TUGAS AKHIR

ANALISIS FAKTOR DAYA PADA BERBAGAI LAMPU DENGAN MENGGUNAKAN INVERTER

Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-Tugas dan Sebagai Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T) Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara

Oleh

M. GHAZI AL MUFARID
NPM 1407220040

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

MEDAN

2018

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

ANALISIS FAKTOR DAYA PADA BERBAGAI LAMPU DENGAN MENGGUNAKAN INVERTER

Diajukan Guna Melengkapi Tugas –tugas dan Sebagai Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T) Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Telah Diuji dan Disidangkan Pada Tanggal :
15 Oktober 2018

Oleh :
M. GHAZI AL MUFARID
1407220040

Pembimbing I	**Pembimbing II**
(Noorly Evalina S.T M.T)	**(Dr. Muhammad Fitra Zambak ST M.Sc)**
Penguji I	**Penguji II**
(Elvy Sahnur Nst, S.T, M.Pd)	**(Ir. Zulfikar, M.T)**

Diketahui dan Disahkan
Ketua Jurusan Teknik Elektro

(Faisal Irsan Pasaribu ST. MT)

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap	: M. Ghazi Al Mufarid
NPM	: 1407220040
Tempat / Tgl Lahir	: Medan / 07 September 1996
Fakultas	: Teknik
Program Studi	: Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan tugas akhir (skripsi) saya ini yang berjudul :

" ANALISIS FAKTOR DAYA PADA BERBAGAI LAMPU DENGAN MENGGUNAKAN INVERTER "

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena berhubungan material maupun non material, ataupun segala kemungkinan lain yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis tugas akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia di proses oleh tim fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas Akademik di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 15 Oktober 2018
Saya yang menyatakan

METERAI TEMPEL
6000
ENAM RIBU RUPIAH

M. GHAZI AL MUFARID
1407220040

KATA PENGANTAR

بِسْمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحْمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya, maka skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Salam dan salawat semoga selalu tercurah pada baginda Rasulullah Muhammad SAW. Sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul berjudul **"ANALISIS FAKTOR DAYA PADA BERBAGAI LAMPU DENGAN MENGGUNAKAN INVERTER"**. Adapun maksud dan tujuan dari penulisan skripsi ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan program sarjana Strata Satu di Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara.

Penulisan mengucapkan rasa terimah kasih yang sebesar-besarnya atas semua bantuan yang telah di berikan, baik secara langsung maupun tidak langsung selama penyusunan tugas akhir ini hingga selesai. Secara khusus rasa terima kasih tersebut saya sampaikan kepada:

1. Ibunda tersayang Roswita, Ayahanda tercinta Drs. Jamin Jaya Putra Orang tua penulis telah banyak membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini baik motivasi, nasihat, materi maupun do'a.
2. Bapak Dr. Agussani MAP selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Munawar Alfansury siregar, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiya Sumatera Utara.
4. Bapak Faisal Irsan Pasaribu S.T., M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro

Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

5. Bapak Partaonan Harahap S.T., M.T selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiya Sumatera Utara.
6. Ibu Noorly Evalina, S.T., M.T , selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan dorongan dalam penyusunan tugas akhir ini.
7. Bapak Dr. Muhammad Fitra Jambak, M.sc, selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan dorongan dalam penyusunan tugas akhir ini.
8. Sahabat A1 Pagi yang tidak bisa saya sebutkan namanya satu-persatu, semua teman-teman saya yang telah banyak bemberikan saya semagat, dukungan, motivasi dan do'a.

Penulis menyadari adanya kemungkinan terjadi kekeliruan ataupun kelebihan dan kekurangan kesalahan-kesalahan di dalam penyusunan tugas akhir ini, mungkin masih banyak kekurangannya. Oleh sebab itu saya mengharapkan kritik dan saran. Semoga tugas akhir ini dapat membawa manfaat yang sebesar- besarnya bagi penulis sendiri maupun bagi dunia pendidikan pada umumnya, khususnya untuk Fakultas Teknik Elektro. Terimah kasih atas segala perhatiannya penulis mengucapkan terimah kasih. Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Medan, 19 September 2018
Penulis,

M. Ghazi Al Mufarid

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR ..... **i**
DAFTAR ISI ..... **vi**
DAFTAR GAMBAR ..... **viii**
DAFTAR TABEL ..... **x**
DAFTAR GRAFIK ..... **xi**
ABSTRAK ..... **xii**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat Penulisan 3
1.5 Batasan Masalah 3
1.6 Sistematika Penulisan 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **5**
2.1 Tinjauan Pustaka Relevan 5
2.2 Arus Listrik 9
2.2.1 Listrik AC 12
2.2.2 Listrik DC 12
2.3 Inverter 13
2.3.1 Prinsip Kerja Inverter 15
2.3.2 *Full Bridg*e Inverter 16
2.3.3 *Half Bridge* Inverter 17
2.3.4 *Push Pull* Inverter 19
2.3.5 Inverter Yang Akan Digunakan 20
2.4 Komponen - Komponen Inverter 20
2.4.1 Kapasitor 20
2.4.2 Resistor 22
2.4.3 Dioda 24
2.4.4 Mosfet 25
2.4.5 LED Indikator 26
2.4.6 IC 27

2.4.7 Transformator 28
2.4.8 Saklar (*Switch*) 30
2.4.9 Sekering/*Fuse* 30
2.5 Lampu 31
2.5.1 Lampu Pijar 32
2.5.2 Lampu LHE 32
2.5.3 Lampu LED 34
2.6 Baterai 35
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 37
3.1 Tempat Penelitian 37
3.2 Alat dan Bahan Penelitian 37
3.3 Alat Penelitian 37
3.3.1 Bahan Penelitian 38
3.4 Variabel Penelitian 39
3.5 Prosedur Penelitian 40
3.6 Rangkain Skematik Inverter 41
3.7 Diagram Alir Penelitian (*Flowchart*) 43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 46
4.1 Perancangan Modul Uji Inverter 46
4.1.1 Desain Rangka 46
4.1.2 Pembentukan Akrilik 46
4.1.3 Perancangan Penetapan Komponen 47
4.2 Analisa Daya Keluaran, Faktor Daya, dan Efisiensi Inverter 47
4.2.1 Analisa Hasil Pengujian Menggunakan Alat Ukur 47
4.2.2 Analisa Hasil Pengujian Menggunakan Osiloskop 75
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 79
5.1 Kesimpulan 79
5.2.Saran 79
DAFTAR PUSTAKA 81
LAMPIRAN 84

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Aliran arus listrik. 9

Gambar 2.2 Rangkaian DC 13

Gambar 2.3 Prinsip Kerja Inverter. 15

Gambar 2.4 Rangkaian Inverter Full Bridge 16

Gambar 2.5 Prinsip Kerja Inverter Full Bridge 17

Gambar 2.6 Half Bridge Inverter 18

Gambar 2.7 Prinsip Kerja Inverter Push Pull 19

Gambar 2.8 Modified Sine Wave. 20

Gambar 2.9 Proses yang terjadi dalam kapasitor saat diberikan beda potensial... 21

Gambar 2.10 Resistor. 22

Gambar 2.11 Dioda. 24

Gambar 2.12 Gambar P dan N Channel Mosfet. 25

Gambar 2.13 LED Indikator 26

Gambar 2.14 Gambar dan Simbol IC (Integrated Circuit). 27

Gambar 2.15 Bentuk Dan Simbol Trafo. 29

Gambar 2.16 Gambar dan Simbol Saklar (Switch) 30

Gambar 2.17 Konversi Tenaga Listrik Menjadi Fluks Cahaya 31

Gambar 2.18 Lampu Pijar. 32

Gambar 2 19 Lampu LHE. 33

Gambar 2.20 Lampu LED. 34

Gambar 2.21 Komposisi Baterai. 35

Gambar 2.22 Baterai. 36

Gambar 3.1 Rangkaian Skematik Inverter 41

Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian. 43

Gambar 4.1 Blok Diagram Modul Uji Inverter..... 47

Gambar 4.2 Grafik Osiloskop Tanpa Beban 75

Gambar 4.3 Grafik Osiloskop Lampu LHE 76

Gambar 4.4 Grafik Osiloskop Lampu LED 77

Gambar 4.5 Osiloskop Beban Lampu Pijar..... 78

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai Warna Gelang Resistor. 23

Tabel 4.1 Data Pengujian Inverter dengan Beban Lampu LHE..... 48

Tabel 4.2 Data Pengujian Inverter dengan Beban Lampu LED..... 48

Tabel 4.3 Data Pengujian Inverter dengan Beban Lampu Pijar..... 48

Tabel 4.4 Data Pengujian Tegangan Listrik PLN Dengan Beban Lampu LHE ... 49

Tabel 4.5 Data Pengujian Tegangan Listrik PLN Dengan Beban Lampu LED ... 49

Tabel 4.6 Data Pengujian Tegangan Listrik PLN Dengan Beban Lampu Pijar.... 49

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4. 1 Perbandingan Beban Lampu LHE Terhadap Daya Semu, Daya Aktif, dan Daya Reaktif Beban dengan Inverter 62

Grafik 4. 2 Perbandingan Beban Lampu LED Terhadap Daya Semu, Daya Aktif, dan Daya Reaktif Beban dengan inverter..... 62

Grafik 4. 3 Perbandingan Beban Lampu Pijar Terhadap Daya Semu, Daya Aktif, dan Daya Reaktif Beban dengan inverter..... 63

Grafik 4. 4 Perbandingan Beban Lampu LHE Terhadap Daya Semu, Daya Aktif, dan Daya Reaktif Beban dengan Tegangan PLN..... 72

Grafik 4. 5 Perbandingan Beban Lampu LED Terhadap Daya Semu, Daya Aktif, dan Daya Reaktif Beban dengan Tegangan PLN..... 72

Grafik 4. 6 Perbandingan Beban Lampu Pijar Terhadap Daya Semu, Daya Aktif, dan Daya Reaktif Beban dengan Tegangan PLN..... 73

Grafik 4. 7 Perbandingan Beban Lampu LHE Terhadap Cos phi Pembebanan dengan Menggunakan inverter dan Tanpa Inverter 73

Grafik 4. 8 Perbandingan Beban Lampu LED Terhadap Cos phi Pembebanan dengan Menggunakan inverter dan Tanpa Inverter 74

Grafik 4. 9 Perbandingan Beban Lampu Pijar Terhadap Cos phi Pembebanan dengan Menggunakan inverter dan Tanpa Inverter 74

ABSTRAK

Semakin meningkatnya penggunaan energi listrik menyebabkan tarif dasar listrik juga ikut naik, hal ini menjadi salah satu masalah yang dihadapi oleh golongan rumah tangga, untuk mengatasi masalah ini salah satu cara adalah dengan menggunakan inverter karna sangat berguna untuk penghematan enrgi listrik. Inverter listrik adalah konverter daya listrik yang mengubah arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC). Sehingga peralatan listirk yang menggunakan arus bolak-balik (AC) bisa menggunakan arus DC sebagai sumber energi. Pada penelitian ini penulis menggunakan inverter Modified sine wave 500 watt sebagai alat untuk mengubah arus DC ke AC untuk menganalisa lampu rumah tangga. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang modul uji inverter untuk menganalisis factor daya beban listrik seperti bola lampu pada rumah tangga dan menganalisis daya masuk dan keluar serta gelombang yang dihasilkan oleh inverter. Hasil pengujian dari inverter 500 watt ini menghasilkan keluaran gelombang sinus modifikasi dari sumber DC berupa baterai sepeda motor 12 VDC 5Ah yang menghasilkan tegangan keluaran 220 VAC, dengan menggunakan inverter cos phi pada lampu LHE diperoleh nilai 0,67 s/d 0,74 sedangkan tanpa menggunakan inverter 0,68 s/d 0,66 pada lampu LED dengan inverter diperoleh 0,80 s/d 0,86 tanpa inverter nilainya 0,52 s/d 0,55 tetapi pada lampu pijar cos phi yang di dapat dengan memakai inverter atau tanpa inverter tetap menghasilkan nilai cos phi 0,99.

Kata Kunci : *Inverter, modified sine wave, Faktor Daya (cos φ),*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di masa modern yang semakin canggih ini konsumsi penggunaan listrik yang sangat besar, tenaga listrik merupakan kebutuhan yang sangat vital dalam kehidupan manusia sehari-hari baik untuk kepentingan pribadi maupun dalam kehidupan bermasyarakat, selain itu tenaga listrik juga sangat dibutuhkan untuk peralatan rumah tangga maupun industri kecil. Namun karena jumlah energi listrik yang disediakan terbatas dan penggunaan kebutuhan yang sangat berlebih, selain itu juga dikarenakan PT. PLN sebagai penyedia energi listrik sangat bergantung pada bahan bakar minyak, maka tidak heran jika harga energi listrik tersebut semakin melambung tinggi. Hal tersebut memaksa masyarakat untuk menghemat penggunaan listrik sehari-hari dan menemukan beberapa penelitian dalam merubah perangkat elektrik untuk perubahan tegangan dan arus listrik[1].

