler semacam ini memiliki harga yang relative mahal.¹²

3. Jenis Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Jenis-jenis pembangkit listrik tenaga surya dapat dilihat sebagai berikut:

3.1. *Stand Alone Photovoltaic*

Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Terpusat (PLTS-Terpusat) juga dikenal dengan *off-grid*, adalah metode alternatif untuk daerah daerah terpencil atau merupakan sistem pembangkit listrik alternatif pembangkit listrik terutama untuk daerah terpencil yang tidak memiliki akses jaringan listrik PLN (Perusahaan Listrik Negara). Ini adalah sistem yang sepenuhnya bergantung pada sinar matahari, menggunakan modul fotovoltaik untuk mengkonversi energi matahari menjadi listrik sesuai kebutuhan.¹³

3.2. *Grid Connected Photovoltaic*

System Grid Connected PV (fotovoltaik) System adalah pilihan energi hijau untuk penduduk perkotaan, baik di perumahan maupun perkantoran. Dengan menggunakan modul surya, sistem ini menghasilkan listrik secara ramah lingkungan dan tanpa emisi. Keberadaan sistem ini dapat mempengaruhi tagihan listrik rumah tangga dan memberikan manfaat tambahan bagi pemiliknya¹⁴.

¹² Erwin, *Pengenalan Plts*, h. 7

¹³ Erwin, *Pengenalan Plts*. h. 13

¹⁴ Erwin, *Pengenalan Plts*, h. 15

3.3. Grid Connected Photovoltaic System With Battery Backup

Grid-connected PV with battery backup merupakan solusi energi hijau bagi penduduk perkotaan termasuk di perumahan, perkantoran dan fasilitas publik. Sistem ini menggunakan Modul Surya (*Photovoltaic Module*) sebagai sumber listrik yang ramah lingkungan dan tanpa emisi. Dengan adanya sistem ini dapat mengurangi tagihan listrik PLN (Perusahaan Listrik Negara) serta berkontribusi dalam menjaga lingkungan dengan mengurangi penggunaan bahan bakar fosil untuk pembangkit listrik.¹⁵ Selain itu sistem ini berfungsi sebagai Cadangan energi listrik untuk memastikan kelancaran operasional peralatan elektronik . jika terjadi pemadaman listrik dari PLN, peralatan listrik dapat tetap beroperasi tanpa gangguan dalam periode tertentu.

3.4. Hybrid Photovoltaic System

Pada tulisan ini, konsep “*Hybrid*” mengacu pada penggunaan minimal dua pembangkit listrik yang berasal dari sumber energi yang berbeda. Umumnya diterapkan pada generator set captive untuk menciptakan sinergi yang menguntungkan secara ekonomis dan teknis terutama dalam hal keandalan penyediaan sistem¹⁶. Tujuan utama dari system hybrid adalah menggabungkan beberapa sumber energi agar dapat menutupi kelemahan

¹⁵ Erwin, *Pengenalan Plts*, h. 17

¹⁶ Erwin, *Pengenalan Plts*, h. 19

masing-masing, untuk mencapai keandalan penyediaan dan efisiensi ekonomis khususnya untuk beban tertentu.

Pada Penelitian ini peneliti menggunakan PLTS dengan sistem *off-grid* atau PLTS dengan sistem *stand alone photovoltaic* dikarenakan *inverter* yang dirancang sesuai dengan sistem *off-grid* yang dikarenakan tanpa adanya komponen tambahan pengoptimal daya.

4. Kelebihan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

PLTS memiliki sejumlah kelebihan dibandingkan dengan pembangkit listrik lainnya, antara lain:

- a) Mengurangi penggunaan bahan bakar fosil, sehingga mengurangi polusi dan emisi bahan bakar.
- b) Bersih, tidak berisik, dan menggunakan energi gratis dari matahari sepanjang tahun.
- c) Tidak memerlukan biaya operasional tambahan.
- d) Pengoperasian dan Perawatan sistem sangat mudah.
- e) Membantu mengurangi biaya tagihan listrik bulanan.
- f) Berkontribusi dalam menstabilkan tegangan pada sisi beban PLN (Perusahaan Listrik Negara) pada sisi beban.

B. *Inverter*



Gambar 2.2 *Inverter*

Inverter adalah alat yang digunakan pada pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) yang digunakan untuk mengubah arus listrik searah atau *direct current* (DC) menjadi arus listrik bolak-balik atau *alternating current* (AC). Alat ini digunakan sebagai pengkonversi arus dari sumber *direct current* (DC) seperti baterai untuk mengoperasikan perangkat-perangkat yang memerlukan arus *alternating current* (AC), seperti peralatan rumah tangga. *Inverter* memiliki beberapa komponen seperti MOSFET, transformator dan kapasitor. MOSFET digunakan pada rangkaian osilator sehingga menghasilkan osilasi (gelombang berulang secara terus-menerus) untuk mengubah arus listrik DC menjadi arus listrik AC. Kapasitor berfungsi untuk menstabilkan dan menyimpan arus listrik. Sementara transformator bertanggung jawab sebagai peningkat atau penurun tegangan yang akan digunakan sesuai kebutuhan *inverter* itu sendiri. Kelemahan pada *inverter* ialah hilangnya energi dalam proses

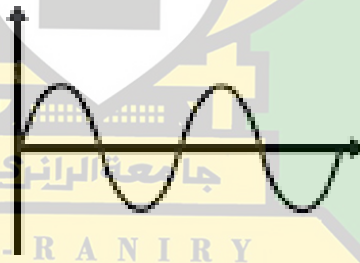
konversi dan memungkinkan terjadinya gangguan pada kualitas daya listrik yang dihasilkan.¹⁷

1. Jenis-jenis *Inverter*

Inverter dapat diklasifikasikan dalam beberapa jenis berdasarkan bentuk gelombangnya. Jenis-jenis *inverter* dapat dilihat sebagai berikut:

1.1. *Inverter Gelombang Sinus Murni (Pure Sine Wave Inverter)*

Setiawan menjelaskan bahwa *inverter* dengan gelombang sinus murni direkomendasikan untuk peralatan elektronik yang sensitif. Hal ini dikarenakan *inverter* jenis ini menghasilkan gelombang yang mirip dengan gelombang listrik PLN sehingga dapat menjaga umur dan kinerja dari perangkat yang dioperasikan.¹⁸ Bentuk gelombang dari gelombang sinus murni dapat dilihat pada Gambar 2.2.



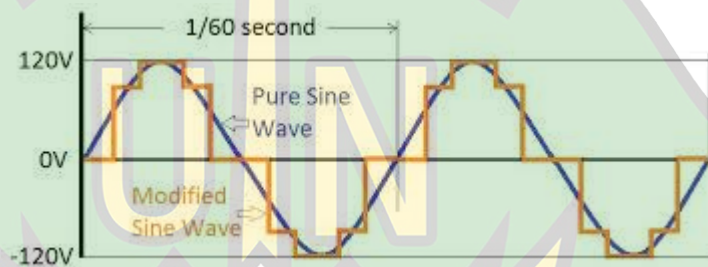
Gambar 2.3 Gelombang Sinus Murni

1.2. *Inverter Gelombang Sinus Termodifikasi (Modified Sine Wave Inverter)*

¹⁷ T. Handoko, *inverter: teori, pemasangan dan aplikasi*, (Jakarta: PT.Elex media komputindo, 2019).

¹⁸ Setiawann. A, *sistem energi listrik terbarukan* (Jakarta: erlangga, 2019). H. 45.

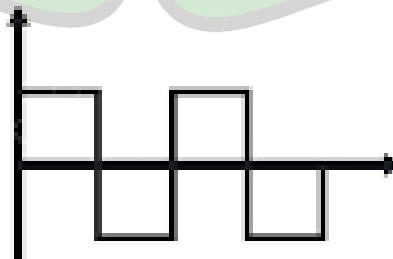
Sutrisno berpendapat bahwa *inverter* jenis ini menawarkan efisiensi dan keseimbangan namun tidak cocok digunakan untuk perangkat yang memerlukan arus yang sangat stabil.¹⁹ *Inverter* ini lebih cocok digunakan untuk peralatan elektronik seperti lampu, kipas angin dan alat dapur. Perbedaan gelombang dari *inverter* ini dengan gelombang sinus murni dalam 60 Hz dapat dilihat pada Gambar Gambar 2.3.



Gambar 2.4 Perbedaan gelombang Sinus Termodifikasi dan sinus murni

1.3. *Inverter* Gelombang Kotak (*Square Wave Inverter*)

Inverter gelombang kotak memiliki bentuk yang tajam dan tidak halus. *Inverter* ini berkarakteristik berupa kotak yang ada dua level tegangan yang tetap dan berubah secara mendadak. Siklus dari gelombang akan berada



¹⁹ Sutrisno. H, *Teknologi Inverter dan Aplikasinya* (Bandung: ITB Press, 2018) h. 32.

Gambar 2.4 Gelombang Kotak

setengah periode di level tinggi dan berpindah ke level rendah ke level rendah setengah periode seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2.4.

2. Sistem Proteksi Pada *Inverter*

Sistem proteksi pada *inverter* adalah serangkaian mekanisme yang diperuntukkan melindungi *inverter* dan peralatan yang dioperasikan dari kerusakan. Sehingga *inverter* dan peralatan yang dioperasikan terlindungi, efisien dan dapat bertahan lama. Berikut beberapa sistem proteksi yang digunakan pada *inverter*:

2.1. Proteksi Suhu

Proteksi suhu pada *inverter* digunakan untuk menjaga suhu pada komponen agar komponen tetap bekerja secara baik. Ketika suhu mencapai ambang batas yang ditentukan oleh sensor suhu maka akan otomatis mematikan operasi sementara untuk mencegah kerusakan lebih lanjut.²⁰

Saat mencapai batas suhu untuk memproteksi *inverter*, maka *inverter* tidak dapat dioperasikan sehingga membutuhkan waktu untuk sensor suhu mendeteksi suhu komponen mencapai suhu di ambang yang aman agar dapat beroperasi kembali. Oleh karena itu maka untuk mencegah suhu tinggi pada *inverter* dapat digunakan kipas pendingin.

²⁰ Mahardika, *Teknologi Inverter dan Aplikasinya pada Sistem Energi Terbarukan* (Malang: Universitas Brawijaya, 2021) h.134.

2.2. Proteksi Arus

Proteksi arus digunakan untuk menghindari kerusakan yang diakibatkan arus berlebih yang dapat mengakibatkan kerusakan pada komponen. Saat kondisi arus berlebih *inverter* akan memutuskan sambungan atau mengatur daya yang disuplai dalam batas aman.²¹ Ketika terjadi hubung singkat maka akan merusak komponen bahkan dapat mengakibatkan kebakaran. Dengan adanya sistem proteksi arus hal tersebut dapat dicegah dengan memutuskan aliran pada rangkaian sehingga mencegah kerusakan lebih lanjut.

C. Bahan-bahan yang Digunakan pada Penelitian

Dalam penelitian ini bahan-bahan utama yang digunakan yaitu:

1. MOSFET

MOSFET (*Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor*) adalah jenis MOSFET yang digunakan dalam sirkuit elektronik untuk mengontrol aliran arus listrik. Umumnya MOSFET memiliki tiga terminal, yaitu *gate* (gerbang), *source* (sumber), dan *drain* (draina). MOSFET merupakan salah satu inovasi teknologi semikonduktor yang sangat berpengaruh dalam kemajuan industri elektronik saat ini. Sebagai komponen inti dalam pembuatan *Integrated Circuit* (IC), MOSFET memainkan peran kunci dalam berbagai perangkat dan peralatan elektronik modern. Fabrikasi MOSFET sendiri mencakup berbagai jenis yang disesuaikan dengan

²¹ R. Budi, *Sistem Proteksi dan Kontrol pada Inverter* (Yogyakarta: Andi, 2021) h. 98

fungsinya masing-masing, memungkinkan penggunaan yang lebih optimal dalam penggunaan aplikasi elektronik. Pada penelitian ini menggunakan MOSFET dengan serial IRFZ44N buatan Infineon Technologies.