Inverter listrik adalah konverter daya listrik yang mengubah arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC). Tegangan masukan, tegangan keluaran, dan frekuensi tergantung pada desain yang dirancang pada saat mengembangkan alat ini. Dalam dunia kelistrikan inventer memang sangat populer digunakan dalam berbagai keperluan. Sumber tegangan masukan inverter dapat berasal dari battery, tenaga surya, atau sumber tegangan DC yang lain. Dalam proses konversi tegangan DC menjadi tegangan AC inverter membutuhkan suatu penaik tegangan berupa *step up transformer*[2].

Penggunaan inverter sebagai peralatan elektronika daya sangat luas. Inverter konvensional yang paling sederhana mempunyai output berupa gelombang kotak,

dan yang sedikit lebih kompleks menggunakan teknik SPWM (*Sinusoidal Pulse Wide Modulation*) sebagai kontrol *switching* komponen semikonduktor (MOSFET). Inverter konvensional gelombang kotak maupun SPWM hanya mempunyai tiga level tegangan yaitu; +Vdc, -Vdc, dan nol[3].

Salah satu jenis konverter daya yang banyak digunakan adalah inverter. Selanjutnya, dengan berbagai tuntutan kebutuhan, inverter berkembang menjadi berbagi jenis diman salah satu variannya adalah inverter multilevel. Inverter multilevel adalah konverter dc-ac dimana bentuk keluaran tegangan lebih dari dua tingkat (tiga tingkat, lima tingkat, tujuh tingkat dan seterusnya). Banyaknya tingkat keluaran sebuah inverter multilevel diatur dengan rangkaian kendali (*switch*) dan rangkaian switching, semakin banyak tingkat tegangan maka keluaran akan mendekati gelombang sinusoidal, dan. kualitas daya yang dihasilkan lebih baik[4].

Inverter saat ini tidak lagi sulit untuk diperoleh. Namun demikian, inverter tersebut masih memiliki kekurangan baik dari harga maupun daya keluaran serta kualitas dari inverter itu sendiri. Isu-isu menarik dalam mendesain inverter adalah efisiensi, faktor daya dan harmonisa. Penelitian ini mengkaji dua isu tersebut, yaitu isu faktor daya dan harmonisa yang dapat mengurangi kesempurnaan bentuk sinusoidal dari keluaran tegangan maupun arus inverter[5].

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah diungkapkan tersebut diperoleh beberapa permasalahan, diantaranya sebagai berikut :

1. Bagaimanakah perancangan modul uji inverter dengan *input* tegangan DC 12V agar dapat langsung digunakan untuk menghidupkan lampu.

2. Bagaimana hasil analisis faktor daya pada inverter jika beban lampu di ubah-ubah.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Merancang sebuah modul uji inverter dengan *input* tegangan DC 12V agar dapat langsung digunakan untuk menghidupkan lampu.
2. Menganalisis faktor daya pada inverter jika beban lampu di ubah-ubah.

1.4 Manfaat Penulisan

Adapun manfaat yang dapat diambil dari penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Sekarang maupun yang akan datang penulisan laporan penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya tentang merencanakan kebutuhan daya listrik pada sebuah pabrik yang handal, efisien, aman dan nyaman.
2. Penulis berharap semoga dapat membantu dalam pengembangan dan dibidang kelistrikan khususnya merencanakan kebutuhan daya energi listrik pada pabrik-pabrik, gedung perkantoran, rumah sakit dan lain sebagainya.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Membuat sebuah alat modul uji inverter dengan *input* tegangan DC 12V yang dapat digunakan langsung untuk menghidupkan lampu.
2. Digunakan pada tiga beban lampu yaitu lampu LHE, LED, Pijar dengan daya dibawah 80 watt.
3. Menggunakan inverter dengan kapasitas daya 500 watt.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini disusun secara sistematis dengan urutan sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN

   Menjelaskan tugas akhir secara umum, berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, pembatasan masalah, manfaat penelitian, hiptesisdan sistematika penulisan.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

   Pada bab ini menjelaskan secara umum tentang teori dasar yang berhubungan dengan peralatan yang akan dibuat, serta hal-hal yang berhubungan dengan aplikasi alat.

3. BAB III METODE PENELITIAN

   Berisi tentang langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian, diantaranya waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, komponen dan perangkat penelitian, prosedur kerja dan perancangan serta metode penelitian.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

   Bagian yang berisi tentang hasil dari pengujian dan menganalisis kerja alat.

5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

   Berisi tentang satu kesimpulan yang diperoleh dari pembuatan dan pengujian, serta saran-saran untuk pegembangan penelitian lebih lanjut.

   DAFTAR PUSTAKA

   LAMPIRAN

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka Relevan

Berikut ini beberapa penelitian yang dilakukan dari peneliti terdahulu untuk mendukung penelitian tugas akhir dalam Analisa Faktor Daya Pada Berbagai Lampu Dengan Menggunakan Inverter, antara lain:

Rangkaian inverter adalah jenis konverter rangkaian elektronika daya. Fungsi rangkaian inverter adalah perubah tegangan dari DC ke AC. Dalam inverter konvensional, transformator di butuhkan untuk menaikkan tegangan mencapai nilai yang diperlukan. Namun, transformator memiliki beberapa kelemahan yaitu rugi tembaga, hysterisis, efek kulit dan arus *eddy*. Untuk mengatasi kekurangan transformator, penggunaan rangkaian LC beban paralel untuk mengganti fungsi transformator dan menaikkan tegangan. Untuk mewujudkan tujuan di atas maka dirancang catu daya inverter jembatan penuh frekuensi tinggi dengan rangkaian LC beban paralel. Inverter jembatan penuh frekuensi tinggi menggunakan MOSFET yang dikendalikan oleh IC TL494. Tegangan AC disearahkan menggunakan rangkaian penyearah jembatan penuh. Hasil penyearahan yaitu tegangan DC diubah menjadi tegangan AC frekuensi tinggi melalui inverter. Inverter akan menyuplai rangkaian pasif LC beban paralel. Semakin tinggi tegangan yang didapatkan pada keluaran inverter dikarenakan faktor penguatan rangkaian LC beban paralel. Rangkaian membutuhkan beban resistif murni untuk mengamati kenaikan tegangan. Hasil pengujian menunjukkan inverter jembatan penuh dioperasikan pada frekuensi resonansinya 35kHz, *duty cycle* 90% dengan tegangan masukan 35,35 Volt DC alat ini mampu menghasilkan tegangan keluaran 186,3 Volt AC. Lampu

LED yang dicatu dengan tegangan 186,3 Volt ini mampu menghasilkan intensitas penerangan 1969 Lux. Efisiensi inverter dengan rangkaian LC beban paralel 96,75%[6].

Dunia industri belakangan banyak menghadirkan perkembangan dalam berbagai bidang yang memudahkan kehidupan manusia salah satunya adalah alat-alat elektronika juga semakin beragam. Salah satu alat elektronika yang kita kenal adalah Inverter yang merupakan sebuah konverter listrik searah (DC) menjadi bolak-balik (AC). Dalam prakteknya konverter DC-AC terdapat banyak ragam, namun pada penelitian ini akan dilakukan analisa tentang konverter DC-AC half-bridge frekuensi tinggi resonan LC seri beban paralel yang berfungsi sebagai trafo step-up. Dalam perkembangannya inverter menggunakan piranti pensaklaran yang beragam, mulai dari JFET, MOSFET ,serta IGBT. pada Penelitian ini akan digunakan piranti pensaklaran MOSFET dan IGBT agar diketahui karakteristik keluaran masing – masing. Hasil dari penelitian yang didapat menunjukan Inverter setengah jembatan dengan IGBT memiliki efisiensi terbesarbernilai 33,601 % saat beroperasi pada frekuensi 13KHz. Sedangakan Inverter Setengah Jembatan dengan MOSFET memiliki efisiensi terbesar bernilai 63,920% saat beroperasi pada frekuensi resonan[7].

Inverter adalah perangkat yang mengambil input arus searah dan menghasilkan output arus bolak sinusoidal. untuk mempertahankan pasokan daya listrik secara terus-menerus ke peralatan atau beban yang terhubung dengan memasok daya dari sumber terpisah, seperti baterai, ketika aliran listrik tidak tersedia. Itu dimasukkan antara sumber daya dan beban melindungi. Dalam penelitian ini, desain, konstruksi dan evaluasi kinerja 1 kVA murni daya inverter

gelombang sinus disajikan. Metode yang diterapkan untuk desain adalah DC-DC converter dan topologi inverter DC-AC. Konverter DC-DC dalam desain memanfaatkan trafo frekuensi *switching* tinggi, memungkinkan pengurangan ukuran bagian-bagian dan untuk memenuhi kendala efisiensi, sedangkan rangkaian inverter DC-AC memanfaatkan mikroprosesor untuk menggerakkan secara digital transistor pada sisi inverter dari rangkaian. Proyek ini dipecah menjadi komponen yang lebih kecil dan diuji secara individual pada setiap tahap yang berbeda dari desain oleh osiloskop dan digital multi-meter untuk spesifikasi unik mereka. Setelah tes komponen, mereka dimasukkan untuk perakitan dan integrasi akhir. Hasil tes *oscilloscope* dan digital multi-meter menunjukkan bahwa konverter setengah-jembatan menghasilkan gelombang berbentuk gelombang persegi, sirkuit pengontrol modulasi lebar pulsa sinusoidal menghasilkan gelombang sinus yang dimodifikasi. Setelah penyaringan, inverter jembatan penuh memberikan gelombang sinus sinusoidal murni. Inverter ini berhasil mengkonversi 12 VDC menjadi 120 VAC pada frekuensi 50Hz dan daya output 1000W untuk peralatan laboratorium khusus[8].

Penggunakan inverter saat ini sangat banyak terutama di industri, kantor, maupun di perumahan. Bahkan dengan munculnya energi alternatif seperti solar sel, turbin angin, *fuel cell*, tidak lepas dari penggunaan inverter. Walaupun inverter kini banyak dipasaran namun keluaran yang dihasilkan masih banyak kelemahan, diantaranya bentuk gelombang yang tidak ideal dan adanya kandungan harmonisa yang justru akan merusak peralatan yang disuplainya. Inverter jenis *True Sine Wave* adalah jenis gelombang terbaik yang dapat dihasilkan oleh inverter saat ini. Gelombang yang dihasilkan sangat ideal bahkan mungkin lebih baik dari

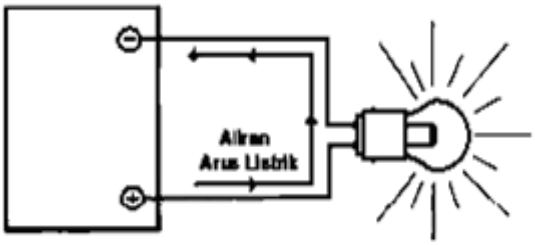
gelombang yang dihasilkan listrik untuk rumah. Untuk memperoleh hasil tersebut digunakan teknik penghilangan harmonisa yaitu membuat pola gelombang yang diprogram dan didukung dengan adanya komponen daya yang mempunyai kecepatan respon yang tinggi untuk pengaturan pada pembangkit sinyal kendali PWM. Berdasarkan pola gelombang tersebut dibuat program pembangkit sinyal kendali PWM yang dikendalikan oleh mikroprosesor, kemudian diterapkan pada inverter satu fasa jembatan penuh yang menggunakan komponen daya mosfet[9].

Dalam rangkaian elektronika daya kita tidak pernah lepas dari tranformator, baik untuk menaikkan tegangan maupun untuk menurunkan tegangan, tetapi tranformator memiliki beberapa kekurangan seperti kerugian tembaga, kerugian kopling, kerugian kapasitas liar, kerugian histerisis, kerugian efek kulit, kerugian arus *eddy*. Untuk mengatasi hal ini maka dalam penelitian ini akan diteliti penggunaan rangkaian pasif LC beban paralel sebagai pengganti fungsi tranformator, yakni sebagai penaik tegangan. Untuk merealisasikan tujuan diatas maka dirancang catu daya yang tersusun atas Inverter Jembatan Penuh dengan rangkaian pasif LC beban paralel. Inverter Jembatan Penuh frekuensi tinggi menggunakan MOSFET yang dikendalikan oleh rangkaian kontrol IC TL 494. Tegangan AC jala jala akan disearahkan melalui rangkaian penyearah gelombang penuh. Hasil penyearah berupa tegangan DC diubah menjadi tegangan AC frekuensi tinggi melalui inverter. Inverter inilah yang akan mensuplai rangkaian pasif LC beban paralel.Penguatan tegangan keluaran inverter terjadi pada rangkaian pasif LC beban paralel,sehingga pada komponen R yang menjadi beban dapat diukur terjadinya kenaikan tegangan keluaran yang signifikan dibandingkan tegangan masukan. Berdasarkan pengujian, rangkaian inverter jembatan penuh

rangkaian pasif LC beban paralel yang dapat menaikkan tegangan dari 12 Volt DC menjadi 372Volt AC dengan daya masukan 43,98 Watt dengan frekuensi operasi 20,4 kHz. Efisiensi rata-rata inverter adalah 86,2%[10].

2.2 Arus Listrik

Arus listrik adalah muatan listrik yang bergerak di dalam sambungan atau dalam komponen elektronika. Apabila tegangan listrik dihubungkan pada sebuah konduktor, maka elektron dari tiap-tiap atom tereksitasi dari orbitnya dan menjadi elektron bebas yang mampu berpindah ke orbit-orbit yang lain. Perpindahan elektron dapat disebut juga dengan aliran elektron. Elektron bergerak dari terminal negatif menuju terminal positif dari sumber listrik pada rangkaian listrik. Di dalam rangkaian listrik, baterai atau dinamo merupakan salah satu sumber tenaga listrik yang mendorong elektron-elektron mengalir dalam jumlah tertentu. Seperti pada Gambar 2.1, apabila sebuah baterai dihubungkan pada sebuah lampu dengan menggunakan kabel tembaga, maka lampu tersebut akan menyala. Hal ini disebabkan karena perpindahan elektron (muatan) dari terminal baterai menuju lampu kemudian kembali lagi melalui kabel sehingga bola lampu menyala karena adanya aliran arus listrik[11].



Gambar 2.1 Aliran arus listrik[11].

Energi listrik adalah energi akhir yang dibutuhkan bagi peralatan listrik untuk menggerakkan motor, lampu penerangan, memanaskan, mendinginkan

ataupun untuk menggerakkan kembali suatu peralatan mekanik untuk menghasilkan bentuk energi lain. Besarnya energi ini dapat ditulis dalam persamaan sebagai berikut :

$$W = Q \times V \qquad (1)$$

Jika beda potensial ditulis V, kuat arus I, dan waktunya t maka energi yang dilepaskan oleh alat dan diubah menjadi energi kalor W adalah :

$$W = V \times I \times t \qquad (2)$$

Satuan energi dalam SI memang joule. Namun untuk energi kalor sering digunakan satuan lain, yaitu kalori (kal) atau kilokalori (kkal). Hubungan antar satuan kalori dengan joule adalah 1 kal = 0,24 joule.

Karena itu dalam peristiwa perubahan energi listrik menjadi energi kalor, berlaku persamaan energi yang bersatuan kalori :

$$W = 0{,}24 \times V \times t \qquad (3)$$

Menurut hukum Ohm :

$$V = I \times R \qquad (4)$$

Dengan demikian, persamaan $W = V \times I \times t$ dapat diubah menjadi :

$$W = \left(\frac{V^2}{R}\right) t \qquad (5)$$

P (daya)

Setiap beban pasti memiliki daya, daya ini dihasilkan oleh beban pada saat terhubung dengan suplai, begitu pula dengan lampu. Lampu bisa menghasilkan cahaya karena lampu mengkonsumsi daya dalam jumlah tertentu sesuai standar masing-masing produsen lampu tersebut. Daya tersebut biasanya sudah dicantumkan pada setiap produk, tetapi daya ini juga bisa didapat dengan melalui pengukuran secara langsung pada masing-masing lampu. Daya sendiri ada 3 jenis,

yaitu daya aktif, daya reaktif dan daya nyata[12].

A. Daya Aktif

Daya aktif merupakan daya yang berupa daya kerja seperti daya mekanik, panas, dan cahaya. Daya ini diperlukan supaya lampu dapat melakukan kerja real sesuai kapasitas dayanya. Daya aktif dinyatakan dalam satuan watt (W) [12].

$$P = V \times I \times Cos\ \theta \qquad (6)$$

B. Daya Reaktif.

Daya reaktif merupakan daya yang diperlukan oleh listrik yang bekerja dengan system elegtromagnet. Daya ini dibutuhkan oleh lampu untuk mempertahankan medan magnetnya agar lampu dapat beroperasi dengan baik. Daya ini dinyatakan dalam satuan VAR.[12]

$$Q = V \times I \times Sin\ \theta \qquad (7)$$

C. Daya Semu.

Daya semu merupakan penjumlahan vector dari daya aktif dan daya reaktif. Daya ini dinyatakan dalam satuan VA.[12]

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \qquad (8)$$

Listrik sendiri dibagi menjadi dua jenis yaitu arus listrik AC dan DC. Dalam artikel singkat ini kita akan membahas mengenai apa yang dimaksud dengan arus listrik AC dan DC beserta contoh pemanfaatan keduanya. Untuk memudahkan pembaca artikel ini akan saya bagi menjadi beberapa bagian, yang pertama saya akan menjelaskan apa yang dimaksud dengan arus listrik AC dan contoh penggunaannya, kemudian yang kedua saya akan membahas pengertian listrik DC dan contoh penggunaannya.

2.2.1 Listrik AC

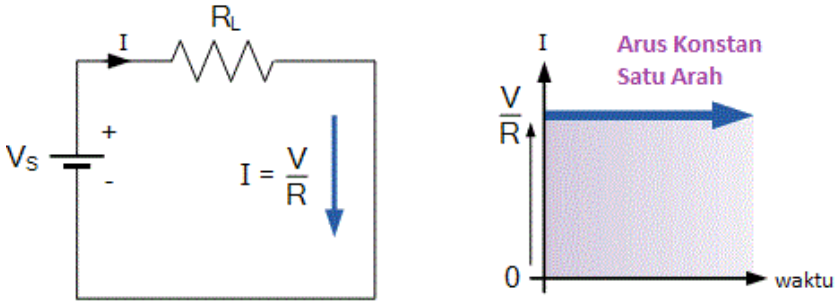
Arus listrik *alternating current* (AC), merupakan listrik yang besarnya dan arah arusnya selalu berubahubah dan bolak-balik. Arus listrik AC akan membentuk suatu gelombang yang dinamakan dengan gelombang sinus atau lebih lengkapnya sinusoida. Di Indonesia sendiri listrik bolak-balik (AC) dipelihara dan berada dibawah naungan PLN, Indonesia menerapkan listrik bolak-balik dengan frekuensi 50Hz. Tegangan standar yang diterapkan di Indonesia untuk listrik bolak-balik 1 (satu) fasa adalah 220 volt. Tegangan dan frekuensi ini terdapat pada rumah anda, kecuali jika anda tidak berlangganan listrik PLN.[13]

Arus AC adalah arus listrik yang nilainya berubah terhadap satuan waktu. Arus ini dapat pula disebut dengan arus bolak-balik. Listrik arus bolak-balik dihasilkan oleh sumber pembangkit tegangan listrik yang terdapat pada pusat-pusat pembangkit tenaga listrik.[14]

2.2.2 Listrik DC

Arus listrik searah atau biasa disebut *Direct Current* **(**DC**)** adalah sebuah bentuk arus atau tegangan yang mengalir pada rangkaian listrik dalam satu arah saja. Pada umumnya, baik arus maupun tegangan listrik DC dihasilkan oleh pembangkit daya, baterai, dinamo, dan sel surya. Tegangan atau arus listrik DC memiliki besaran nilai (amplitudo) yang tetap dan arah mengalirnya arus yang telah ditentukan. Sebagai contoh, +12V menyatakan 12 volt pada arah positif, atau -5V menyatakan 5 volt pada arah negatif. Telah kita ketahui bahwa power supply DC tidak mengubah nilainya berdasarkan waktu, listrik DC menyatakan arus yang mengalir pada nilai konstan secara terus-menerus pada arah yang tetap. Dengan kata lain, listrik DC selalu mempertahankan nilai yang tetap dan aliran listrik yang

satu arah. Listrik DC tidak pernah berubah atau arahnya menjadi negatif kecuali apabila dihubungkan terbalik secara fisik. Contoh rangkaian DC sederhana dapat digambarkan seperti ilustrasi di bawah.[15]



Gambar 2.2 Rangkaian DC[15]

2.3 Inverter

Inverter adalah merubah tegangan DC dari akumulator menjadi tegangan AC yang berupa sinyal sinus setelah melalui pembentukan gelombang dan rangkaian filter. Tegangan output yang dihasilkan harus stabil baik amplitudo tegangan maupun frekuensi tegangan yang dihasilkan, distorsi yang rendah, tidak terdapat tegangan transien serta tidak dapat di interupsi oleh suatu keadaan, Inverter merupakan suatu rangkaian yang digunakan untuk mengubah sumber tegangan DC tetap menjadi sumber tegangan AC dengan frekuensi tertentu. Komponen semikonduktor daya yang digunakan dapat berupa SCR, transistor dan MOSFET yang beroperasi sebagai sakelar dan pengubah. Inverter dapat diklasifikasikan dalam dua jenis, yaitu: inverter satu fasa dan inverter tiga fasa. Setiap jenis inverter tersebut dapat dikelompokkan dalam empat kategori ditinjau dari jenis rangkaian komutasi pada SCR, yaitu: (1) modulasi lebar pulsa, (2) inverter resonansi, (3) inverter komutasi bantu dan (4) inverter komutasi komplemen[1]

Inverter merupakan suatu rangkaian penyaklaran elektronik yang dapat mengubah sumber tegangan arus searah (DC) menjadi tegangan arus bolak-balik

(AC) dengan besar tegangan dan frekuensi yang dapat di atur. Tegangan bolak-balik yang dihasilkannya berbentuk gelombang persegi dan pada pemakaian tertentu diperlukan filter untuk menghasilkan bentuk gelombang sinusoida. Pengaturan besar tegangan dapat dilakukan dengan 2 cara. Pertama, dengan mengatur tegangan input DC dari luar tetapi lebar waktu penyaklaran tetap. Kedua, mengatur lebar waktu penyaklaran dengan tegangan input DC tetap. Pada cara yang kedua besar tegangan AC efektif yang dihasilkan merupakan fungsi dari pengaturan lebar pulsa penyaklaran. Cara inilah yang disebut dengan PWM. Inverter terdiri dari sebuah rangkaian utama yang terbentuk dari rangkaian penyearah/rectifier yang dikontrol atau tidak (yang mengubah arus bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC) dan menghilangkan riak (*ripple*) yang terdapat pada arus searah), sebuah rangkaian inverter (yang mengubah arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC) dengan frekuensi beragam) dan sebuah rangkaian kontrol/rangkaian pengaturan penyalaan yang digunakan untuk mengatur tegangan dan frekuensi yang dihasilkan inverter[16].

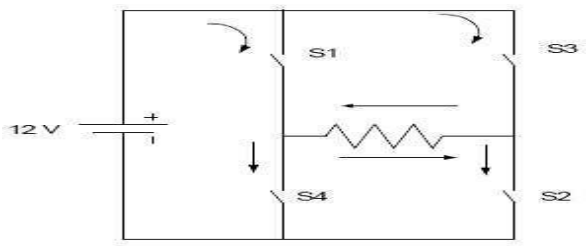
Rangkaian pengubah DC to AC disebut juga dengan inverter. Fungsinya adalah untuk mengubah tegangan input DC menjadi tegangan output AC yang simetris dimana amplitudo dan frekwensinya bisa diatur. Tegangan output dapat diperoleh dengan mengubah tegangan input DC atau dengan merubah metode switching atau pensaklaran pada inverter. Untuk daya rendah atau daya medium, tegangan output bentuk persegi atau quasi persegi sudah cukup, sedangkan untuk daya tinggi maka tegangan output bentuk sinus dengan kandungan harmonisanya yang rendah harus benar-benar diperhitungkan. Inverter secara luas digunakan dalam industri seperti untuk penggerak motor dengan kecepatan variable, HVDC,

UPS, dll.Sumber tegangan input pada inverter bisa diperoleh dari baterai, *fuelcell*, *solar cell*, dan sumber dc lainnya[17].

Inverter, struktur inverter memperlihatkan Bahwa inverter dengan transistor yang menghasilkan daya dengan arus bolak-balik (AC) dengan frekuensi dari sumber komersial yaitu (50Hz atau 60Hz). Sirkuit inverter terdiri dari tiga bagian, bagian pertama sebuah sirkuit yang terbentuk dari sirkuit konverter (yang mengubah sumber AC komersial menjadi arus searah (DC) dan menghilangkan riak (*ripple*) pada out-put DC. Bagian kedua adalah sirkuit inverter yang mengubah arus searah menjadi arus AC satu phase dengan frekuensi beragam (dapat distel) kedua sirkuit ini disebut sirkuit utama. Bagian ketiga adalah sebuah sirkuit kontrol berfungsi sebagai pengontrol sirkuit utama. Gabungan keseluruhan sirkuit ini disebut unit inverter[18].

2.3.1 Prinsip Kerja Inverter

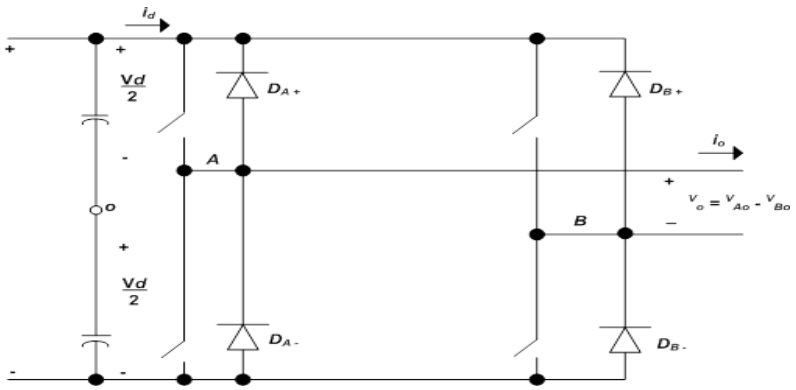
Prinsip kerja inverter dapat dijelaskan pada Gambar 2.3 dengan menggunakan 4 sakelar. Bila sakelar S1 dan S2 dalam kondisi on maka akan mengalir aliran arus DC ke beban R dari arah kiri ke kanan, jika yang hidup adalah sakelar S3 dan S4 maka akan mengalir aliran arus DC ke beban R dari arah kanan ke kiri. Inverter biasanya menggunakan rangkaian modulasi PWM dalam proses konversi tegangan DC menjadi tegangan AC[19].