Fungsi MOSFET sendiri bermacam-macam dan dapat digunakan dalam berbagai aplikasi rangkaian elektronik seperti sebagai *switch* atau saklar elektronik, sebagai komponen penyusun rangkaian pengendali kecepatan motor, penguat audio video pada televisi dan *amplifier*, dan masih banyak yang lainnya. Biasanya bahan semikonduktor pilihan adalah silikon, tetapi beberapa produsen IC, mulai menggunakan campuran silikon dan germanium (SiGe) sebagai kanal MOSFET.

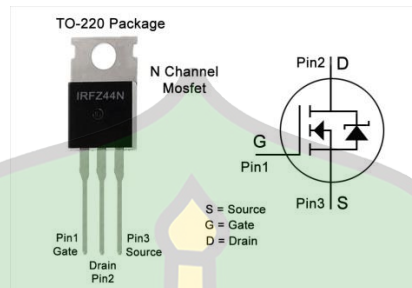
Berbagai simbol digunakan untuk MOSFET. Desain dasar umumnya garis untuk saluran dengan kaki sumber dan cerat meninggalkannya di setiap ujung dan membelok kembali sejajar dengan kanal. Garis lain diambil sejajar dari kanal untuk gerbang. Kadang-kadang tiga segmen garis digunakan untuk kanal peranti moda pengayaan dan garis lurus untuk moda pemiskinan. Sambungan badan jika ditampilkan digambar tersambung ke bagian tengah kanal dengan panah yang menunjukkan PMOS atau NMOS. Panah selalu menunjuk dari P ke N, sehingga NMOS (kanal-N dalam sumur-P atau substrat-P) memiliki panah yang menunjuk kedalam (dari

badan ke kanal)²². MOSFET IRFZ44N sendiri berjenis N-Channel atau disebut juga dengan NMOS.

Tujuan dari MOSFET adalah mengontrol Tegangan dan Arus melalui antara *Source dan Drain* Komponen ini hampir seluruh nya sebagai switch. Kerja MOSFET bergantung pada kapasitas MOS (Metal-Oxide-Semiconductor). Yang muatan listrik masuk melalui Saluran pada Source dan keluar melalui *Drain*. MOSFET IRFZ44N menurunkan tegangan yang diberikan listrik ke komponen pendukung lainnya yang ada di papan pcb. Spesifikasi dari Motfet IRFZ44N dapat dilihat pada tabel 2.1 untuk mengetahui apa saja yang ada di dalamnya agar tidak terjadinya kesalahan yang akan menyebabkan kerusakan pada komponen lainnya. Tujuan utama MOSFET adalah untuk mengatur tegangan dan arus yang mengalir antara source dan drain. Sebagian besar fungsi komponen ini berperan sebagai saklar. Cara kerja MOSFET sangat bergantung pada kapasitansi MOS (*Metal-Oxide-Semiconductor*), yang merupakan bagian internal dari MOSFET itu sendiri kapasitansi MOS terletak diantara terminal sumber dan saluran pembuangan, di bawah permukaan semikonduktor pada lapisan oksida. Pada dasarnya IRFZ44N jenis MOSFET ini dapat diganti dengan jenis MOSFET MOSFET lainnya yang memiliki fitur tegangan dan arus yang sama atau lebih tinggi. Agar IRFZ44N bisa lebih awet dan dapat

²² Ricky Ronaldo Limbong, *Konverter Dc Ke Dc Pada Sistem Penyedia Daya Tenaga Surya*, (ttp, tnp, 2019).

beroperasi dengan baik, sebaiknya bisa gunakan MOSFET ini dengan 80% dibawah kapasitas maksimumnya²³



Gambar 2.5 MOSFET Irfz44n

Tabel 2.1 Spesifikasi MOSFET Irfz44n pada suhu 25°C

Jenis	MOSFET N – Channel
Serial	IRFZ44N
Kemasan	TO-22AB
Total daya yang terdispersi (Pd)	94W
Tegangan drain – source (Vds) max	55V
Tegangan gate – source (Vgs) max	20V
Tegangan threshold gate max	2V – 4V
Arus drain (Id) max (pada suhu 25°C)	49A
Arus drain (Id) max (pada suhu 100°C)	35A
Suhu kerja max	170°C

²³ Dickson kho, *Rancang Bangun DC 12 Volt ke DC 380 Volt Sebagai Power Supply* (ttp, tnp, 2020)

Kapasitas gate	62nC
Resistansi drain – source	0.024 Ohm

1. Integrated Circuit (IC)



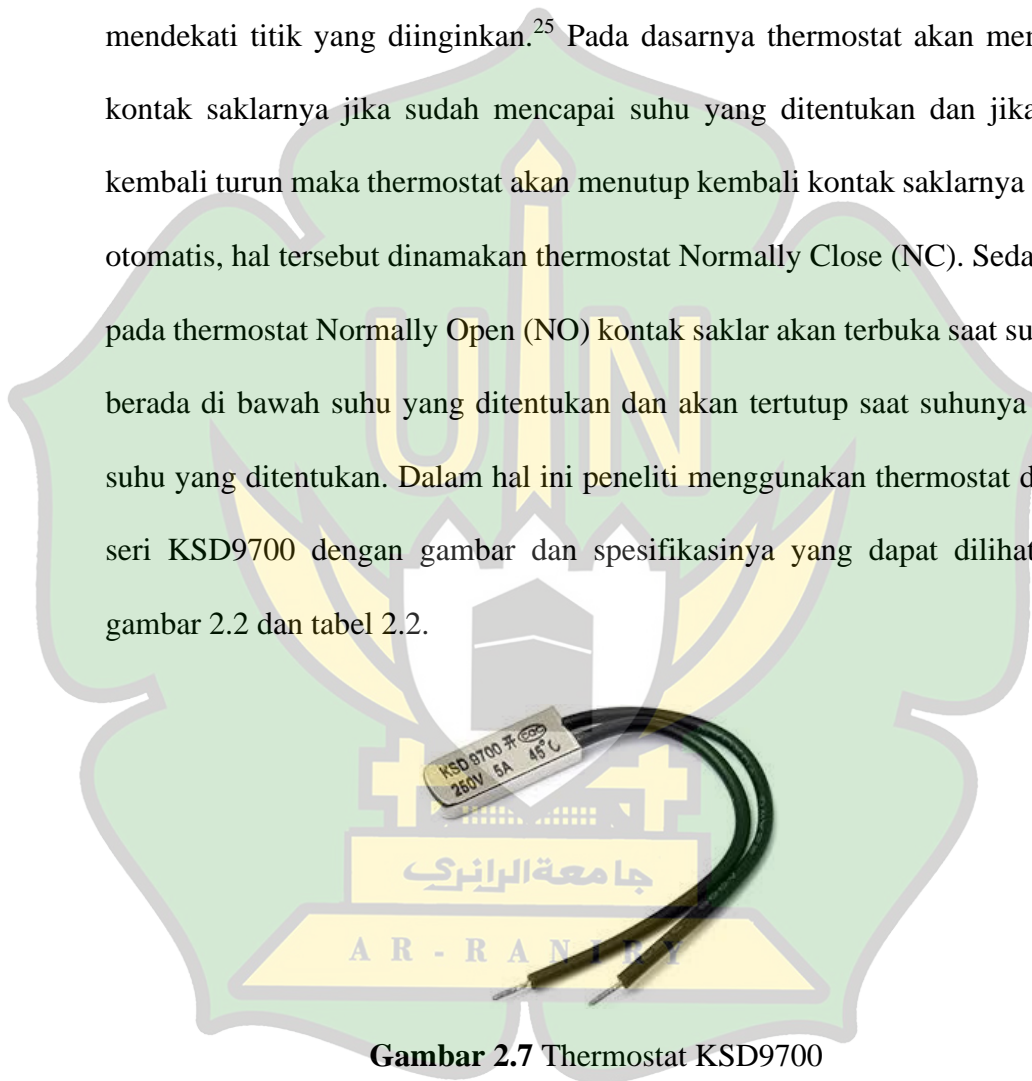
Gambar 2.6 IC CD4047

Integrated circuit (IC) adalah komponen pada elektronika yang terdiri dari komponen kecil lainnya yang terpasang pada substrat semikonduktor.²⁴ Dalam hal ini peneliti menggunakan IC dengan seri CD4047, fungsi dari IC seri ini adalah sebagai pembangkit gelombang pulsa, gelombang sinus, dan dapat mengkonversi sinyal arus searah menjadi sinyal arus bolak-balik.

²⁴ Ganjar Febriani Pratiwi, Syaeful ilman, *Prototipe inverter 12vdc to 220vac 200 watt untuk menghidupkan beban (lampu atau kipas angin) saat terjadi pemadaman listrik PLN*, (Jakarta: Jurnal tera., 2022),

2. Thermostat

Thermostat adalah sistem pendeteksi suhu untuk pendingin maupun pemanas yang diharapkan melakukan tindakan mempertahankan suhu mendekati titik yang diinginkan.²⁵ Pada dasarnya thermostat akan membuka kontak saklarnya jika sudah mencapai suhu yang ditentukan dan jika suhu kembali turun maka thermostat akan menutup kembali kontak saklarnya secara otomatis, hal tersebut dinamakan thermostat Normally Close (NC). Sedangkan pada thermostat Normally Open (NO) kontak saklar akan terbuka saat suhunya berada di bawah suhu yang ditentukan dan akan tertutup saat suhunya diatas suhu yang ditentukan. Dalam hal ini peneliti menggunakan thermostat dengan seri KSD9700 dengan gambar dan spesifikasinya yang dapat dilihat pada gambar 2.2 dan tabel 2.2.



Gambar 2.7 Thermostat KSD9700

²⁵ Antonius managam, *rancang bangun switch control thermostat*, (Medan: al ulum LPPM, 2023)

Tabel 2.2 Spesifikasi Thermostat KSD9700

Operating Temperature	Reset Temperature	Operating Temperature	Reset Temperature	Operating Temperature	Reset Temperature
25±5°C	≥15°C	80±5°C	55±15°C	135±5°C	95±15°C
30±5°C	≥20°C	85±5°C	60±15°C	140±5°C	100±15°C
35±5°C	≥25°C	90±5°C	65±15°C	145±5°C	100±15°C
40±5°C	≥30°C	95±5°C	70±15°C	150±5°C	105±15°C
45±5°C	≥33°C	100±5°C	70±15°C	155±5°C	110±15°C
50±5°C	≥35°C	105±5°C	75±15°C	160±5°C	115±15°C
55±5°C	42 ± 6°C	110±5°C	75±15°C	165±5°C	115±15°C
60±5°C	48 ± 10°C	115±5°C	80±15°C	170±5°C	120±15°C
65±5°C	48 ± 10°C	120±5°C	85±15°C	175±5°C	125±15°C
70±5°C	50 ± 12°C	125±5°C	85±15°C	180±5°C	130±15°C
75±5°C	53 ± 14C	130±5°C	90±15°C		

3. Kipas Pendingin

Inverter menghasilkan panas pada saat pengoperasiannya sehingga dapat menyebabkan menurunnya efisiensi, meningkatnya rugi-rugi daya bahkan dapat terjadinya kerusakan pada komponen *inverter*. Oleh karena itu penggunaan sistem pendingin sangat penting untuk menjaga suhu agar kinerja *inverter* tetap stabil. Pada *inverter* yang dirancang menggunakan kipas dengan arus DC (*Direct Current*) dengan tegangan 12V yang diproduksi oleh Delta dengan tipe FFB0812EH. Penggunaan kipas pendingin jenis ini digunakan agar dapat menyesuaikan dengan spesifikasi baterai yang juga menggunakan 12V DC. Kipas pendingin dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.8 Kipas pendingin *highspeed*

Kipas *highspeed* memiliki dua kecepatan yang dapat mengatur kecepatan kipas pendingin dengan mengatur arus yang masuk pada kipas pendingin. Kipas ini memiliki empat kabel, dua kabel diantaranya digunakan sebagai pengendali kecepatan kipas pendingin.

Ardiyanto menjelaskan bahwa kipas pendingin dapat dikendalikan oleh relay, ketika sensor suhu mendeteksi suhu melebihi batas yang ditentukan relay akan menyalakan kipas untuk mendinginkan suhu²⁶.

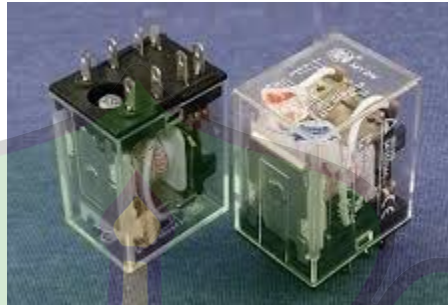
4. Relay

Relay berfungsi sebagai saklar otomatis yang dikendalikan oleh tegangan pada kumparan. Ketika mendapatkan tegangan pada kumparan, medan magnet akan menarik kontak saklar sehingga mengubah rangkaian menjadi terhubung atau terputus²⁷. Relay yang digunakan pada penelitian ini adalah relay MY2N-

²⁶ Ardiyanto. T, *Rancang Bangun Sistem Pengendali Suhu Otomatis Menggunakan Arduino Uno* (ttp, Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi, 2022)

²⁷ Prasetyo. A, *Penerapan Relay pada Sistem Otomatis Listrik* (Depok: Universitas Indonesia, 2021)

J dengan tegangan yang dibutuhkan pada kumparan 220V dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.9 Relay MY2N-J 220V

Relay ini digunakan karena memiliki 2 saklar dalam 1 kumparan. Saklar pertama digunakan untuk jalur keluaran transformator ke beban, jalur kedua digunakan untuk baterai ke kipas pendingin.

5. Transformator

Pada sistem *inverter* transformator berfungsi untuk meningkatkan tegangan setelah konversi dari DC ke AC. Penggunaan transformator sangat penting untuk memastikan tegangan keluaran pada *inverter* sesuai kebutuhan perangkat yang dioperasikan²⁸. Transformator dapat mengubah level tegangan AC dengan menaikkan tegangan (*step-up transformer*) maupun menurunkan tegangan (*step-down transformer*).

Dalam penelitian ini menggunakan *step-up transformer*. ketika transformator mendapatkan tegangan masukan 12V AC maka transformator akan meningkatkannya menjadi 220V AC sesuai dengan tegangan pada

²⁸ Putra. R, *Desain Trafo Step-Up pada Sistem Inverter untuk Rumah Tangga* (Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada, 2022)

umumnya di Indonesia. Bentuk dari transformator dapat dilihat pada Gambar 2.8.

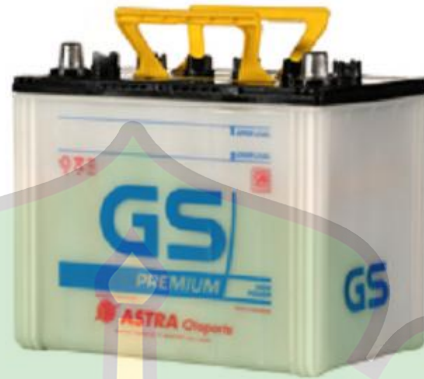


Gambar 2.10 Transformator

6. Baterai

Menurut Iskandar (2017), baterai berfungsi untuk menyimpan energi listrik yang didasarkan pada reaksi kimia yang terjadi di dalam sel baterai, Dimana electron menghasilkan arus listrik.²⁹ Baterai digunakan untuk menyimpan listrik yang dihasilkan dari panel surya kemudian dilepaskan ke *inverter* saat digunakan. Baterai dapat dilihat pada Gambar 2.9.

²⁹ Iskandar. R, *Sistem Penyimpanan Energi Listrik* (Bandung: ITB Press, 2017)



Gambar 2.11 Baterai

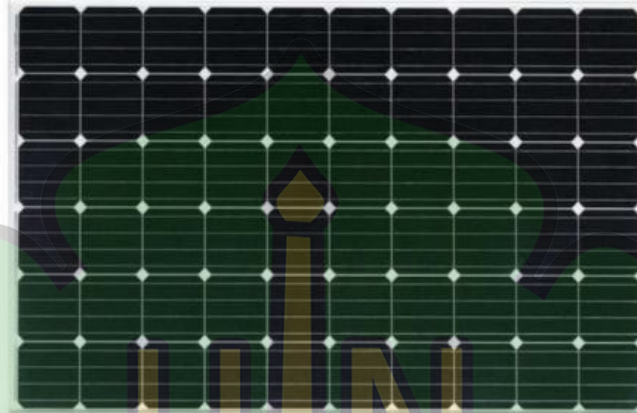
Baterai yang digunakan pada penelitian ini adalah baterai timbal-asam buatan GS premium dengan tipe 65D26R yang memiliki kapasitas 65AH dengan tegangan 12V dan *rated capacity* 20HR yang berarti cocok untuk pengosongan baterai selama 20 jam.

7. Panel Surya

Wahyudi (2020) menjelaskan bahwa panel surya adalah perangkat yang dapat mengubah energi matahari menjadi energi listrik menggunakan prinsip fotovoltaik. Teknologi ini efektif digunakan sebagai pemanfaatan energi terbarukan yang ramah lingkungan untuk kebutuhan energi listrik.³⁰ Panel surya dapat menghasilkan energi listrik DC yang dapat disimpan di baterai kemudian diubah menjadi listrik AC yang dapat digunakan untuk

³⁰ Wahyudi. A, *Sistem Tenaga Surya di Indonesia* (Yogyakarta: Andi, 2020)

kebutuhan listrik umum di Indonesia. Jenis panel surya yang digunakan adalah monokristalin 100WP. Panel surya dapat dilihat pada gambar 2.12.



Gambar 2.12 Panel Surya

8. Miniature Circuit Breaker (MCB)

Miniature Circuit Breaker yang biasa disingkat MCB merupakan perangkat pengaman yang berguna untuk memutuskan aliran listrik secara otomatis ketika beban berlebih (*Overload*) atau saat terjadi hubung singkat (*short circuit*)³¹ dengan adanya MCB maka akan mencegah benda yang dioperasikan dari kerusakan dan kebakaran. Ketika terjadi hubung singkat maka terjadi lonjakan arus maka electromagnet yang ada di dalam MCB akan menarik tuas pemutus saklar. MCB yang digunakan adalah buatan Makita dengan jenis 2A. Bentuk MCB dapat dilihat pada Gambar 2.13.

³¹ Hartanto. B, *Pemanfaatan MCB dalam Sistem Proteksi Listrik Rumah Tangga* (Surabaya: Universitas Negeri Surabaya, 2023)



Gambar 2.13 Miniature Circuit Breaker



BAB III

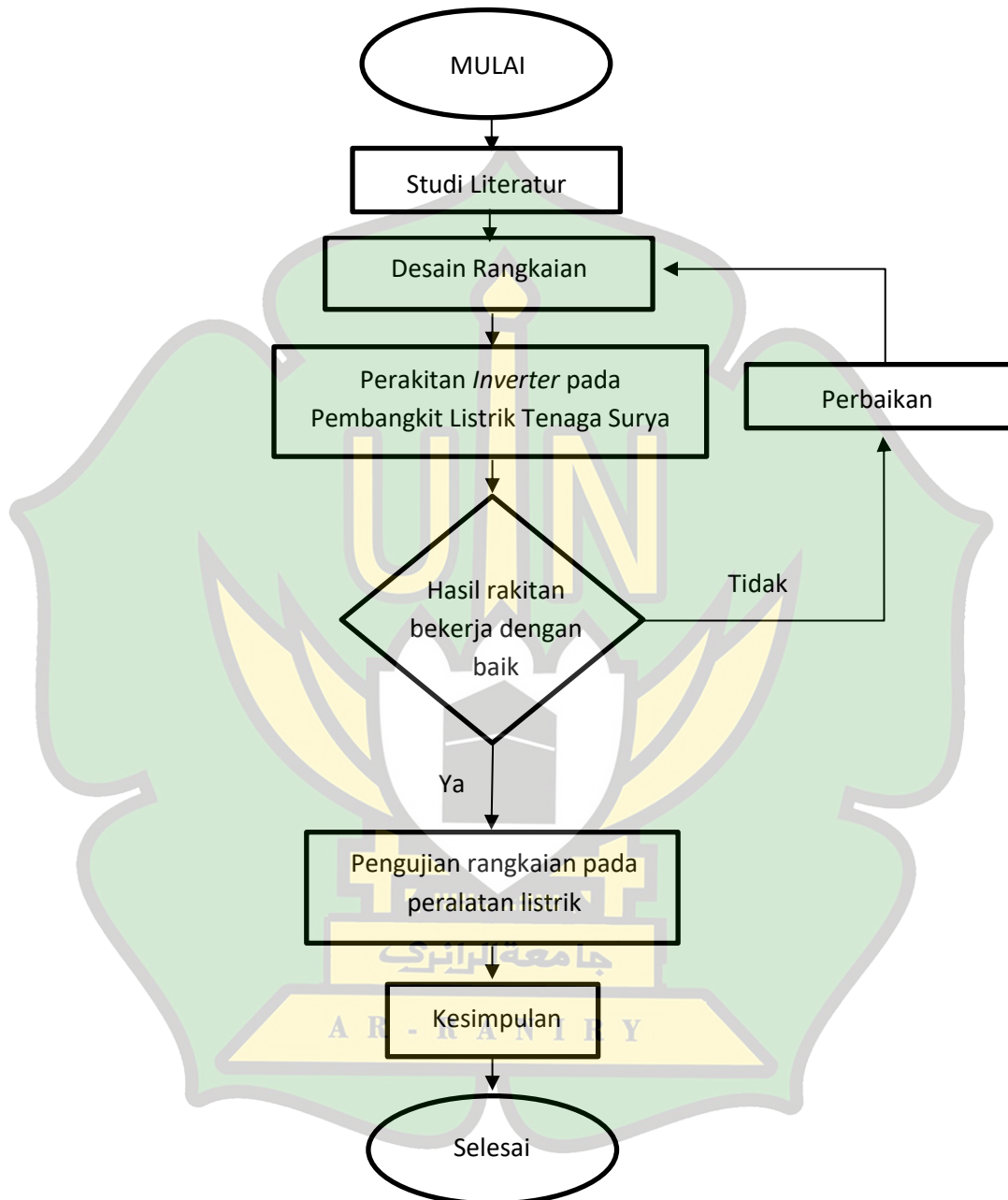
METODE PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental untuk menjawab penelitian yang diajukan. Metode ini dipilih karena memungkinkan peneliti untuk merancang dan mengimplementasikan untuk mendapatkan data empiris³². Perancangan *inverter* menggunakan MOSFET IRFZ44N diikuti serangkaian fungsionalitas *inverter* untuk mengevaluasi peningkatan kestabilan, efisiensi, keandalan, perlindungan *inverter*, dan kenyamanan pengguna dalam pemakaian listrik rumah tangga. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan operasi *inverter* pada pembangkit listrik tenaga surya untuk kebutuhan listrik dengan mempertimbangkan efisiensi energi, perlindungan *inverter* dan kenyamanan pengguna. *Inverter* dapat menghasilkan tegangan AC 220V dan frekuensi 50-60 Hz yang merupakan standar listrik di Indonesia. Hal ini dilakukan untuk memastikan *inverter* kompatibel dengan sebagian besar perangkat elektronik yang digunakan seperti lampu, kipas angin, dan peralatan dapur. Desain pada *inverter* yang mengikuti standar Indonesia akan mempermudah proses perawatan dan penggantian suku cadang. Penelitian ini menggunakan jenis Pembangkit Listrik Tenaga Surya jenis *off-grid* yaitu PLTS yang beroperasi secara mandiri tanpa terhubung dengan PLN dengan menggunakan baterai untuk menyimpan listrik yang dihasilkan oleh sel surya.