Gambar 2.3 Prinsip Kerja Inverter.

2.3.2 *Full Bridg*e Inverter

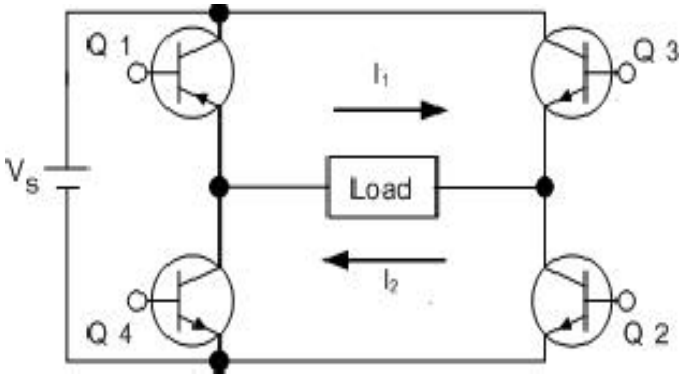
Ukuran Inverter merupakan suatu alat yang dipergunakan untuk mengubah tegangan searah menjadi tegangan bolak- balik dan frekuensinya dapat diatur. Inverter ini sendiri terdiri dari beberapa sirkuit penting yaitu sirkuit converter (yang berfungsi untuk mengubah daya komersial menjadi dc serta menghilangkan 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. Sebuah inverter jembatan penuh ditampilkan pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Rangkaian Inverter Full Bridge

Inverter ini merupakan inverter 1 fasa, dijelaskan dalam beberapa bagian dan lebih banyak digunakan pada pengaturan lain dalam perangkat daya yang lebih tinggi. Dengan tegangan input dc yang sama, tegangan output maksimum inverter jembatan penuh adalah dua kali lipat dari inverter setengah jembatan. Ini berarti bahwa untuk kekuatan yang sama, arus keluaran dan arus saklar adalah satu setengah dari untuk inverter setengah jembatan. Pada tingkat daya tinggi, ini merupakan keuntungan tersendiri, karena memerlukan sedikit paralelisasi perangkat[20].

Secara sederhana prinsip kerja inverter *full bridge* dapat dijelaskan pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Prinsip Kerja Inverter *Full Bridge*

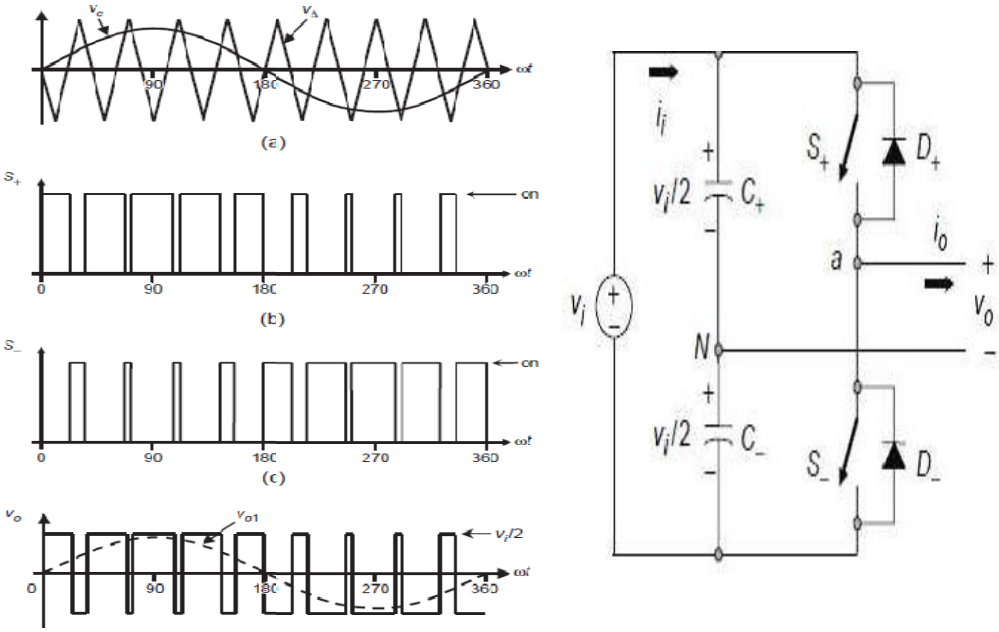
Apabila saklar Q1 dan Q2 diaktifkan secara bersamaan maka tegangan masukan Vs akan melintasi beban. Apabia transistor Q3 dan Q4 diaktifkan secara bersamaan tegangan yang melintasi beban akan terbalik yaitu -Vs[21].

2.3.3 *Half Bridge* Inverter

Rangkaian *H-Bridge* inverter bekerja untuk mengubah tegangan DC keluaran chopper menjadi tegangan AC. Tabel 1 menyajikan operasi penyaklaran dari inverter untuk menghasilkan tegangan keluaran AC tiga level, yaitu level +V, level 0 dan level –V. “1” menyimbulkan kondisi saklar “ON”, “0” menyimbulkan kondisi saklar “OFF”. Untuk menghasilkan tegangan keluaran +VDC, saklar Q2 dan Q4 dalam kondisi “ON”, sedang saklar Q1 dan Q3 dalam kondisi “OFF”. Untuk menghasilkan tegangan keluaran 0, saklar Q2 dan Q3 dalam kondisi “ON” dan saklar Q1 dan Q4 “OFF” atau sebaliknya. Untuk menghasilkan tegangan keluaran –VDC, saklar Q1 dan Q3 “ON”, sedang saklar Q2 dan Q4 “OFF”. Untuk mendapatkan kualitas tegangan dan arus keluaran yang lebih bagus, teknik sinusoidal pulse width modulation (SPWM) diterapkan pada inverter. Dua sinyal

segitiga dengan frekuensi sama dan satu sinyal referensi sinusoidal dipakai. Frekuensi dari sinyal segitiga akan menentukan frekuensi penyaklaran dari inverter, sedangkan frekuensi dari sinyal referensi menentukan frekuensi arus keluaran inverter. Jika amplitudo sinyal segitiga adalah Vcr, dan sinyal referensi sinusoidal adalah Vm[22].

Gambar 2.6 merupakan rangkaian dasar *half bridge inverter* satu-fasa dengan beban resistif dan bentuk gelombangnya. Dalam rangkaian Gambar 2.3 diperlukan dua buah kapasitor untuk menghasilkan titik N agar tegangan pada setiap kapasitor Vi/2 dapat dijaga konstan. Sakelar S+ dan S- mereprensentasikan sakelar elektronis yang mencerminkan komponen semikonduktor daya. Sakelar S+ dan S- tidak boleh bekerja secara bersama-sama, karena akan terjadi hubung singkat rangkaian.



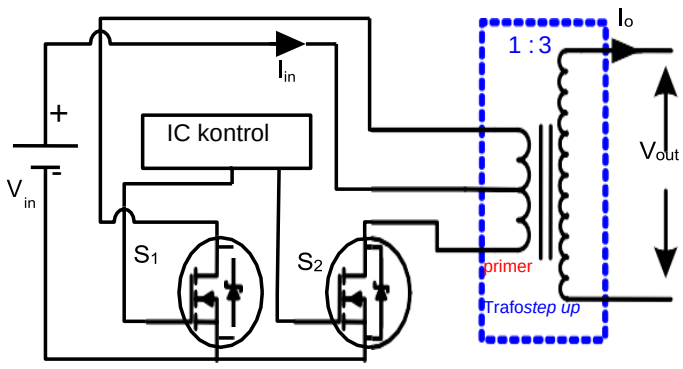
Gambar 2.6 *Half Bridge* Inverter[19]

Kondisi *ON* dan *OFF* dari sakelar S+ dan S- ditentukan dengan teknik modulasi, dalam hal ini menggunakan prinsip PWM. Prinsip PWM dalam rangkaian ini membandingkan antara sinyal modulasi Vc (dalam hal ini tegangan

bolak-balik luaran yang diharapkan) dengan sinyal pembawa dengan bentuk gelombang gigi-gergaji (VΔ). Secara praktis, jika Vc > VΔ maka sakelar S+ akan *ON* dan sakelar S- akan *OFF*, dan jika Vc < VΔ maka sakelar S+ akan *OFF* dan sakelar S- akan *ON*[19].

2.3.4 *Push Pull* Inverter

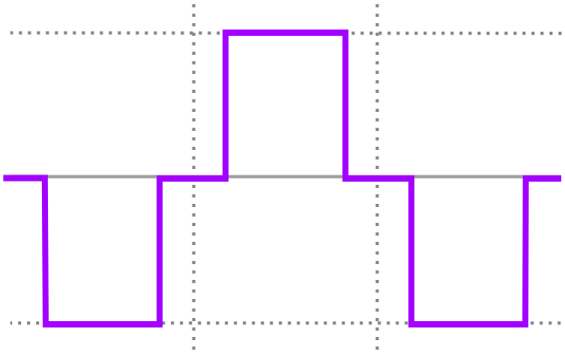
Push Pull Inverter Rangkaian inverter *pushpull* terdiri dari 2 buah dari 2 buah MOSFET dan sebuah trafo daya. Trafo daya dan MOSFET. Trafo daya yang digunakan memiliki tipe *step up* dengan perbandingan Np : digunakan memiliki tipe stepup dengan perbandingan Np : Ns = 1 : 3. MOSFET yang digunakan yaitu IRFP460 yang Ns = 1 : 3. MOSFET yang digunakan yaitu IRFP460 yang memiliki spesifikasi arus drain (ID) maksimal 20 A dan memiliki spesifikasi arus drain (ID) maksimal 20 A dan tegangan maksimal drain tegangan maksimal drain to source 500 V sehingga to source 500 V sehingga MOSFET ini mampu dipasang sebagai komponen saklar MOSFET ini mampu dipasang sebagai komponen saklar pada inverter *pushpull*[23].



Gambar 2.7 Prinsip Kerja Inverter *Push Pull*[23]

2.3.5 Inverter Yang Akan Digunakan

Pada penelitian ini inverter yang dipakai berjenis inverter *push pull* dengan menggunakan IC TL494. Rangkaian inverter ini berfungsi untuk mengubah tegangan 12 Volt DC dari aki menjadi tegangan 220 Volt AC dengan frekuensi 50 Hz. Inverter ini menggunakan IC TL494 sebagai penghasil gelombang kotaknya. Inverter yang akan digunakan adalah Inverter *modified sine wave* hampir sama dengan inverter square wave tetapi mengunakan tahap lain untuk terlihat lebih mirip ke bentuk gelombang sinusoidal. Pada inverter *modified sine wave*, ada tiga level tegangan pada bentuk gelombang output : *high, low* dan *zero* seperti terlihat pada gambar dibawah ini dengan *dead zone* diantara *high* dan *low* pulsa :



Gambar 2.8 Modified Sine Wave.

2.4 Komponen - Komponen Inverter

2.4.1 Kapasitor

Model kapasitor pertama diciptakan di Belanda, tepatnya di kota Leyden pada abad ke-18 oleh para eksperimentalis fisika. Kapasitor adalah alat (komponen) yang mampu menyimpan muatan listrik yang besar untuk sementara waktu. Kapasitor terdiri atas keping-keping logam yang disekat satu sama lain dengan isolator. Isolator penyekat tersebut disebut dengan zat dielektrik. Simbol yang

digunakan untuk menampilkan sebuah kapasitor dalam suatu rangkaian listik adalah:

Beberapa kegunaan kapasitor adalah sebagai berikut:

Menyimpan muatan listrik

a) Memilih gelombang radio (tuning)

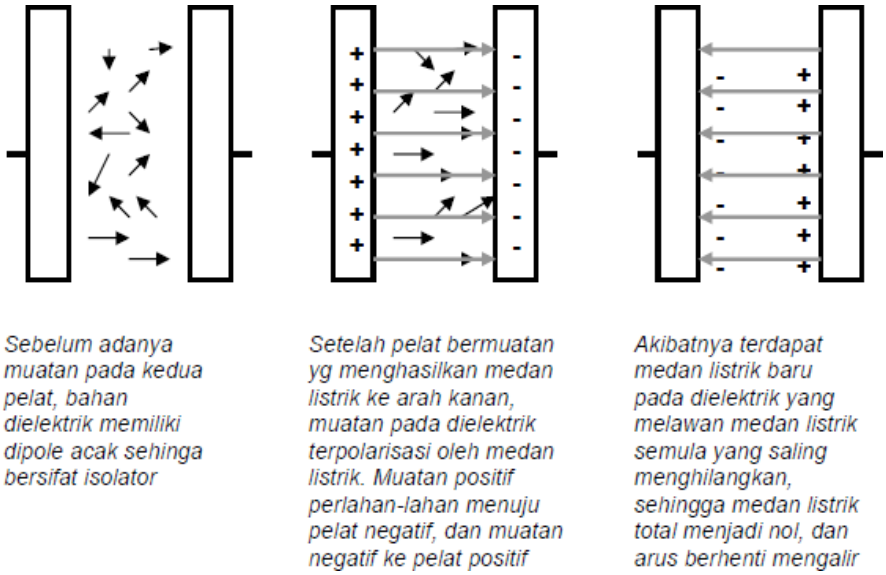
b) Perata arus pada rectifier

c) Komponen rangkaian starter kendaraan bermotor

d) Memadamkan bunga api pada system pengapian model

e) Sebagai filter dalam catu daya (power supply)

Kapasitor (yang pada awalnya disebut kondensator) secara sturkutur prinsipnya terdiri dari dua buah pelat konduktor yang berlawanan muatan, masing-masing memiliki luas.