³² Earl Babbie, *Social Research Methods*, (Boston: Cengage Learning, 2016).

Langkah-langkah penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1:



Gambar 3.1. Flowchart Langkah-langkah penelitian.

Langkah-langkah yang dilakukan pada Gambar 3.1 akan dijelaskan sebagai berikut:

1. Mulai

Pada tahap Mulai, peneliti melakukan penggalan informasi pada *inverter* yang ditemukan dipasaran kemudian mencari potensi masalah, yaitu suhu yang mudah panas pada *inverter* yang digunakan terus menerus sehingga menjadi kendala bagi pengguna.

2. Studi Literatur

Peneliti melakukan pengumpulan informasi yang didapatkan dari buku, jurnal, diktat dan sumber literatur lainnya yang berkaitan dengan perancangan *inverter*.

3. Desain Rangkaian

Untuk merancang *inverter* yang sesuai spesifikasi yang diinginkan peneliti membutuhkan desain rangkaian untuk meminimalkan kesalahan pada tahapan perakitan. Desain rangkaian dilakukan dengan menentukan komponen yang digunakan dan menyusun skema rangkaian.

4. Perakitan *Inverter* pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Tahapan ini dilakukan untuk mengubah desain rangkaian ke dalam bentuk fisik dan melakukan pemeriksaan visual dan pengujian fungsional untuk memastikan perakitan sesuai dengan desain rangkaian dan berfungsi

dengan baik, jika *inverter* tidak berfungsi dengan baik maka peneliti melakukan perbaikan dan Kembali pada tahap desain rangkaian.

5. Pengujian Rangkaian pada Peralatan Listrik

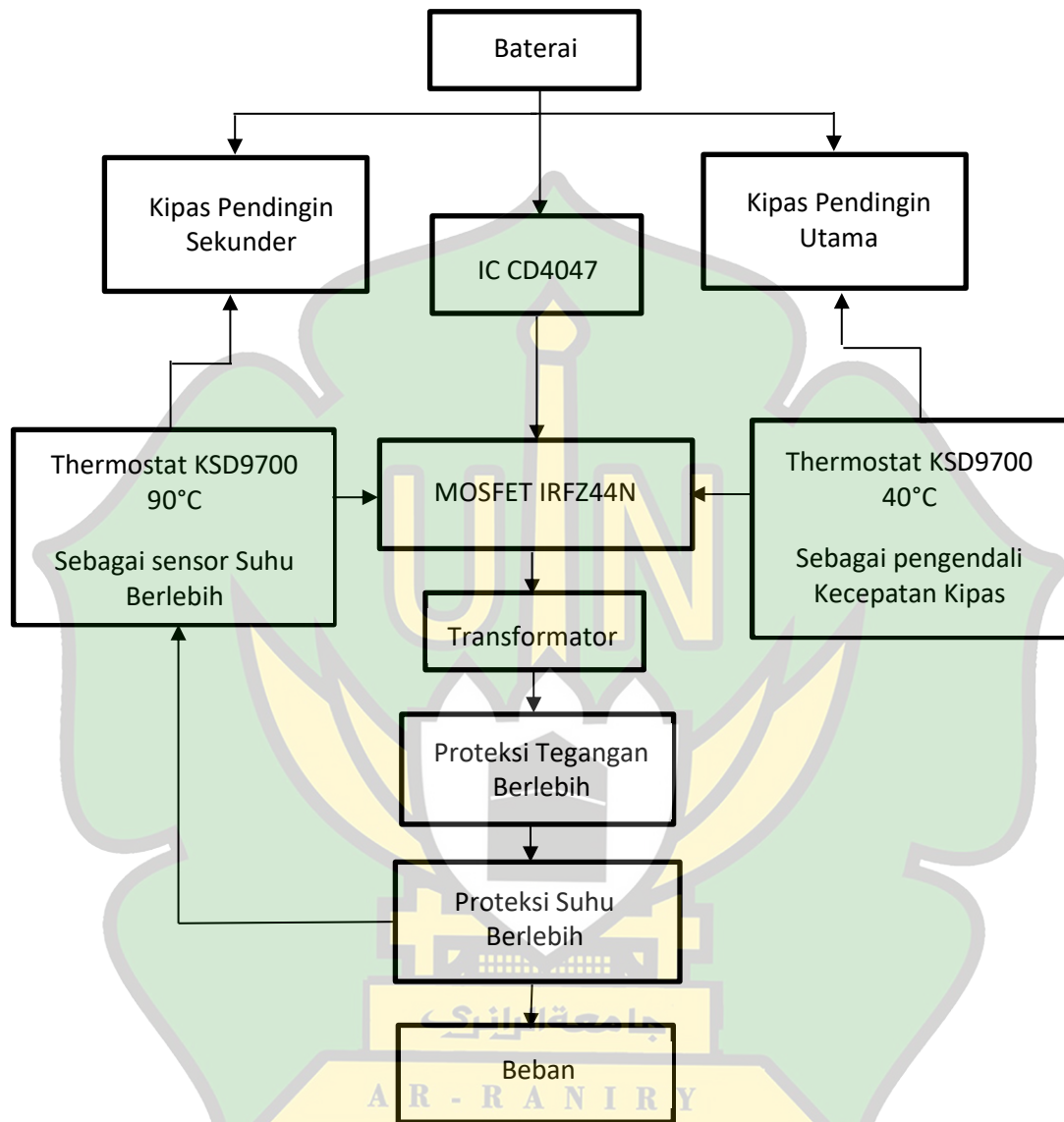
Tahap ini dilakukan untuk memastikan bahwa *inverter* berfungsi dengan baik, aman dan sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan dengan melakukan pengujian tegangan, arus, frekuensi, efisiensi, suhu dan sistem proteksi.

6. Kesimpulan

Mengambil Kesimpulan yang didapat dari tahap-tahapan sebelumnya pada penelitian, peneliti menyimpulkan dari penelitian yang didapatkan dapat berupa tujuan yang telah didapatkan maupun kendala yang didapatkan dalam penelitian.

Langkah-langkah yang dilakukan tersebut bertujuan untuk memberikan pemahaman yang jelas dan sistematis tentang bagaimana perancangan *inverter* dengan mengidentifikasi masalah dalam proses tersebut dan dapat untuk menganalisis alur kerja dan mencari solusi.

Pada desain rangkaian peneliti menyusun skema rangkaian yang akan diubah menjadi bentuk fisik agar memperkecil resiko terjadinya kesalahan. Skema rangkaian tersebut dapat dilihat pada diagram blok pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram Blok Perancangan *Inverter*

Merujuk pada gambar 3.2 pada diagram blok terdapat baterai sebagai *penyuplai* energi listrik yang sebelumnya berasal dari panel surya maka dan diteruskan ke dua kipas pendingin dan sebuah IC (Integrated Circuit). IC yang digunakan dapat

menghasilkan sinyal osilasi untuk mengendalikan MOSFET dan mengatur parameter frekuensi. MOSFET berfungsi sebagai saklar elektronik untuk mengubah arus searah menjadi arus bolak-balik. Ketika arus yang sudah menjadi bolak-balik maka perlu dinaikkan tegangannya menjadi 220V menggunakan transformator agar dapat digunakan pada kebutuhan energi listrik rumah tangga. Untuk proteksi tegangan berlebih ke beban digunakan MCB (Miniature Circuit Breaker) yang bekerja sebagai saklar otomatis ketika MCB mendeteksi tegangan yang berlebih, pada proteksi suhu menggunakan thermostat KSD9700 90°C juga bekerja sebagai saklar otomatis yang akan memutuskan alur listrik ke beban ketika Thermostat mendeteksi sinyal 90°C atau lebih thermostat KSD9700 90°C juga berfungsi sebagai saklar otomatis untuk menghidupkan kipas pendingin sekunder. Kipas pendingin sekunder berfungsi saat *inverter* menghentikan operasi normalnya untuk mendinginkan suhu yang beerlebih (*Cooling down*) sedangkan Kipas pendingin utama berfungsi saat pertama kali dihidupkan yang memiliki dua kecepatan (*dual speed*) yang kecepatannya dapat menyesuaikan dengan suhu yang dideteksi oleh thermostat KSD9700 40°C.

B. Instrumen Pengumpulan Data

1. Instrumen Perancangan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

No	Jumlah	Nama alat dan bahan	Nama produsen	Spesifikasi atau tipe
1	2	Panel surya	GH solar	100WP
2	1	Baterai	GS Premium	65D26R
3	1	<i>Solar charge controller</i>	Amsan electronics	10A
4	1	Transformator	Prolink	12V ke 220V
5	1	<i>Integrated Circuit</i>	Tidak diketahui	CD4047
6	8	MOSFET	Infineon	IRFZ44N
7	9	Resistor	Tidak diketahui	100Ω
8	1	<i>Miniature Circuit Breaker</i>	Makita	2A
9	1	Relay	Omron	MY2N-J
10	2	Kipas Pendingin	Delta	FFB0812EH
11	2	Thermostat	Tidak diketahui	KSD9700
12	1	oscillocope	Hantek	DS05102P
13	1	Multimeter	Tidak diketahui	MT87

2. Instrumen Pengujian

a) Pengujian Suhu pada Thermostat Terhadap MOSFET

Thermostat digunakan untuk mengukur suhu pada MOSFET IRFZ44N yang digunakan pada rancangan *inverter* ini. Untuk pengujian instrumen dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Tabel Pengujian Thermostat KSD9700 dan MOSFET Irfz44n

No	waktu	Suhu pada MOSFET (nilai seharusnya)	Suhu pada thermostat (nilai pengukuran)	Galat (%)
1	Menit ke-0			
2	Menit ke-15			
3	Menit ke-30			
4	Menit ke-45			
5	Menit ke-60			
		Rata-rata Galat		

b) Pengujian Suhu Terhadap Respon Kipas Pendingin

Pada penelitian ini penggunaan thermostat juga digunakan untuk mendeteksi suhu yang akan mempengaruhi kipas pendingin dan saklar

antara transformator ke beban rumah tangga. Pengujian instrument dapat dilihat pada tabel 3.2 untuk pengujian *operating temperature* Dan pada tabel 3.3 untuk pengujian *reset temperature* pada thermostat

Tabel 3.2 Tabel Pengujian *Operating Temperature* pada Thermostat

No	Operating temperature pada Thermostat (°C)	Suhu aktual (°C)	Respon kipas pendingin	Galat (%)
1	$\geq 90^{\circ}\text{C}$			
2	$\geq 90^{\circ}\text{C}$			
3	$\geq 90^{\circ}\text{C}$			
4	$\geq 90^{\circ}\text{C}$			
5	$\geq 90^{\circ}\text{C}$			
6	$\geq 90^{\circ}\text{C}$			
Rata-rata Galat				

Tabel 3.3 Tabel Pengujian *Reset Temperature* pada Thermostat

No	Reset temperature pada thermostat (°C)	Suhu aktual (°C)	Respon kipas pendingin	Galat (%)
1	$\leq 65^{\circ}\text{C}$			
2	$\leq 65^{\circ}\text{C}$			
3	$\leq 65^{\circ}\text{C}$			
4	$\leq 65^{\circ}\text{C}$			
5	$\leq 65^{\circ}\text{C}$			
6	$\leq 65^{\circ}\text{C}$			
Rata-rata Galat				

c) Pengujian Tegangan, Arus, Daya dan Efisiensi pada *inverter*

Pengujian tegangan, arus dan suhu pada *inverter* dengan beban 30watt dan 50 watt dapat dilihat pada tabel 3.3 dan 3.4.

Tabel 3.4 Tabel Pengujian tegangan, arus, daya dan efisiensi dengan beban 30

No	Waktu	Tegangan keluaran (V)	Arus keluaran (A)	Daya keluaran (VA)	Tegangan masukan (V)	Arus masukan (A)	Daya masukan (VA)	Efisiensi (%)
1	Menit ke-0							
2	Menit ke-15							
3	Menit ke-30							
4	Menit ke-45							
5	Menit ke-60							

Tabel 3.5 Tabel Pengujian tegangan dan arus dengan beban 50 watt

No	Waktu	Tegangan keluaran (V)	Arus keluaran (A)	Daya keluaran (VA)	Tegangan masukan (V)	Arus masukan (A)	Daya masukan (VA)	Efisiensi (%)
1	Menit ke-0							
2	Menit ke-15							
3	Menit ke-30							
4	Menit ke-45							
5	Menit ke-60							

C. Teknik Pengumpulan Data جامعة البرازيل

Teknik pengumpulan data adalah metode atau prosedur yang akan digunakan untuk mengumpulkan informasi atau data yang relevan dengan penelitian atau studi tertentu. Teknik pengumpulan data yang peneliti gunakan adalah :

1. Eksperimen

Teknik ini melibatkan kontrol variabel dengan beberapa variabelnya yaitu kapasitas baterai, tegangan baterai, suhu lingkungan, beban pada rumah tangga, Penggunaan *heatsink* dan kipas pendingin dan keadaan MOSFET IRFZ44N. Dengan menghubungkan sebab-akibat antara variabel tersebut sehingga kondisi percobaan tetap konsisten dan terkendali untuk dapat membuat kesimpulan yang akurat.

D. Teknik Analisa Data

Teknik Analisa data adalah metode yang digunakan untuk menginterpretasikan informasi yang relevan dari data yang dikumpulkan.³³ Pada penelitian ini, peneliti menggunakan :

1. Analisis Regresi

Sekaran menjelaskan bahwa analisis regresi adalah memodelkan hubungan satu variabel dengan variabel lainnya dengan tujuan untuk memprediksi nilai variabel dependen³⁴. Penggunaan teknik ini dengan tujuan memperkirakan efisiensi terhadap suhu pada *inverter* dan sistem pemeliharaan seperti kipas pendingin.

Untuk mengetahui nilai efisiensi dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

³³ A. S. Sudjana, *metode penelitian kuantitatif*, (ttp: Tarsito, 2009)

³⁴ Sekaran, *Reserch methods and bussines*, (ttp: tnp,2016)

$$\text{Efisiensi (\%)} = \frac{\text{Daya keluaran (W)}}{\text{Daya masukan (W)}} \times 100\% \dots\dots\dots \text{Persamaan 3.1}$$

Keterangan :

Efisiensi : keefektifan suatu sistem menggunakan sumber daya untuk menghasilkan keluaran yang diinginkan.

Daya keluaran : jumlah energi yang dihasilkan

Daya masukan : jumlah energi yang diperlukan.

Suhu mempengaruhi nilai efisiensi pada *inverter* dikarenakan daya akan hilang dalam bentuk panas. Maka dari itu digunakan kipas pendingin tiga tahap agar memaksimalkan nilai efisiensi.

2. Perhitungan Galat pada Instrumen

Perhitungan yang dilakukan untuk menghitung seberapa akurat sistem tersebut berfungsi dengan membandingkan antara nilai seharusnya dan nilai pengukuran.

$$\text{Galat (\%)} = \frac{\text{nilai aktual} - \text{nilai terkira}}{\text{Nilai aktual}} \times 100\% \dots\dots\dots \text{Persamaan 3.2}$$

Keterangan :

Galat : indikasi seberapa jauh pengukuran dari yang diharapkan.

Nilai pengukuran : nilai yang diperoleh dari pengukuran langsung.

Nilai seharusnya : nilai yang diharapkan dari suatu parameter.

$$\text{Hasil rata - rata} = \frac{\text{Total jumlah hasil pengujian}}{\text{Jumlah pengujian}} \dots\dots\dots \text{Persamaan 3.3}$$

Keterangan :

Hasil rata-rata : rata-rata pada suatu Kumpulan data.

Total jumlah hasil pengujian : jumlah dari semua data yang dihasilkan.

Jumlah pengujian : jumlah semua pengujian.

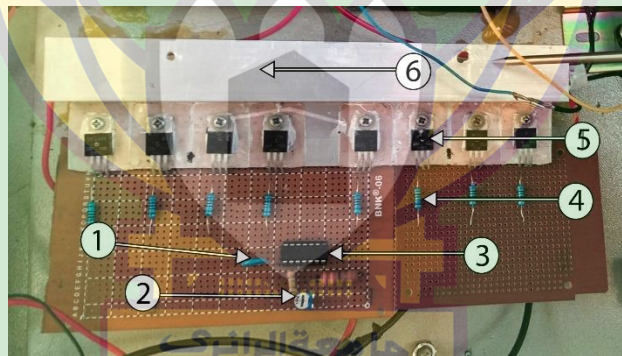


BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perancangan *Inverter*

Inverter yang dirancang menggunakan Integrated Circuit (IC) dengan tipe CD4047 dan MOSFET IRFZ44N sebagai switching dan osilator. Pada *Inverter* yang dirancang terdapat 8 MOSFET dengan jalur *switching* 4 MOSFET kiri dan 4 MOSFET kanan sebagai saklar elektronik yang aktif dan tidak aktif bergantian. Aktif dan tidak aktifnya MOSFET dikendalikan oleh IC CD4047 yang berfungsi sebagai osilator. Hasil perancangan *switching* dan osilator dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Hasil perancangan *switching* dan osilator.

Keterangan:

1 = Kapasitor elektrolit sebagai pengatur frekuensi pada IC

2 = Variabel resistor sebagai pengatur frekuensi pada IC

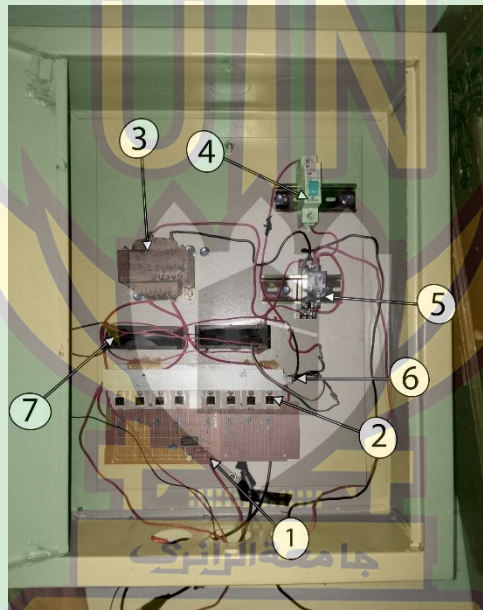
3 = *Integrated Circuit* sebagai pembangkit gelombang pulsa

4 = Resistor sebagai penghambat aliran listrik yang menuju MOSFET

5 = MOSFET sebagai saklar elektronik

6 = *heatsink* sebagai penyerap panas pada MOSFET

Tampak keseluruhan *inverter* yang dirancang yang meliputi osilator menggunakan IC CD4047, switching menggunakan MOSFET IRFZ44N, peningkat arus menggunakan transformator 5A , dan sistem proteksi suhu menggunakan relay dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Tampak Keseluruhan *Inverter*

Keterangan:

1 = Osilator sebagai pembangkit gelombang pulsa

2 = Switching sebagai saklar elektronik

3 = Transformator sebagai peningkat tegangan

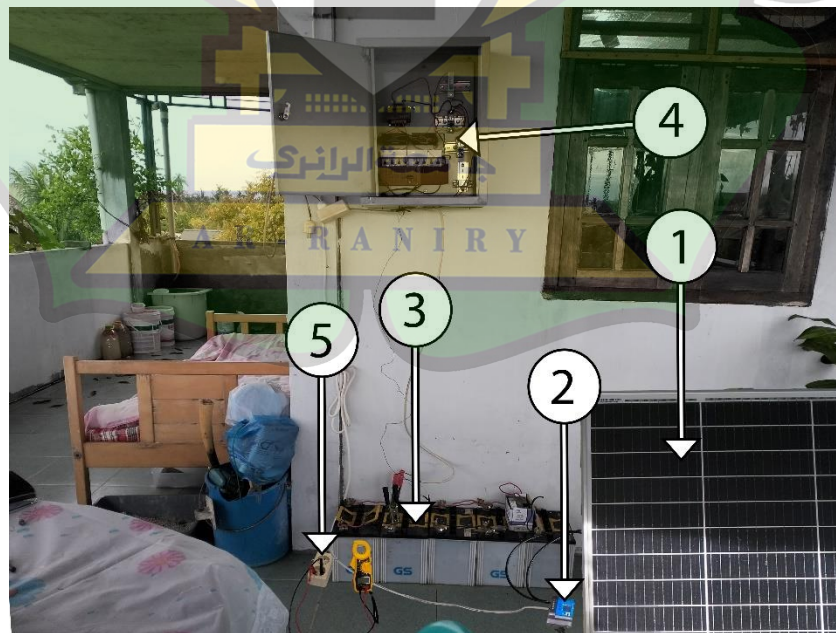
4 = MCB sebagai sistem proteksi arus berlebih

5 = Relay sebagai saklar pada sistem proteksi suhu

6 = thermostat sebagai sensor suhu

7 = kipas pendingin sebagai sistem pendinginan *inverter*

Perancangan *inverter* pada sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dengan menggunakan panel surya sebagai penghasil listrik *direct current* (DC) kemudian listrik tersebut disimpan pada baterai yang melalui *solar charger controller* (SCC). Listrik DC pada baterai tersebut dikonversikan menggunakan *inverter* agar menghasilkan listrik *alternate current* (AC). Sistem PLTS ini disebut *stand alone photovoltaic* atau sistem *off-grid*, Pemilihan sistem jenis ini dikarenakan *inverter* yang dirancang adalah *inverter off-grid* dan SCC yang digunakan berjenis *pulse Width Modulation* (PWM). Komponen dan rangkaian *inverter* pada sistem PLTS dapat dilihat pada Gambar 4.3



Gambar 4.3 Rangkaian Sistem PLTS

Keterangan:

1 = Panel Surya sebagai penghasil listrik DC.

2 = SCC sebagai regulator dan proteksi *overcharging*.

3 = Baterai sebagai penyimpan energi listrik .

4 = *Inverter* sebagai pengubah listrik DC menjadi AC.

5 = Terminal output sebagai jalur listrik yang digunakan untuk beban.

Inverter yang dirancang pada penelitian ini bertegangan 229V dan nilai frekuensi 50,3Hz yang dihitung saat tidak ada beban terhubung pada rangkaian, nilai tersebut dapat dipengaruhi oleh tegangan pada baterai. Nilai frekuensi yang dihitung menggunakan multimeter pengukuran frekuensi dapat dilihat pada Gambar 4.4 dan nilai tegangan diukur menggunakan multimeter pengukuran tegangan AC dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.4 Nilai Frekuensi pada multimeter



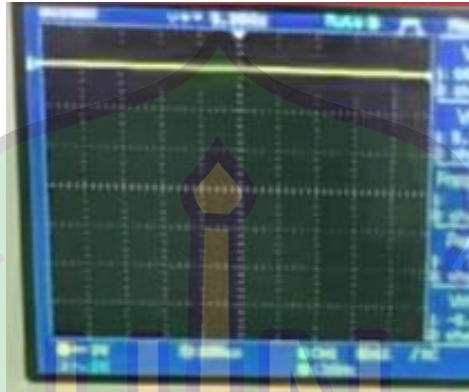
Gambar 4.5 Nilai tegangan AC pada Multimeter

Untuk melihat hasil gelombang *inverter* peneliti menggunakan oscilloscope. Oscilloscope digunakan pada rangkaian pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) untuk melihat bentuk gelombang listrik pada saat sebelum dan sesudah melalui *inverter* yang dirancang. Penggunaan oscilloscope pada sistem pembangkit listrik tenaga surya dapat dilihat pada Gambar 4.6.