Gambar 2.9 Proses yang terjadi dalam kapasitor saat diberikan beda potensial permukaan A dan mempunyai muatan persatuan luas. Konduktor yang dipisahkan oleh sebuah zat dielektrik yang bersifat isolator sejauh d. Zat inilah yang nantinya akan memerangkap (menampung) electron-elektron bebas. Muatan berada pada

permukaan konduktor yang jumlah totalnya adalah nol. Hal ini disebabkan jumlah muatan negative dan positif sama besar. Bahan dielektriknya adalah bahan yang jika tidak terdapat medan listrik bersifat isolator, namun jika medan listrik yang melewatinya, maka akan terbentuk dipol-dipol listrik, yang arah medan magnetnya Melawan medan listrik semula[24].

2.4.2 Resistor

Pada pesawat elektronika, arus listrik yang mengalir di dalamnya akan diatur oleh onderdiel yang nama kelompoknya dinamakan resistor, resistor yang disingkat dengan huruf baca R disebut juga tahanan, pelawan, hambatan. tata kerjanya. Resistor adalah komponen dasar elektronika yang digunakan untuk membatasi jumlah arus yang mengalir dalam satu rangkaian[25].

Gambar 2.10 Resistor.

Resistor adalah komponen dasar elektronika yang digunakan untuk membatasi jumlah arus yang mengalir dalam satu rangkaian. Sesuai dengan namanya resistor bersifat resistif dan umumnya terbuat dari bahan karbon. Dari hukum Ohms diketahui, resistansi berbanding terbalik dengan jumlah arus yang mengalir melaluinya. Satuan resistansi dari suatu resistor disebut Ohm atau dilambangkan dengan simbol W (Omega). Tipe resistor yang umum adalah berbentuk tabung dengan dua kaki tembaga di kiri dan kanan. Pada badannya

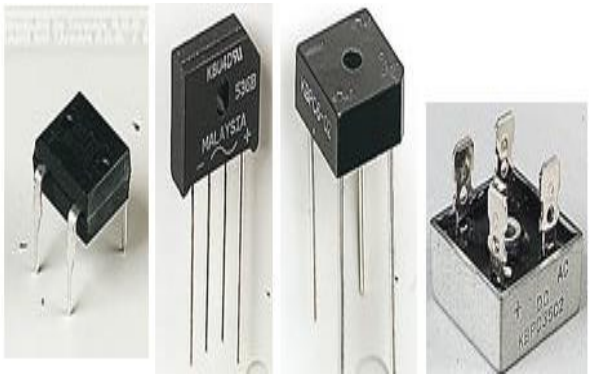
terdapat lingkaran membentuk gelang kode warna untuk memudahkan pemakai mengenali besar resistansi tanpa mengukur besarnya dengan Ohmmeter. Kode warna tersebut adalah standar manufaktur yang dikeluarkan oleh (*Electronic Industries Association*) EIA seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1. Resistansi dibaca dari warna gelang yang paling depan ke arah gelang toleransi berwarna coklat, merah, emas atau perak. Biasanya warna gelang toleransi ini berada pada badan resistor yang paling pojok atau juga dengan lebar yang lebih menonjol, sedangkan warna gelang yang pertama agak sedikit ke dalam. Dengan demikian pemakai sudah langsung mengetahui berapa toleransi dari resistor tersebut. Pada resistor biasanya memiliki 4 gelang warna, gelang pertama dan kedua menunjukkan angka, gelang ketiga adalah faktor kelipatan, sedangkan gelang keempat menunjukkan toleransi hambatan[26].

Tabel 2.1 Nilai Warna Gelang Resistor.

Warna	**Angka-1**	**Angka-2**	**Faktor Pengali**	**Toleransi**
Hitam	0	0	10^0	-
Coklat	1	1	10^1	±1%
Merah	2	2	10^2	±2%
Jingga	3	3	10^3	-
Kuning	4	4	10^4	-
Hijau	5	5	10^5	-
Biru	6	6	10^6	-
Ungu/Violet	7	7	10^7	-
Abu-abu	8	8	10^8	-
Putih	9	9	10^9	-
Emas	-	-	0.1	±5%
Perak	-	-	0.01	±10%
Tanpa warna	-	-	-	±20%

2.4.3 Dioda

Dioda merupakan piranti elektronika berfungsi sebagai penyearah arus yaitu dari anoda ke katoda dan tidak sebaliknya. Piranti ini sangat penting dalam rangkaian elektronika karena sifatnya yang dapat menghantarkan arus pada panjar maju (*foward bias*) dan menghambat arus pada panjar mundur (*reverse bias*). Pada proses pembuatannya, dioda dibuat dari kombinasi oleh dua material utama yaitu tipe-n dan tipe-p, dimana elektron terdapat pada bahan tipe-n sedangkan lubang (*hole*) terdapat pada bahan tipe-p. Dioda tidak sepenuhnya ideal pada aplikasinya, terdapat penyimpangan-penyimpangan dalam karakteristiknya. Dioda membutuhkan tegangan panjar untuk mengalirkan arus dalam pengoperasiannya yaitu panjar maju (*forward bias*) dan panjar mundur (*reverse bias*). Fungsi lain dari dioda yaitu sebagai penyearah arus dan penstabil tegangan pada komponen sehingga karakteristiknya penting untuk diuji.

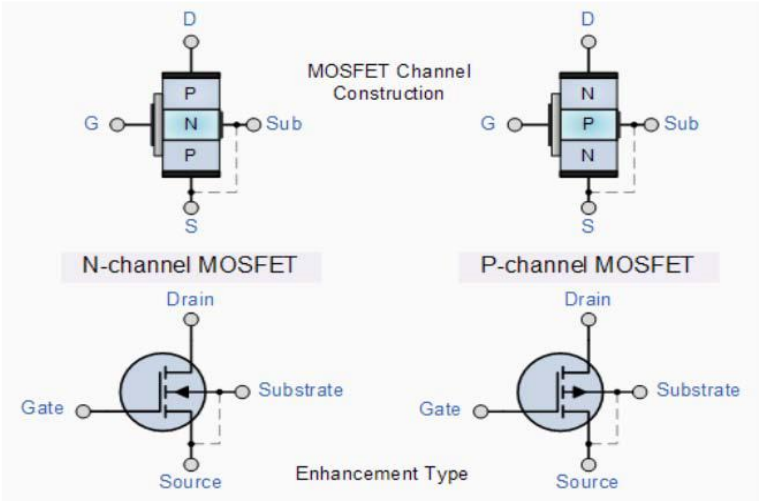


Gambar 2.11 Dioda

Pengujian dioda dapat dilakukan dengan menggunakan multimeter. Pengambilan data dilakukan secara manual dan membutuhkan waktu yang lama serta ketelitian rendah. Pengujian dioda dapat dilakukan secara otomatis menggunakan perangkat fisik *software* dan *hardware*, yang sifatnya interaktif yaitu dapat menerima input dari lingkungan dan merespon balik[27].

2.4.4 Mosfet

Sebuah perusahaan komponen elektronika besar, IR (International Rectifier), mengeluarkan produk HEXFET, yaitu beberapa produk MOSFET yang diperuntukkan untuk melakukan pensaklaran dengan kapasitas arus (ampere) yang besar. MOSFET adalah singkatan dari Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor. MOSFET memiliki empat (4) jenis varian, yaitu enhancement dan depletion mode, di mana di setiap mode tersebut terdapat N dan P channel. Berikut adalah simbol dari dua jenis mode MOSFET, yaitu P-Channel Mosfet dan N-Channel Mosfet (Gambar 3.0)[28].



Gambar 2.12 Gambar P dan N Channel Mosfet[28].

Mosfet P-Channel memiliki panah keluar, hal ini menunjukkan bahwa konduktansi yang terjadi disebabkan oleh holes, sedangakan Mosfet N-Channel memiliki panah masuk yang menunjukkan bahwa konduktansi yang terjadi dikarenakan oleh elektrons[28].

2.4.5 LED Indikator

LED adalah singkatan dari *Light Emiting Dioda*, merupakan komponen yang dapat mengeluarkan emisi cahaya. Led merupakan produk temuan lain setelah dioda. Strukturnya juga sama dengan dioda, tetapi belakangan ditemukan bahwa electron yang menerjang sambungan P-N juga melepaskan energi berupa energi panas dan *energy* cahaya[25].

Banyak sekali peralatan listrik maupun elektronik dilengkapi lampu LED sebagai indikator, sehingga sebagai pengguna kita akan terlebih dahulu mengetahui bahwa peralatan yang kita gunakan aktif atau bekerja. Jika indikator tidak ada tentu kita kesulitan dalam menentukan kondisi atau keadaan peralatan yang digunakan. Sebagai contoh berikut ada beberapa fungsi LED Indikator yaitu sebagai berikut :

1) Indikator LED sebagai *Power / Standby*, yaitu penanda bahwa peralatan sudah aktif.
2) LED Indikator sebagai *icon* atau penunjuk aktif pada pilihan tertentu.
3) Indikator LED sebagai penanda adanya tegangan tinggi.
4) Indikator pada *Handphone / Smartphone / Tablet.*
5) LED Indikator *display.*

Gambar 2.13 LED Indikator

2.4.6 IC

Integrated Circuit (IC) adalah Komponen Elektronika Aktif yang terdiri dari gabungan ratusan bahkan jutaan Transistor, Resistor dan komponen lainnya yang diintegrasi menjadi sebuah Rangkaian Elektronika dalam sebuah kemasan kecil. Bentuk *Integrated Circuit* (IC) juga bermacam-macam, mulai dari yang berkaki 3 (tiga) hingga ratusan kaki (terminal). Fungsi IC juga beraneka ragam, mulai dari penguat, Switching, pengontrol hingga media penyimpanan. Pada umumnya, IC adalah Komponen Elektronika dipergunakan sebagai Otak dalam sebuah Peralatan Elektronika. IC merupakan komponen Semi konduktor yang sangat sensitif terhadap *Electro Static Discharge* (ESD).

Sebagai Contoh, IC yang berfungsi sebagai Otak pada sebuah Komputer yang disebut sebagai Microprocessor terdiri dari 16 juta Transistor dan jumlah tersebut belum lagi termasuk komponen-komponen Elektronika lainnya.

Gambar 2.14 Gambar dan Simbol IC *(Integrated Circuit).*

IC TL494 adalah sebuah perangkat kontrol frekuensi untuk membangkitkan sebuah PWM, perangkat ini menawarkan fleksibilitas untuk menyesuaikan *power supply sirkuit kontrol*. Sinyal keluaran dari perangkat ini memiliki 2 *chanel*

gelombang, yang terdapat pada kaki pin 9 dan 10. Kedua *chanel* tersebut memiliki kondisi yang saling berbeda dimana ketika *chanel* 1 dalam kondisi *high* maka chanel 2 dalam kondisi *low*[19].

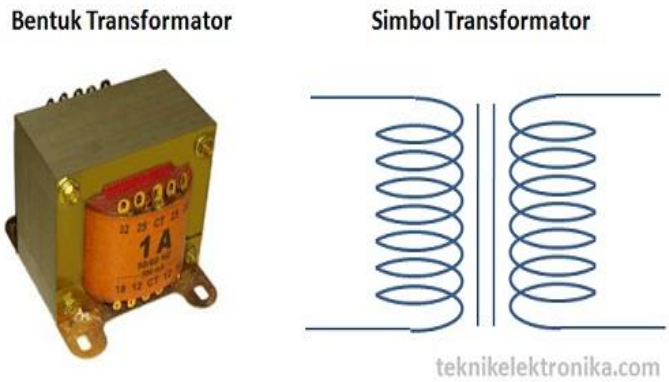
2.4.7 Transformator

Transformator atau trafo adalah suatu alat listrik yang memindahkan energi listrik dari satu rangkaian listrik ke rangkaian listrik yang lain melalui suatu gandengan magnet berdasarkan prinsip induksi elektromagnet. Trafo digunakan secara luas baik dalam bidang tenaga listrik maupun elektronika. Penggunanya dalam sistem tenaga yaitu dengan dipilihnya tegangan yang sesuai dan ekonomis[2].