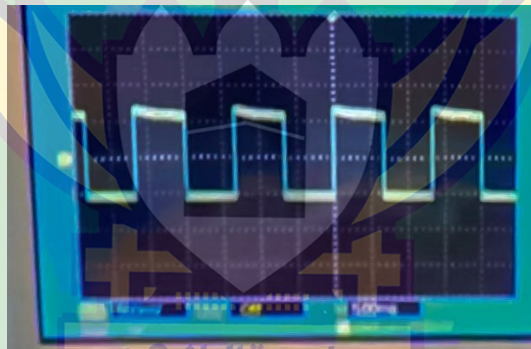


Gambar 4.6 penggunaan oscilloscope pada PLTS

Bentuk dari gelombang masukan dan gelombang keluaran *inverter* dapat dilihat pada Gambar 4.7 dan Gambar 4.8



Gambar 4.7 bentuk gelombang masukan *inverter*



Gambar 4.8 bentuk gelombang keluaran *inverter*

Bentuk dari gelombang keluaran *inverter* berupa gelombang persegi atau *square wave* dikarenakan IC CD4047 menghasilkan gelombang melalui proses *switching* sederhana yaitu logika tinggi dan rendah. Dan *inverter* yang dirancang tanpa adanya filter tambahan untuk menghaluskannya.

B. Hasil Pengujian *Inverter*

Dengan alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini mendapatkan hasil pengujian yang dapat dilihat sebagai berikut:

1. Hasil Pengujian Thermostat terhadap suhu pada MOSFET

Pengujian dilakukan dengan cara menyalakan *inverter* selama 60 menit dengan beban 50W yang suhunya diukur setiap kelipatan 15 menit untuk melihat kinerja MOSFET dan Selisih suhunya terhadap thermostat. Hasil pengujian suhu pada MOSFET dan thermostat dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Suhu, Tegangan dan Arus pada *Inverter* dengan beban 50 watt

No	Waktu	Suhu pada MOSFET (nilai aktual)	Suhu pada thermostat (nilai terkira)	Galat (%)
1	Menit ke-0	31,2°C	31,1°C	0,32
2	Menit ke-15	31,2°C	31,1°C	0,32
3	Menit ke-30	31,2°C	31,1°C	0,32
4	Menit ke-45	31,2°C	31,2°C	0,00
5	Menit ke-60	31,2°C	31,2°C	0,00
		Rata-rata galat		0,192

Nilai eror pada Tabel 4.3 menggunakan rumus Persamaan 3.2 sebagai berikut:

$$\text{Galat}(\%) = \frac{31,2 - 31,1}{31,2} \times 100\%$$

$$\text{Galat}(\%) = 0,003205 \times 100\%$$

$$\text{Galat}(\%) = 0,32\%$$

Kemudian untuk mencari nilai rata-rata galat menggunakan rumus Persamaan 3.3 sebagai berikut:

$$\text{Hasil rata - rata Galat}(\%) = \frac{0,32\% + 0,32\% + 0,32\% + 0,00\% + 0,00\%}{5}$$

$$\text{Hasil rata - rata Galat}(\%) = 0,192\%$$

Dapat disimpulkan bahwa nilai galat pada beban 50W senilai 0,32% dan nilai rata-rata galat senilai 0,192% dengan suhu pada MOSFET stabil pada 31,2°C. Nilai galat terhadap thermostat dipengaruhi oleh kestabilan suhu pada MOSFET, sistem pendingin dan suhu lingkungan.

2. Hasil Pengujian Thermostat Terhadap Respon Kipas dan Beban

Pengujian dilakukan dengan memanaskan *heatsink* untuk mencapai suhu yang mendekati nilai target yaitu nilai yang sesuai dengan spesifikasi thermostat. Kemudian *heatsink* ditempelkan pada thermometer dan thermostat yang diukur manual menggunakan thermometer untuk melihat respon kipas dan beban yang dipengaruhi oleh suhu pada MOSFET. Tabel pengujian dapat dilihat pada tabel 4.2 dan 4.3.

Tabel 4.4 Data Hasil Pengujian Thermostat Terhadap Respon Kipas dan Beban

No	Operating temperature pada Thermostat (Suhu Target)	Suhu aktual (Suhu Pengukuran)	Respon kipas pendingin	Respon beban
1	$\geq 90^{\circ}\text{C}$	89°C	Tidak aktif	Aktif
2	$\geq 90^{\circ}\text{C}$	90°C	Tidak aktif	Aktif
3	$\geq 90^{\circ}\text{C}$	91°C	Aktif	Tidak aktif
4	$\geq 90^{\circ}\text{C}$	92°C	Aktif	Tidak aktif

Tabel 4.4 Data Hasil Pengujian Thermostat Terhadap Respon Kipas dan Beban

No	Reset temperature pada thermostat (Suhu Target)	Suhu aktual (nilai Pengukuran)	Respon kipas pendingin	Respon beban
1	$\leq 65^{\circ}\text{C}$	65°C	Aktif	Tidak aktif
2	$\leq 65^{\circ}\text{C}$	64°C	Aktif	Tidak aktif
3	$\leq 65^{\circ}\text{C}$	63°C	Aktif	Tidak aktif
4	$\leq 65^{\circ}\text{C}$	62°C	Aktif	Tidak aktif
5	$\leq 65^{\circ}\text{C}$	61°C	Tidak aktif	Aktif

Suhu MOSFET akan mempengaruhi suhu pada thermostat, dan suhu thermostat akan mempengaruhi keaktifan beban dan sistem pendingin. Dengan keakuratan pada *operating temperature* terdapat selisih 1°C dan saat *reset temperature* terdapat selisih 4°C . Selisih suhu tersebut masih dalam nilai toleransi pada spesifikasi thermostat yaitu saat *operating temperature* 5°C dan saat *reset temperature* 15°C .

3. Hasil Pengujian Tegangan, Arus, Daya dan Efisiensi pada *Inverter*

Pengujian tegangan, arus, daya dan efisiensi pada *inverter* dilakukan dengan cara menyalakan *inverter* selama 60menit dengan beban 50watt dan 30watt. Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa *inverter* bekerja secara optimal dengan menggunakan MOSFET IRFZ44N pada komponennya. Pada pengujian ini dapat melihat pengaruh nilai pada beban terhadap kinerja MOSFET dikarenakan MOSFET IRFZ44N memiliki arus dan suhu yang terbatas. Kinerja MOSFET akan mempengaruhi arus maksimal dan nilai efisiensi pada *inverter*. Pengukuran dilakukan setiap kelipatan 15 menit menggunakan multimeter Tabel pengujian dapat dilihat pada tabel 4.3 dan 4.4.

Tabel 4.5 Data Hasil Pengujian Suhu, Tegangan dan Arus pada *Inverter* dengan beban 50 watt

No	Waktu	Tegangan masukan (V)	Arus masukan (A)	Daya masukan (VA)	Tegangan keluaran (V)	Arus keluaran (A)	Daya keluaran (VA)	Efisiensi (%)
1	Menit ke-0	11,98	5,34	63,97	213	0,24	51,12	79,91
2	Menit ke-15	11,98	5,34	63,97	213	0,24	51,12	79,91
3	Menit ke-30	11,98	5,34	63,97	213	0,24	51,12	79,91
4	Menit ke-45	11,97	5,34	63,91	213	0,24	51,12	79,98
5	Menit ke-60	11,97	5,34	63,91	213	0,24	51,12	79,98
Rata-rata efisiensi								79,938

Tabel 4.6 Data Hasil Pengujian Suhu, Tegangan dan Arus pada *Inverter* dengan beban 30 watt

No	Waktu	Tegangan masukan (V)	Arus masukan (A)	Daya masukan (VA)	Tegangan keluaran (V)	Arus keluaran (A)	Daya keluaran (VA)	Efisiensi (%)
1	Menit ke-0	12,53	3,21	40,22	222	0,14	31,08	77,27
2	Menit ke-15	12,53	3,21	40,22	222	0,14	31,08	77,27
3	Menit ke-30	12,52	3,21	40,19	222	0,14	31,08	77,33
4	Menit ke-45	12,52	3,21	40,19	222	0,14	31,08	77,33
5	Menit ke-60	12,52	3,21	40,19	222	0,14	31,08	77,33
Rata-rata efisiensi								77,306

Pengujian tegangan dan arus dilakukan menggunakan multimeter sehingga mendapatkan nilai daya masukan dan keluaran. Pada kolom efisiensi Tabel 4.4 menggunakan rumus Persamaan 3.1 sebagai berikut:

$$\text{Efisiensi (\%)} = \frac{31,08}{40,22} \times 100\%$$

$$\text{Efisiensi (\%)} = 0,7727 \times 100\%$$

$$\text{Efisiensi (\%)} = 77,27\%$$

Untuk mengukur nilai rata-rata efisiensi menggunakan Persamaan 3.4 sebagai berikut:

$$\text{Hasil rata – rata efisiensi(\%)} = \frac{77,27 + 77,27 + 77,33 + 77,33 + 77,33}{5}$$

$$\text{Hasil rata – rata efisiensi(\%)} = 77,306\%$$

Nilai rata-rata efisiensi *inverter* pada pengujian 50W adalah 79,938% dengan kerugian daya sekitar 12,85VA dan saat 30W adalah 77,00% dengan kerugian daya sebesar 9,24VA. Rugi daya terbesar pada pengujian dengan beban 50W namun secara persentasi efisiensi pengujian dengan beban 50W lebih unggul dibandingkan pengujian 30W hal tersebut dikarenakan tidak semua listrik masukan pada *inverter* dapat dikonversikan menjadi keluaran listrik AC. Nilai efisiensi dipengaruhi oleh suhu MOSFET, daya untuk sistem pendingin, daya untuk beban, desain dan kualitas komponen *inverter*.

C. Pembahasan

Penelitian ini menggunakan MOSFET IRFZ44N yang terdapat 8 MOSFET yang dikendalikan oleh IC CD4047 seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.1. *Inverter* yang dirancang memiliki sistem proteksi suhu berlebih yang menggunakan relay MY2N-J dan thermostat KSD9700, terdapat sistem proteksi arus berlebih menggunakan *miniature circuit breaker* (MCB) dan terdapat sistem pendingin

agar suhu *inverter* tetap dalam ambang yang aman sehingga mencegah *overheat* yang mengakibatkan menurunnya kinerja pada MOSFET. Pada sistem Pembangkit listrik tenaga surya mengandalkan baterai tanpa terhubung dengan PLN sehingga PLTS pada penelitian ini dapat disebut PLTS *off-grid* atau *stand alone photovoltaic*.

Inverter yang dirancang menghasilkan tegangan 229V dan frekuensi 50,3Hz. angka tersebut termasuk dalam standar Indonesia yaitu 220V dengan toleransi maksimal 10% dan untuk frekuensi sebesar 50Hz dengan toleransi maksimal 2%. Gelombang keluaran dari *inverter* yang dirancang berupa gelombang persegi yang cocok untuk peralatan di Indonesia namun tidak cocok untuk perangkat elektronik yang sensitive.

Kestabilan suhu pada MOSFET dipengaruhi oleh keakuratan sensor suhu yang digunakan, dengan membandingkan suhu pada thermostat terhadap suhu pada MOSFET yang bermanfaat untuk meningkatkan daya tahan MOSFET IRFZ44N. Pengujian bertujuan untuk melihat keakuratan sensor dalam sistem *inverter* dengan hasil rata-rata galat pada pengujian adalah 0,192%. Pengujian ini dilakukan selama 60 menit dengan beban 50Watt dengan hasil tidak ada perubahan pada suhu MOSFET. Dapat disimpulkan bahwa suhu pada MOSFET stabil pada 31,2°C selama 60 menit.

Saat suhu mencapai $\geq 90^{\circ}\text{C}$ thermostat akan memutuskan listrik pada beban agar kinerja MOSFET tidak menurun. Pengujian thermostat terhadap respon kipas dan relay saat operating temperature terdapat selisih dari nilai target sebesar 1°C

dan saat reset temperature terdapat selisih sebesar 4°C . Nilai tersebut masih dalam nilai toleransi jika dibandingkan spesifikasi thermostat pada Gambar 2.2 dengan toleransi saat operating temperature adalah $\pm 5^{\circ}\text{C}$ dan saat reset temperature adalah $\pm 15^{\circ}\text{C}$.