Transformator merupakan suatu alat listrik yang mengubah tegangan arus bolak-balik dari satu tingkat ke tingkat yang lain melalui suatu gandengan magnet dan berdasarkan prinsip-prinsip induksi elektromagnet. Transformator terdiri atas sebuah inti, yang terbuat dari besi berlapis dan dua buah kumparan, yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder. Penggunaan transformator yang sederhana dan handal memungkinkan dipilihnya tegangan yang sesuai dan ekonomis untuk tiap-tiap keperluan serta merupakan salah satu sebab penting bahwa arus bolak-balik sangat banyak dipergunakan untuk pembangkitan dan penyaluran tenaga listrik. Prinsip kerja transformator adalah berdasarkan hukum Ampere dan hukum *Faraday*, yaitu arus listrik dapat menimbulkan medan magnet dan sebaliknya medan magnet dapat menimbulkan arus listrik. Jika pada salah satu kumparan pada transformator diberi arus bolak-balik maka jumlah garis gaya magnet berubah-ubah. Akibatnya pada sisi primer terjadi induksi. Sisi sekunder menerima garis gaya

magnet dari sisi primer yang jumlahnya berubah-ubah pula. Maka di sisi sekunder juga timbul induksi, akibatnya antara dua ujung terdapat beda tegangan[29].

Sebuah Transformator yang sederhana pada dasarnya terdiri dari 2 lilitan atau kumparan kawat yang terisolasi yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder. Pada kebanyakan Transformator, kumparan kawat terisolasi ini dililitkan pada sebuah besi yang dinamakan dengan Inti Besi (*Core*). Ketika kumparan primer dialiri arus AC (bolak-balik) maka akan menimbulkan medan magnet atau fluks magnetik disekitarnya. Kekuatan Medan magnet (densitas Fluks Magnet) tersebut dipengaruhi oleh besarnya arus listrik yang dialirinya. Semakin besar arus listriknya semakin besar pula medan magnetnya. Fluktuasi medan magnet yang terjadi di sekitar kumparan pertama (primer) akan menginduksi Gaya Gerak Listrik (GGL) dalam kumparan kedua (sekunder) dan akan terjadi pelimpahan daya dari kumparan primer ke kumparan sekunder. Dengan demikian, terjadilah pengubahan taraf tegangan listrik baik dari tegangan rendah menjadi tegangan yang lebih tinggi maupun dari tegangan tinggi menjadi tegangan yang rendah.



Gambar 2.15 Bentuk Dan Simbol Trafo.

2.4.8 Saklar (*Switch*)

Saklar adalah Komponen yang digunakan untuk menghubungkan dan memutuskan aliran listrik. Dalam Rangkaian Elektronika, Saklar sering digunakan sebagai ON/OFF dalam peralatan Elektronika.

Gambar 2.16 Gambar dan Simbol Saklar (*Switch*).

2.4.9 Sekering/*Fuse*

Fuse/sekering adalah suatu alat yang digunakan sebagai pengaman dalam suatu rangkaian listrik apabila terjadi kelebihan muatan listrik atau suatu hubungan arus pendek. cara kerjanya apabila terjadi kelebihan muatan listrik atau terjadi hubungan arus pendek, maka secara otomatis sekering tersebut akan memutuskan aliran listrik dan tidak akan menyebabkan kerusakan pada komponen lain[30].

Jenis-jenis sekering ada 2:

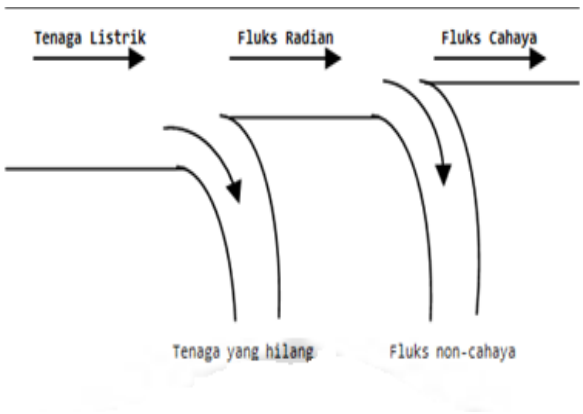
1. Sekering pipih (*blade*) Sekring pipih merupakan salah satu jenis sekering sering digunakan, karena sekering ini dirancang dengan elemen metal dan lebih kompak serta rumah pelindung yang tembus pandang, sehingga ketika putus akan terlihat. Selain itu juga mempunyai beberapa keuntungan yaitu: 1) lebih ringan, 2) bagian yang berhubungan lebih luas, 3) tidak mudah pecah dan anti shock(terbakar), 4) lebih tahan terhadap arus yang terputus-putus. Klarifikasi warna sekering pipih: warna orange 5A, warna cokelat 7.5A, warna merah

10A, warna biru 15A, warna kuning 20A, warna putih 25A, warna hijau 25A, warna hijau 30A, warna ungu 3A warna pink 4A.

2. Sekering botol (*cartridge*). Sekring jenis botol popular dalam pengggunaan di dunia otomotif. Sedangkan didunia industri, sekering ini dilindungi oleh bahan gelas. Karena sekring di desain untuk terputus saat dialiri arus yang berlebih. Sekering biasanya didesain agar dapat dengan mudah diletakkan pada suatu rangkaian. Sekering biasanya di tempelkan dengan menggunakan gagangan (holder) pada rangkaian itu, tidak disolder atau dibaut pada rangkaian yang bersangkutan.

2.5 Lampu

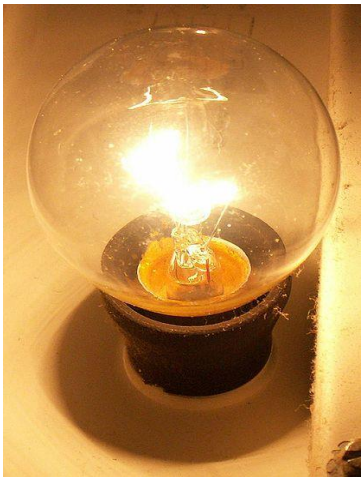
Lampu listrik adalah suatu piranti yang mengubah energi listrik menjadi energi cahaya. Energi radian yang dipancarkan persatuan waktu disebut daya radian atau fluks radian. Tidak semua tenaga listrik tersebut berubah menjadi fluks radian, beberapa bagian terbuang sebagai panas. Fluks radian yang tinggal hanya sebagian kecil saja terletak dalam interval panjang gelombang (400-700 nm) yang dapat merangsang indera penglihatan mata yang normal. Bagian dari fluks radian yang mempengaruhi indera penglihat disebut fluks cahaya[31].



Gambar 2.17 Konversi Tenaga Listrik Menjadi Fluks Cahaya

2.5.1 Lampu Pijar

Lampu pijar adalah sumber cahaya buatan yang dihasilkan melalui penyaluran arus listrik melalui filamen yang kemudian memanas dan menghasilkan foton. Kaca yang menyelubungi filamen panas tersebut menghalangi oksigen di udara dari berhubungan dengannya sehingga filamen tidak akan langsung rusak akibat teroksidasi. Lampu pijar diperkenalkan pertama kalinya kepada umum oleh Thomas Alva Edison pada 31 Desember 1879[32].



Gambar 2.18 Lampu Pijar

2.5.2 Lampu LHE

Lampu Hemat Energi adalah Jenis lampu fluorescent yang menggunakan ballast elektronik. Prinsip kelja lampu LHE berdasarkan pelepasan muatan listrik (emisi), pelepasan elektron dari kutub negatif ke kutub positif Elektron yang terlepas ini akan bertabrakan dengan atom gas yang diisikan ke dalam tabung tersebut. Tumbukan elektron dan atom gas ini akan menghasilkan elektron yang akan menabrak atom berilrut, dan seterusnya Perpindahan elek:tron yang akan menabrak: atom berikutnya inilah yang akan menghasilkan energi listrik[33].

Gambar 2 19 Lampu LHE.

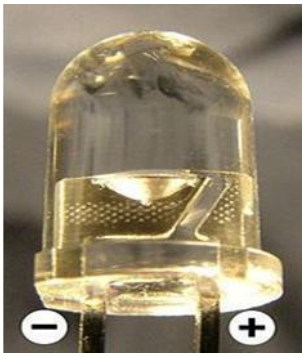
Lampu tabung gas atau TL atau lampu neon adalah lampu jenis tabung fluoresen. Jenis lampu ini 3 hingga 5 kali lebih efisien daripada lampu pijar standar dan dapat bertahan 10 hingga 20 kali lebih awet. Arus listrik yang lewat melalui uap gas atau logam akan menyebabkan radiasi elektromagnetik dengan panjang gelombang tertentu sesuai dengan komposisi kimia dan tekanan gasnya. Tabung neon memiliki uap merkuri bertekanan rendah, dan akan memancarkan sejumlah kecil radiasi biru atau hijau, namun kebanyakan akan berupa UV (Ultra Violet) dengan panjang gelombang 253,7nm dan 185nm. Ciri-ciri dari lampu TL adalah sebagai berikut :

a. Umur lampu TL rata-rata adalah 7000 sampai 15000 jam.

b. Bagian-bagian lampu Lampu TL terdiri dari gelas dimana dinding bagian dilapisi serbuk phosphor sehingga tabung kelihatan berwarna putih susu. Bentuk tabung lampu fluoresen ada yang memanjang dan melingkar. Pada kedua ujung tabung dipasang filamen tungsten yang dilapisi suatu bahan yang dapat beremisi, biasanya terdiri dari barium, strontium, dan calcium[34].

2.5.3 Lampu LED

LED adalah sejenis dioda semikonduktor istimewa. Seperti sebuah dioda normal, LED terdiri dari sebuah *chip* bahan semikonduktor yang diisi penuh, atau di-dop, dengan ketidak murnian untuk menciptakan sebuah struktur yang disebut p-n *junction*. Panjang gelombang dari cahaya yang dipancarkan, dan warnanya, tergantung dari selisih pita energi dari bahan yang membentuk p-n *junction*[35]. Gambar 2.20 memperlihatkan lampu LED.

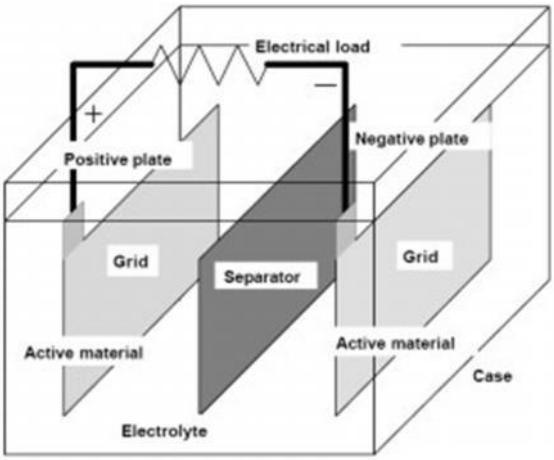


Gambar 2.20 Lampu LED.

Tak seperti lampu pijar dan LHE, LED mempunyai kecenderungan polarisasi. Chip LED mempunyai kutub positif dan negatif (p-n) dan hanya akan menyala bila diberikan arus maju. Ini dikarenakan LED terbuat dari bahan semikonduktor yang hanya akan mengizinkan arus listrik mengalir ke satu arah dan tidak ke arah sebaliknya. Chip LED pada umumnya mempunyai tegangan rusak yang relatif rendah. Karakteristik chip LED pada umumnya adalah sama dengan karakteristik dioda yang hanya memerlukan tegangan tertentu untuk dapat beroperasi. Namun bila diberikan tegangan yang terlalu besar, LED akan rusak walaupun tegangan yang diberikan adalah tegangan maju[35].

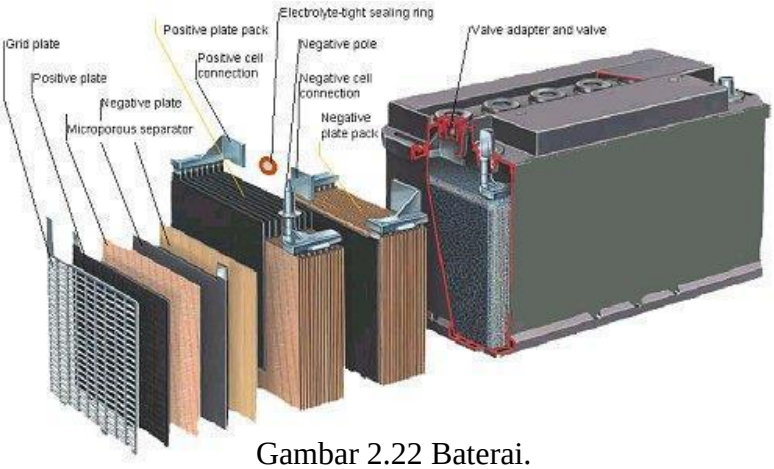
2.6 Baterai

Baterai adalah alat untuk menyimpan energi listrik. Prinsip kerjanya mengubah energi listrik menjadi energi kimia pada saat menyimpan, dan mengubah energi kimia menjadi energi listrik pada saat digunakan. Komposisi baterai *lead acid* secara umum ditunjukkan pada gambar 2.21 di bawah ini[36].



Gambar 2.21 Komposisi Baterai[36].

Baterai pada saat ini sudah menjadi bagian yang sangat penting dalam kehidupan sehari- hari. Penggunaan baterai juga sangat mudah ditemui, mulai dari kebutuhan rumah tangga hingga kebutuhan industri. Baterai berdasarkan sifatnya terdiri dari dua jenis yaitu baterai primer dan baterai sekunder. Baterai primer merupakan baterai yang habis dalam sekali pemakaian dan baterai sekunder merupakan baterai yang dapat diisi ulang karena reaksi kimia yang dimilikinya dapat dibalik.[37] Gambar baterai dapat dilihat pada Gambar 2.22.



Gambar 2.22 Baterai.

Salah satu jenis baterai sekunder adalah Baterai Lead Acid. Baterai ini sangat mudah dijumpai karena baterai ini memiliki performa yang baik dan banyak digunakan pada kendaraan, selain itu material untuk membuat baterai lead acid ini cukup murah. Baterai lead acid ini memerlukan suatu alat pengisi baterai untuk mengisi ulang apabila baterai sudah lemah. Proses pengisiannya dilakukan dengan cara mengaliri baterai dengan arus listrik secara terus menerus. Pengisian akan berhenti ketika tegangan baterai telah mencapai tegangan maksimum. Apabila pada saat tegangan baterai penuh tetap dilakukan pengisian maka akan menyebabkan pemanasan yang berlebihan pada baterai dan akan memperpendek umur baterai dan juga pemborosan[37].

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

3.1 Tempat Penelitian

Penelitian di laksanakan di Laboratorium Kampus III Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, jalan Kapten Mukhtar Basri No. 3 Glugur Darat II Medan. Waktu Penelitian di rencanakan berlangsung selama lebih kurang 4 (empat) bulan, dimulai dari perencanaan alat, pengujian, dan pengambilan data pengujian.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan dalam penelitian ini dapat di uraikan sebagai berikut.

3.3 Alat Penelitian

Adapun alat-alat dari penelitian ini adalah :

1. Laptop

   Laptop adalah alat yang digunakan untuk mengolah data dan untuk menulis laporan dari hasil penelitian skripsi.

2. *Amperemeter*

   Amperemeter adalah alat yang digunakan untuk mengukur besarnya arus dari rangkaian inverter.

3. *Voltmeter*

   Voltmeter adalah alat yang digunakan untuk mengukur besarnya tegangan dari suatu rangkaian yang telah di uji.

4. *Osciloscoope*

Osciloscoope adalah alat yang digunakan untuk memproyeksikan atau memetakan bentuk dari sinyal listrik dan frekuensi menjadi gambar grafik agar dapat dibaca dan mudah untuk dipelajari.

5. *CosΦ* meter

CosΦ meter adalah alat yang digunakan untuk mengetahui, besarnya factor daya (*power factor*) yang merupakan beda fase antara tegangan dan arus.

3.3.1 Bahan Penelitian

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian analisis factor daya pada berbagai lampu dengan menggunakan inverter di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara adalah sebagai berikut:

1. Baterai 12V- 5Ah
2. Inverter DC 12V Modified Sine Wave
3. Akrilik Tranparan
4. Cok Sambung 1 Lubang
5. Kabel Penghubung
6. Beban Lampu Pijar
7. Beban Lampu LHE
8. Beban Lampu LED

Sedangkan untuk perangkat lunaknya, yaitu :

1. *Microsoft office 2016*

   Microsoft office memiliki beberapa program yang bisa digunakan untuk membantu dalam penelitian yaitu, *Microsoft office word* digunakan untuk menulis laporan penelitian, *Microsoft office excel* digunakan untuk mengolah data hasil pengukuran, *Microsoft office visio* digunakan untuk membuat diagram alir penelitian dan *Microsoft office picture manager* digunakan untuk mengedit gambar atau foto.

2. *DipTrace*

   DipTrace merupakan salah satu perangkat lunak yang berfungsi untuk mendesain *PCB layout* dan *schematic* pada rangkaian elektronika. *DipTrace* adalah aplikasi perangkat lunak yang terdiri dari 4 modul, yaitu *PCB Layout, Schematic Capture, Component Editor* yang memungkinkan untuk merancang komponen yang diinginkan dan *Pattern Editor*.

3.4 Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah obyek penelitian, atau apa yang menjadi titik perhatian suatu penelitian. Dalam penelitian ini yang menjadi objek atau variabel penelitiannya adalah menganalisis input, output daya, cos phi dan gelombang keluaran inverter.

1. Mengetahui input baterai ketika inverter siap untuk dijalankan.
2. Mengetahui output dari inverter ketika sebelum dibebani dan sesudah dibebani.

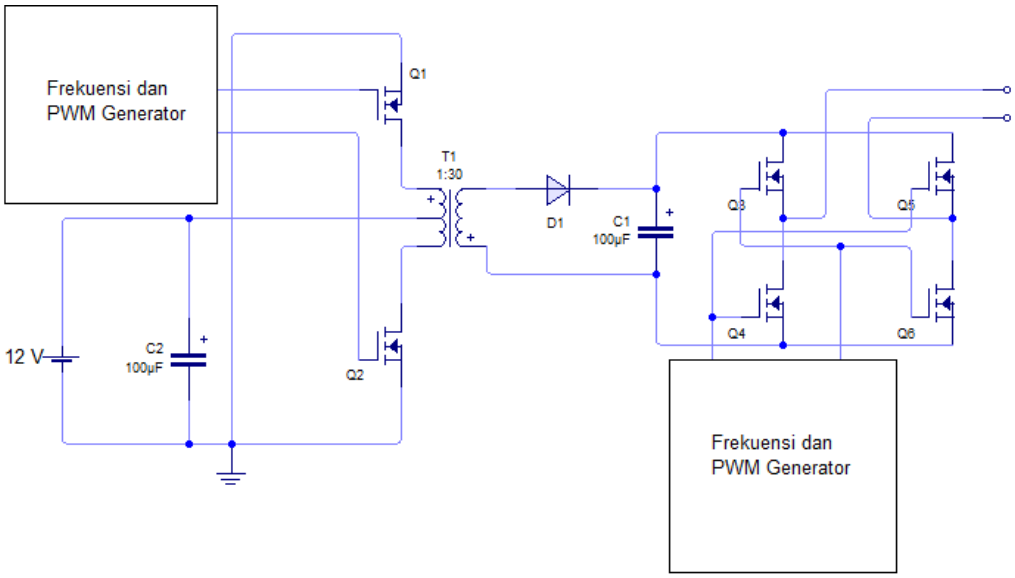
3. Mengamati gelombang keluaran osiloskop ketika sebelum dibebani dan sesudah dibebani.
4. Menganalisa keluaran nilai cos phi pada saat dibebani oleh beberapa lampu.

3.5 Prosedur Penelitian

Adapun langkah-langkah yang harus diketahui dalam melaksanakan suatu penelitian dari alat inverter ini antara lain :

1. Studi literatur.
2. Menyiapkan alat dan bahan penelitian.
3. Merancang alat dan bahan untuk bisa digunakan.
4. Menghubungkan input inverter dengan positif (+) dan negatif (-) baterai DC 12V- 5Ah .
5. Menghubungkan output ke stop kontak beban.
6. Menghubungkan watt meter dan cos phi meter ke kabel penghubung.
7. Menghubungkan kabel penghubung dari cok sambung ke probe osiloskop.
8. Osiloskop akan menampilkan gelombang keluaran dari beban lampu yang diuji dalam penelitian tugas akhir ini.
9. Mengambil data pada watt meter, cos phi meter dan osiloskop.

3.6 Rangkain Skematik Inverter



Gambar 3.1 Rangkaian Skematik Inverter

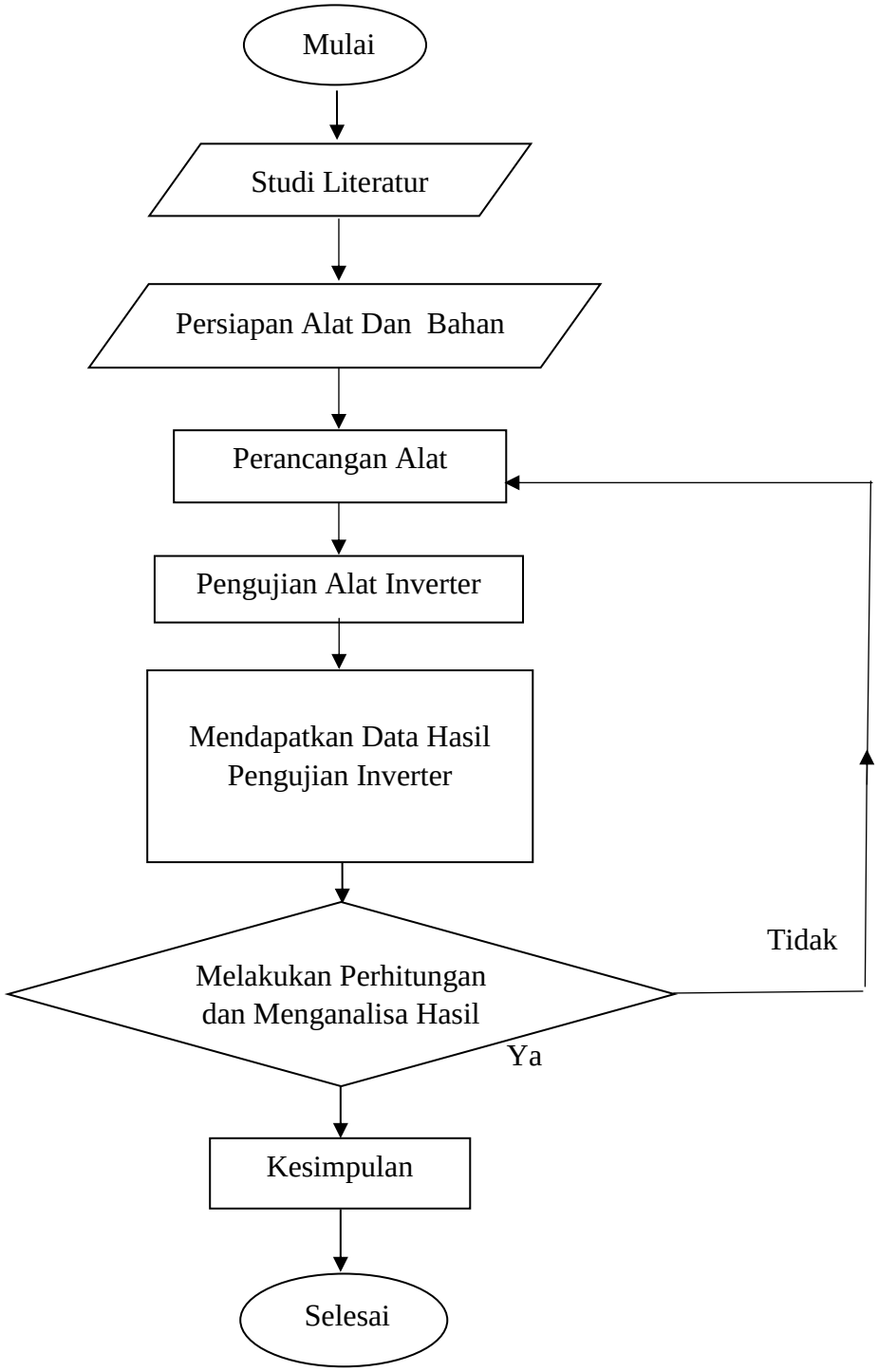
Sumber tegangan dc 12 volt di filter menggunakan kapasitor 10000 uF, masuk ke belitan ct trafo, ujung kumparan kiri masuk ke drain Q1 ujung kumparan kanan masuk ke drain Q2, ke dua *source* mosfet Q1 dan Q2 masuk ke kutup negatif baterai membentuk formasi rangkain *pushpull*, fungsi penyalaan Q1 dan Q2 di atur oleh frekuensi dan PWM generator .

Karna Q1 dan Q2 menyala bergantian maka arah aliran arus berubah bolak-balik sesuai arah lilitan kumparan mengakibatkan induksi elektro magnetic yg berbolak-balik pula yang mengakibatkan kumparan pada sisi sekunder terinduksi. Besar tegangan induksi pada sisi sekunder sesuai dengan perbadingan jumlah kumparan antara sisi primer dan sekunder, keluaran tegangan yang bolak-balik di searahkan menggunakan dioda lalu di filter menggunakan kapasitor untuk menghilangkan riak penyearahan dioda sehingga tegangan dc yg dihasilkan lebih smoth, selanjutnya tegangan dc akan diubah kembali menjadi ac dengan konfigurasi

rangkaian *h-bridge* yaitu konfigurasi empat mosfet yang menyala secara bergantian setiap dua kelompok.

3.7 Diagram Alir Penelitian (*Flowchart*)

Adapun diagram alir (*Flowchart* diagram) untuk mempermudah memahami penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian.

Pada gambar diatas terdapat beberapa blok diagram alir penelitian yang masing-masing berfungsi membentuk suatu aliran yang sesuai pada penelitian supaya tercapai tujuan yang di inginkan. Untuk mulai menentukan pada perancangan alat yang akan dirancang, terlebih dahulu menentukan studi literatur, yang maksudnya tahapan ini merupakan tahap pengumpulan dan pencarian literatur dari berbagai sumber baik skripsi, buku, jurnal, dan makalah ilmiah yang berkaitan.

Setelah di dapatkan studi literaturnya, selanjutnya memilih untuk menentukan dan mempersiapkan alat dan bahan. Dalam menentukan alat dan bahan, harus memilih bahan yang tepat agar alat yang dibuat dapat bekerja dengan baik.