Pada proses pengujian *inverter* dilakukan pengujian tegangan, arus dan efisiensi dengan beban 30W dan 50W selama 60 menit untuk menguji efisiensi dan daya tahan MOSFET IRFZ44N yang digunakan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai rata-rata pada beban 30W adalah 77,306% dan pada beban 50W adalah 79,938% hasil tersebut menunjukkan bahwa *inverter* yang dirancang lebih stabil pada beban 50W hal tersebut dikarenakan suhu yang tetap stabil namun sistem pendingin juga menghabiskan 4,8W seperti pada beban 30W.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan *inverter* yang dirancang menggunakan baterai 12V, MOSFET IRFZ44N dan IC CD4047 memiliki tegangan berkisar 229V dan Frekuensi 50,3Hz dengan efisiensi pada beban 30W adalah 77,27% dan 50W adalah 79,91% yang sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Slamet Nurhadi dengan judul “Kinerja *Inverter* 500W untuk PLTS Skala Kecil” menggunakan baterai 12V, IC IR2110 yang nilai frekuensinya hampir serupa yaitu dengan frekuensi 50,10Hz dan efisiensi pada beban 60W adalah 62% dan pada 100W adalah 75%. Namun terdapat perbedaan pada sistem pendingin *inverter* yang peneliti rancang menggunakan kipas pendingin *highspeed* dan *heatsink*, pada penelitian yang dilakukan oleh Slamet Nurhadi tidak memiliki sistem pendingin sama sekali.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

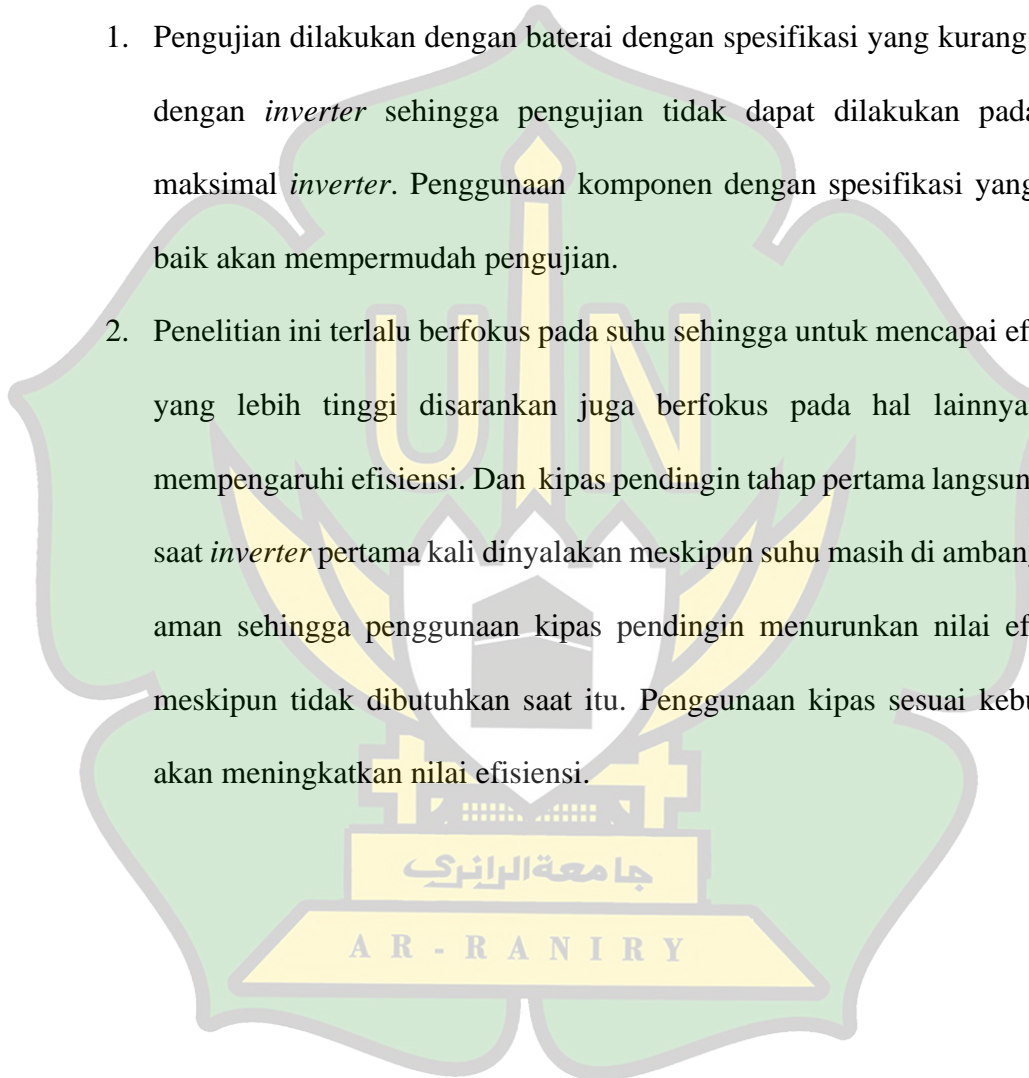
Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. *Inverter* yang dirancang menggunakan MOSFET IRFZ44N pada *switching* dan IC CD4047 pada osilator berfungsi dengan baik dengan frekuensi 50,3Hz dan tegangan 229V yang termasuk pada standar operasional indonesia namun terjadi *drop voltage* saat beban dinaikkan yang diakibatkan dari spesifikasi baterai yang terbatas. Terdapat kipas pendingin, thermostat dan relay sebagai sistem pendingin. *Inverter* yang dirancang dapat mengubah tegangan DC menjadi AC dengan bentuk gelombang keluaran pada *inverter* berjenis gelombang persegi.
2. Hasil perancangan *inverter* menunjukkan suhu pada MOSFET stabil pada 31,2°C selama 60 menit. Suhu yang stabil mengakibatkan nilai efisiensi juga stabil pada beban 30W dengan nilai efisiensi mendekati stabil yaitu 77,27% - 77,33%, dan pada 50W dengan nilai 79,91% – 79,98% selama 60 menit. Nilai efisiensi dipengaruhi oleh keakuratan pada alat pengukur, kualitas komponen *inverter*, kualitas baterai, nilai frekuensi saklar, kondisi lingkungan dan suhu. Memiliki sensor suhu yang tingkat akurasinya tinggi dengan nilai rata-rata galat 0,192% yang diuji selama 60 menit dan berfungsi sebagaimana semestinya terhadap relay dan kipas pendingin sehingga dapat mempengaruhi daya tahan MOSFET.

B. Saran

Untuk meningkatkan kinerja di masa mendatang beberapa hal yang dapat disarankan adalah sebagai berikut:

1. Pengujian dilakukan dengan baterai dengan spesifikasi yang kurang cocok dengan *inverter* sehingga pengujian tidak dapat dilakukan pada arus maksimal *inverter*. Penggunaan komponen dengan spesifikasi yang lebih baik akan mempermudah pengujian.
2. Penelitian ini terlalu berfokus pada suhu sehingga untuk mencapai efisiensi yang lebih tinggi disarankan juga berfokus pada hal lainnya yang mempengaruhi efisiensi. Dan kipas pendingin tahap pertama langsung aktif saat *inverter* pertama kali dinyalakan meskipun suhu masih di ambang yang aman sehingga penggunaan kipas pendingin menurunkan nilai efisiensi meskipun tidak dibutuhkan saat itu. Penggunaan kipas sesuai kebutuhan akan meningkatkan nilai efisiensi.



DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Archie W. Culp, \ *Prinsip Prinsip Konversi Energi*. (Jakarta: Erlangga,1996).
- F. Hidayat, Winardi B, dan Nugroho A, *Analisis Ekonomi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Departemen Teknik Elektro Universitas Diponegoro*, (ttp.:tnp.,2018).
- Suharyati, Pambudi, J. L. Wibowo, dan N. I. Pratiwi, *Outlook Energi Indonesia*. (ttp.:tnp.,2019).
- D. Dzulfikar, dan W. Broto, *Optimalisasi Pemanfaatan Energi Listrik Tenaga Surya* (ttp.: tnp., 2016).
- M. Abdul Karim, *Analisis penggunaan power inverter terhadap beban output peralatan elektronik rumah tangga*, (ttp.: tnp., 2021).
- Ganjar Febriani Pratiwi, Syaeful ilman, *Prototipe inverter 12vdc to 220vac 200 watt untuk menghidupkan beban (lampu atau kipas angin) saat terjadi pemadaman listrik PLN*, (Jakarta: Jurnal tera., 2022).
- Dimas Prakoso, DKK, *Desain Perancangan Inverter 1 fasa pada pompa submersible menggunakan sumber hybrid solar cell dan microhydro*, (Madiun.: ELKOM., 2022).
- R. Renaldy, *Analisis Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya off-grid untuk Rumah Tinggal di Kota Banjarbaru* (ttp.: tnp., 2021).
- T. H. Iyan, *Perencanaan pembangkit listrik tenaga surya sistem off-grid di desa bungku kecamatan bajubang kabupaten batanghari jambi* (ttp.: tnp., 2022)
- Erwin, *Pengenalan Plts*, (Jakarta: Pusat Pendidikan Dan Pelatihan, t.t.).
- S. Sudjana, *metode penelitian kuantitatif*, (ttp.: Tarsito, 2009).
- Antonius managam, *rancang bangun switch control thermostat*, (Medan: al ulum LPPM, 2023).
- Ardiyanto. T, *Rancang Bangun Sistem Pengendali Suhu Otomatis Menggunakan Arduino Uno* (ttp, Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi, 2022)

- T. Handoko, *inverter: teori, pemasangan dan aplikasi*, (Jakarta: PT.Elex media komputindo, 2019).
- Ricky Ronaldo Limbong, (2019), *Konverter Dc Ke Dc Pada Sistem Penyedia Daya Tenaga Surya*, (ttp.:tnp.,2019).
- Dickson kho, *Rancang Bangun DC 12 Volt ke DC 380 Volt Sebagai Power Supply* (ttp, tnp, 2020)
- Earl Babbie, *Social Research Methods*, (Boston: Cengage Learning, 2016).
- Prasetyo. A, *Penerapan Relay pada Sistem Otomatis Listrik* (Depok: Universitas Indonesia, 2021)
- Putra. R, *Desain Trafo Step-Up pada Sistem Inverter untuk Rumah Tangga* (Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada, 2022)
- Hartanto. B, *Pemanfaatan MCB dalam Sistem Proteksi Listrik Rumah Tangga* (Surabaya: Universitas Negeri Surabaya, 2023)
- Iskandar. R, *Sistem Penyimpanan Energi Listrik* (Bandung: ITB Press, 2017)
- Wahyudi. A, *Sistem Tenaga Surya di Indonesia* (Yogyakarta: Penerbit Andi, 2020)
- A. Setiawan, *sistem energi listrik terbarukan* (Jakarta: erlangga, 2019)
- H. Sutrisno, *Teknologi Inverter dan Aplikasinya* (Bandung: ITB Press, 2018)
- R. Budi, *Sistem Proteksi dan Kontrol pada Inverter* (Yogyakarta: Andi, 2021)
- Mahardika, *Teknologi Inverter dan Aplikasinya pada Sistem Energi Terbarukan* (Malang: Universitas Brawijaya, 2021)

LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Kegiatan Penelitian



1. Dokumentasi Perancangan Alat

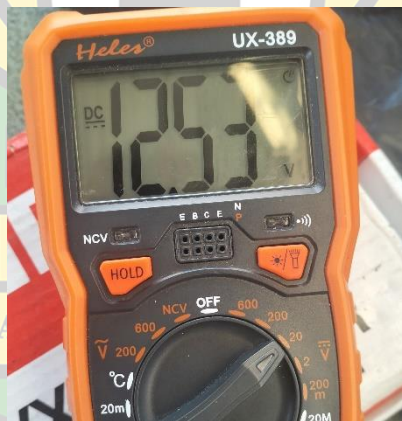


2. Dokumentasi Pengujian Alat

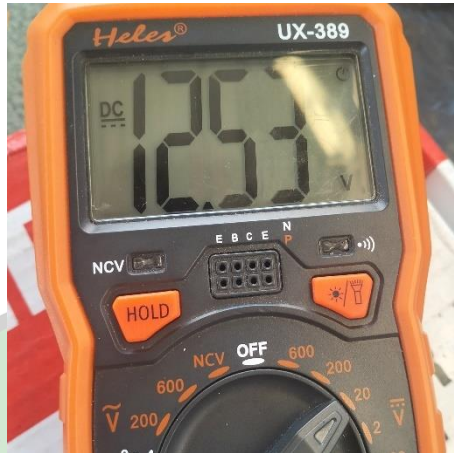


3. Dokumentasi Pengukuran Alat

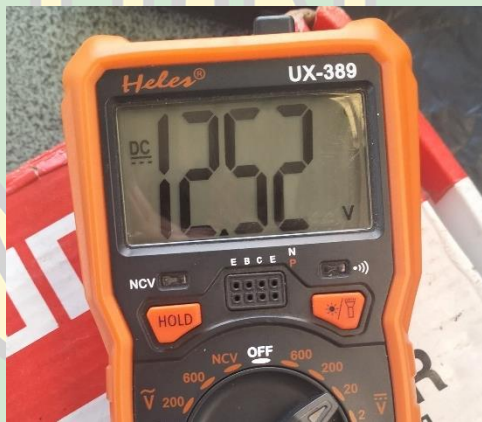
Lampiran 2. Dokumentasi Hasil Pengujian Tegangan Masukan pada Beban 30W



1. Tegangan masukan pada menit ke-0



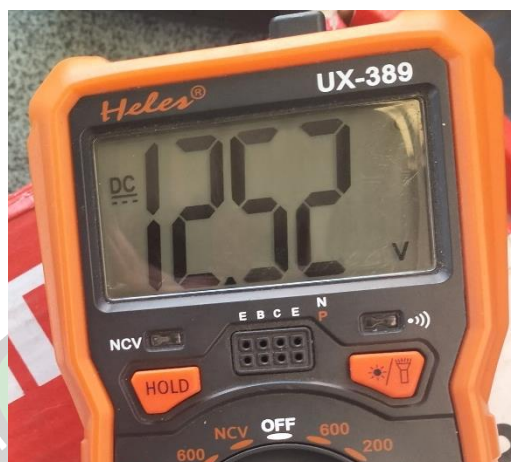
2. Tegangan masukan pada menit ke-15



3. Tegangan masukan pada menit ke-30



4. Tegangan masukan pada menit ke-45



5. Tegangan masukan pada menit ke-60

Lampiran 2. Dokumentasi Hasil Pengujian Arus Masukan pada Beban 30W



1. Tegangan masukan pada menit ke-0



2. Tegangan masukan pada menit ke-15



3. Tegangan masukan pada menit ke-30



4. Tegangan masukan pada menit ke-45



5. Tegangan masukan pada menit ke-60





**KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS TARBİYAH DAN KEGURUAN UIN AR-RANIRY BANDA ACEH
NOMOR: B-5344/UN-06T-DK/FP.07.808/2024**

**TENTANG:
PENGANGKATAN PEMBIMBING SKRIPSI MAHASISWA
DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA**

DEKAN FAKULTAS TARBİYAH DAN KEGURUAN UIN AR-RANIRY BANDA ACEH

- Mengingat**
- a. bahwa untuk kelancaran pembimbingan skripsi mahasiswa pada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh maka diperlukan perlu menunjuk pembimbing skripsi;
 - b. bahwa yang namanya tersebut dalam Surat Keputusan ini dianggap sah dan mengikat untuk dipergunakan dalam jabatan sebagai pembimbing skripsi mahasiswa;
 - c. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a dan huruf b, perlu menetapkan Keputusan Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

- Mengingat**
- 1. Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional
 - 2. Undang-Undang Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen
 - 3. Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi
 - 4. Peraturan Presiden Nomor 74 Tahun 2012 tentang perubahan atas peraturan pemerintah RI Nomor 23 Tahun 2005 tentang pengelolaan keuangan Badan Layanan Umum
 - 5. Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2014 tentang penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi
 - 6. Peraturan Presiden Nomor 64 Tahun 2011 tentang perubahan Institut Agama Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh menjadi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
 - 7. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 44 Tahun 2022, tentang Organisasi dan Tata Kerja UIN Ar-Raniry Banda Aceh
 - 8. Peraturan Menteri Agama Nomor 14 Tahun 2022, tentang Status UIN Ar-Raniry Banda Aceh
 - 9. Keputusan Menteri Agama Nomor 492 Tahun 2023, tentang Peningkatan Wewenang Pengangkatan, Pemindahan dan Pemberhentian PNS di Lingkungan Departemen
 - 10. Keputusan Menteri Keuangan Nomor 383/Kem/02/2011, tentang peraturan UIN Ar-Raniry Banda Aceh pada Kementerian Agama sebagai instansi Pemerintah yang melaksanakan Pengelolaan Badan Layanan Umum
 - 11. Surat Keputusan Rektor UIN Ar-Raniry Banda Aceh Nomor 01 Tahun 2015, tentang Peningkatan Wewenang Kepala Dewan dan Direktur Penerimaan di Lingkungan UIN Ar-Raniry Banda Aceh

MEMUTUSKAN

- Mengatakan** : Keputusan Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh tentang Pembimbing Skripsi Mahasiswa.
- KE-SATU** : Menetapkan Saudara :
Muhammad Rizal Fachri, MT
Untuk membimbing Skripsi
Nama : M. Rahan Hamzah
NIM : 200211067
Program Studi : Pendidikan Teknik Listrik
Jurnal Skripsi : Peningkatan Invenstasi Pambangkit Listrik Tenaga Surya Menggunakan Model Li-Ion BZ44N
- KEDUA** : Kepada pembimbing yang tercantum namanya diatas diberikan honorarium sesuai dengan peraturan pemerintah-undangan yang berlaku
- KETIGA** : Pembayaran biaya keputusan ini dibebankan pada DIPA UIN Ar-Raniry Banda Aceh Nomor SP DIPA.025.04.2.423825/2024 Tanggal 24 November 2023.
- KEEMPAT** : Surat Keputusan ini berlaku selama enam bulan sejak tanggal ditetapkan.
- KELIMA** : Surat Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan dengan ketentuan bahwa seandainya akan diubah dan dapat dikembalikan sebagaimana mestinya apabila surat ini belum terdapat keabsahan dalam Surat Keputusan ini


Disahkan

- 1. Kepala Biro Hukum, Administrasi dan Hubungan Masyarakat
- 2. Wakil Dekan Bidang Akademik dan Pengajaran
- 3. Wakil Dekan Bidang Pengembangan dan Kerjasama
- 4. Kepala Bidang Akademik dan Pengajaran
- 5. Kepala Bidang Pengembangan dan Kerjasama
- 6. Kepala Bidang Administrasi dan Hubungan Masyarakat
- 7. Kepala Bidang Keuangan dan Pengelolaan Keuangan
- 8. Kepala Bidang Sarana dan Prasarana
- 9. Kepala Bidang Perpustakaan dan Informasi
- 10. Kepala Bidang Penelitian dan Pengabdian Masyarakat
- 11. Kepala Bidang Kerjasama dan Hubungan Masyarakat
- 12. Kepala Bidang Pengembangan dan Kerjasama
- 13. Kepala Bidang Administrasi dan Hubungan Masyarakat
- 14. Kepala Bidang Pengembangan dan Kerjasama
- 15. Kepala Bidang Administrasi dan Hubungan Masyarakat
- 16. Kepala Bidang Pengembangan dan Kerjasama
- 17. Kepala Bidang Administrasi dan Hubungan Masyarakat
- 18. Kepala Bidang Pengembangan dan Kerjasama
- 19. Kepala Bidang Administrasi dan Hubungan Masyarakat
- 20. Kepala Bidang Pengembangan dan Kerjasama

Disiapkan di : Banda Aceh
Pada tanggal : 07 Agustus 2024
Dekannya





Lampiran 2. Lembar Bimbingan

**Buku Kegiatan Bimbingan Penelitian dan Penulisan Skripsi
Program Strata Satu (S1) Prodi Pendidikan Teknik Elektro
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry**

Nama : M. Rehan Ramadhan

NIM : 200211057

Email / No. HP : 200211057@student-ar-raniry.ac.id /
085156060607

Pembimbing I : Muhammad Rizal Fachri, S.T., M.T.

Pembimbing II : _____

Judul Skripsi :
Perancangan Inverter Pembangkit Listrik Tenaga Surya
Menggunakan MOSFET IRFZ44N.

Buku kegiatan bimbingan penelitian dan penulisan skripsi

Pembimbing I

Nama Pembimbing


Mukhammad Rizal Fakhri, S.T., M.T.

NO	Waktu		Tahap Kegiatan Bimbingan	Paraf Pembimbing
	Tanggal	Pukul		
1	18 September 2024	11:00	• Cek gelombang menggunakan osiloskop, dan sesuaikan frekuensi.	MF
2	26 September 2024	11:00	• Menambahkan gambar dan deskripsi Inverter bab 2 • Menyusun bab dan sub bab yang sesuai.	MF
3	1 Oktober 2024	11:00	• Menghadus Reabilitas Instansi	MF
4	3 Oktober 2024	11:15	• Menyesuaikan alat dan bahan pada Inverter karena Inverter yang sebelumnya rusak.	MF
5	17 Oktober 2024	11:30	• Mengganti baterai karena drop Voltage	MF
6	21 Oktober 2024	16:00	• Mengecek komponen karena kipas tahap ke-3 tidak berfungsi dengan baik	MF
7	23 Oktober 2024	11:00	• Ular arus yang dikonsumsi kipas dan penjelasan pengaruh terhadap efisiensi.	MF
8	24 Oktober 2024	11:00	• Berikan penjelasan cara melakukan pengujian sebelum diperlihatkan hasil pengujian.	MF

Buku kegiatan bimbingan penelitian dan penulisan skripsi

9	28 oktober 2024	11:00	<ul style="list-style-type: none"> • Memberikan penjelasan alasan terjadinya drop voltage 	MH
10	29 oktober 2024	11:00	<ul style="list-style-type: none"> • Mengurangi daya pada beban saat pengujian. • Sesuaikan tab perubahan tabir dengan tab 3 dan 2. 	MH
11	30 oktober 2024	11:00	<ul style="list-style-type: none"> • berikan alasan terhadap nilai efisiensi • berikan kalimat pembuka pada kesimpulan dan saran. 	MH
12	4 november 2024	16:00	<ul style="list-style-type: none"> • Sesuaikan daftar isi, daftar gambar, dan daftar tabel. 	MH
13				
14				
15				
16				

ACC PEMBIMBING I
UNTUK MENGIKUTI
SIDANG


M. Pratiwi Fachri, MT

Program Studi Pendidikan Teknik Elektro

Riwayat Hidup



M. Rehan Ramadhan, lahir di Aceh Besar pada tanggal 26 November 2001. Anak ketiga dari tiga saudara, buah pasangan dari ayahanda Azizi dan ibunda Zuhrawati. Penulis pertama kali menempuh Pendidikan saat usia 6 tahun di TK asyiah Banda Aceh pada tahun 2007 sampai tahun 2008. Kemudian melanjutkan di SD Negeri 1 Banda Aceh dari tahun 2008 sampai tahun 2014. Pada tahun 2014 penulis melanjutkan Pendidikan di SMP Negeri 17 Banda Aceh dan selesai pada tahun 2017, dan pada tahun yang sama penulis Kembali melanjutkan Pendidikan di SMA Negeri 1 Banda Aceh dan selesai pada tahun 2020. Pada tahun 2020 terdaftar di Prodi Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