Setelah mendapatkan alat dan bahan, selanjutnya perancangan alat, di sini harus teliti dan berhati-hati pada saat perancangan alat agar alat yang kita gunakan berjalan sesuai dengan apa yang kita inginkan. Dalam penelitian ini penulis memilih komponen yang sesuai dengan spesifikasi dari rangkain ynag dibuat, pemilihan rangkaian yang sesuai dengan, setelah itu mensimulasikan rangkaian dan komponen pada software yang akan digunakan, setelah pensimulasian berjalan dengan baik selanjutnya di lakukan perancangan jalur pcb serta tata letak komponen serapi mungkin.

Setelah pembuatan alat selesai, peneliti melakukan pengujian pada alat yang telah selesai di buat untuk mendapatkan data dan hasil. Pada pengujian alat peneliti juga memakai beberapa alat seperti watt meter, amper meter, cos phi meterdan osiloskop untuk mendapatkan data hasil percobaan.

Setelah melakukan pengujian, peneliti mendapatkan nilai-nilai seperti input, output, cos phi dan gelombang pada watt meter, amper meter, cos phi meter, dan osiloskop.

Setelah mendapatkan data pada percobaan ini selanjutnya peneliti menghitung dan menganalisis data yang telah di peroleh pada saat pengujian alat dengan menghitung daya masukan dan daya keluaran, efisiensi dengan menggunakan berbagai rumus, dan mendapatkan gelombang, jika peneliti tidak mendapatkan hasil yang sesuai maka akan mengulang pada saat melakukan perancangan alat. Setelah itu peneliti mendapatkan kesimpulan pada penelitian yang dilakukan.

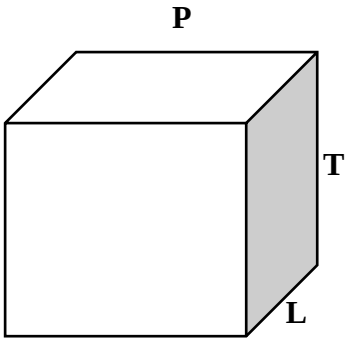
BAB IV

ANALISA DAN HASIL PENELITIAN

4.1 Perancangan Modul Uji Inverter

Dalam bab ini akan dibahas tentang perancangan modul uji inverter yang yang akan dibuat. Perancangan mulai dari mendesain rangka, pembentukan akrilik, dan penetapan komponen yang akan digunakan.

4.1.1 Desain Rangka



Keterangan :

P **:** 37

L : 21

T : 10

4.1.2 Pembentukan Akrilik

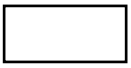
Pembentukan akrilik membutuhkan 6 persegi :

Dua buah akrilik atas dan bawah

P : 37

L : 21

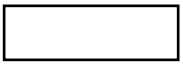
Dua buah akrilik dinding kanan dan kiri



P : 21

L : 10

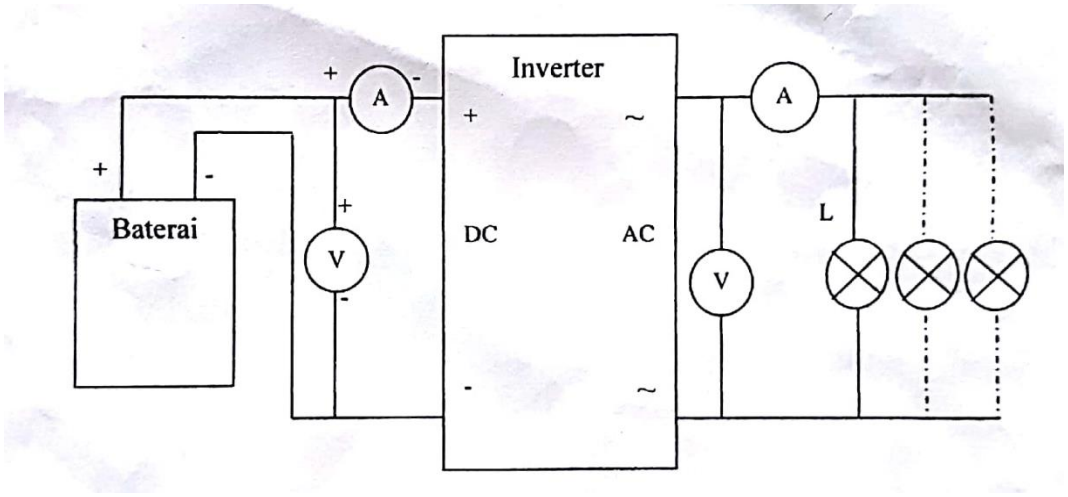
Dua buah akrilik dinding depan dan belakang



P ; 37

L : 10

4.1.3 Perancangan Penetapan Komponen



Gambar 4.1 Blok Diagram Modul Uji Inverter[38]

4.2 Analisa Daya Keluaran, Faktor Daya, dan Efisiensi Inverter

4.2.1 Analisa Hasil Pengujian Menggunakan Alat Ukur

Dari hasil penelitian alat inverter keluaran gelombang modifikasi, didapatkan data menggunakan beban lampu yang di ubah-ubah yang telah di uji di Laboratorium Teknik Elektro Umsu antara lain yaitu :

Input baterai sebelum dibebani = 12,3 Vdc

Output inverter sebelum dibebani = 225 Vac

Arus input sebelum dibebani = 0,43 Adc

Arus output sebelum dibebani = 0,00 Aac

1. Data Pengujian Beban Dengan Menggunakan Inverter.

Tabel 4.1 Data Pengujian Inverter dengan Beban Lampu LHE

Beban (W)	**V_{in} (V_{DC})**	**I_{in} (A_{DC})**	**V_{out} (V_{AC})**	**I_{out} (A_{AC})**	**frekuensi (H_Z)**	**Cos θ**
8	12,3	1,87	225	0,04	50	0,67
11	12,3	2,08	224	0,05	50	0,71
14	12,2	2,29	223	0,07	50	0,73
18	12,2	2,66	224	0,09	50	0,74

Tabel 4.2 Data Pengujian Inverter dengan Beban Lampu LED

Beban (W)	**V_{in} (V_{DC})**	**I_{in} (A_{DC})**	**V_{out} (V_{AC})**	**I_{out} (A_{AC})**	**frekuensi (H_Z)**	**Cos θ**
3	12,3	1,47	226	0,01	50	0,80
5	12,3	1,64	226	0,02	50	0,84
7	12,2	1,84	223	0,04	50	0,80
9	12,2	2,07	225	0,04	50	0,86

Tabel 4.3 Data Pengujian Inverter dengan Beban Lampu Pijar

Beban (W)	**V_{in} (V_{DC})**	**I_{in} (A_{DC})**	**V_{out} (V_{AC})**	**I_{out} (A_{AC})**	**frekuensi (H_Z)**	**Cos θ**
5	12,2	2,88	224	0,07	50	0,99
25	12,1	3,59	224	0,10	50	0,99
45	12,0	5,15	224	0,17	50	0,99
75	11,9	8,51	220	0,31	50	0,99

2. Data Pengujian Beban Dengan Menggunakan Tegangan Listrik PLN

Tabel 4.4 Data Pengujian Tegangan Listrik PLN Dengan Beban Lampu LHE

Beban (W)	**V_{out} (V_{AC})**	**I_{out} (A_{AC})**	**frekuensi (H_Z)**	**Cos θ**
8	218	0,04	50	0,68
11	218	0,06	50	0,68
14	218	0,07	50	0,66
18	218	0,11	50	0,66

Tabel 4.5 Data Pengujian Tegangan Listrik PLN Dengan Beban Lampu LED

Beban (W)	**V_{out} (V_{AC})**	**I_{out} (A_{AC})**	**frekuensi (H_Z)**	**Cos θ**
3	218	0,02	50	0,52
5	218	0,03	50	0,53
7	218	0,05	50	0,66
9	218	0,07	50	0,56

Tabel 4.6 Data Pengujian Tegangan Listrik PLN Dengan Beban Lampu Pijar

Beban (W)	**V_{out} (V_{AC})**	**I_{out} (A_{AC})**	**frekuensi (H_Z)**	**Cos θ**
5	217	0,07	50	0,99
25	217	0,10	50	0,99
45	217	0,16	50	0,99
75	217	0,30	50	0,99

Perhitungan beban lampu setelah melakukan penelitian menggunakan inverter dan menghasilkan gelombang keluaran modifikasi ialah:

Beban Lampu LHE 8 Watt

Cos phi = 0,68

Vin = 12,3 V

Iin = 1,87 A

Pin = Vin × Iin

= 12,3 × 1,87

= 23,001 Watt

Vout = 225 Volt

Iout = 0,04 Ampere

Pout = Vout × Iout × Cos phi

= 225 × 0,04 × 0,67

= 6,03 Watt

S = V × I

= 225 × 0,04

= 8,96 VA

Q = $\sqrt{S^2 - P^2}$

= $\sqrt{8{,}96^2 - 6{,}03^2}$

= $\sqrt{80{,}28 - 36{,}36}$

= $\sqrt{43{,}92}$

= 6,62 VAR

Beban Lampu LHE 11 Watt

Cos phi = 0,71

Vin = 12,3 V

Iin = 2,08 A

Pin = $\text{Vin} \times \text{Iin}$

= $12{,}3 \times 2{,}08$

= 25,58 Watt

Vout = 224 V

Iout = 0,05 A

Pout = $\text{Vout} \times \text{Iout} \times \text{Cos phi}$

= $224 \times 0{,}05 \times 0{,}71$

= 7,95 W

S = $\text{V} \times \text{I}$

= $224 \times 0{,}04$

= 11,2 VA

Q = $\sqrt{S^2 - P^2}$

= $\sqrt{11{,}2^2 - 7{,}95^2}$

= $\sqrt{125{,}44 - 63{,}20}$

= $\sqrt{62{,}24}$

= 7,89 VAR

Beban Lampu LHE 14 Watt

Cos phi = 0,73

Vin = 12,2 V

Iin = 2,29 A

Pin = $\text{Vin} \times \text{Iin}$

= $12{,}2 \times 2{,}29$

= 27,938 W

Vout = 223 V

Iout = 0,07 A

Pout = $\text{Vout} \times \text{Iout} \times \text{Cos phi}$

= $223 \times 0{,}07 \times 0{,}73$

= 11,39 W

S = $\text{V} \times \text{I}$

= $223 \times 0{,}07$

= 15,61 VA

Q = $\sqrt{S^2 - P^2}$

= $\sqrt{15{,}61^2 - 11{,}39^2}$

= $\sqrt{243{,}67 - 129{,}72}$

= $\sqrt{113{,}95}$

= 10,67 VAR

Beban Lampu LHE 18 Watt

Cos phi = 0,74

Vin = 12,2 V

Iin = 2,66 A

Pin = Vin × Iin

= 12,2 × 2,66

= 32,45 W

Vout = 224 V

Iout = 0,09 A

Pout = Vout × Iout × Cos phi

= 224 × 0,09 × 0,74

= 14,92 W

S = V × I

= 224 × 0,0

= 20,16 VA

Q = $\sqrt{S^2 - P^2}$

= $\sqrt{20{,}16^2 - 14{,}92^2}$

= $\sqrt{406{,}43 - 222{,}60}$

= $\sqrt{183{,}83}$

= 13,55 VAR

Beban Lampu LED 3 Watt

Cos phi = 0,80

Vin = 12,3 V

Iin = 1,47 A

Pin = Vin × Iin

= 12,3 × 1,47

= 18,08 W

Vout = 226 V

Iout = 0,01 A

Pout = Vout × Iout × Cos phi

= 226 × 0,01 × 0,80

= 1,83 W

S = V × I

= 226 × 0,80

= 2,26 VA

Q = $\sqrt{S^2 - P^2}$

= $\sqrt{2{,}26^2 - 1{,}83^2}$

= $\sqrt{5{,}11 - 3{,}34}$

= $\sqrt{1{,}77}$

= 1,33 VAR

Beban Lampu LED 5 Watt

Cos phi = 0,84

Vin = 12,3 V

Iin = 1,64 A

Pin = $\text{Vin} \times \text{Iin}$

= $12{,}3 \times 1{,}64$

= 20,17 W

Vout = 226 V

Iout = 0,02 A

Pout = $\text{Vout} \times \text{Iout} \times \text{Cos phi}$

= $226 \times 0{,}02 \times 0{,}84$

= 3,79 W

S = $\text{V} \times \text{I}$

= $226 \times 0{,}02$

= 4,52 VA

Q = $\sqrt{S^2 - P^2}$

= $\sqrt{4{,}52^2 - 3{,}79^2}$

= $\sqrt{20{,}43 - 14{,}36}$

= $\sqrt{6.07}$

= 2,46 VAR

Beban Lampu LED 7 Watt

Cos phi = 0,80

Vin = 12,2 V

Iin = 1,84 A

Pin = Vin × Iin

= 12,2 × 1,84

= 22,45 W

Vout = 223 V

Iout = 0,04 A

Pout = Vout × Iout × Cos phi

= 223 × 0,04 × 0,80

= 7,13 W

S = V × I

= 223 × 0,04

= 8,92 VA

Q = $\sqrt{S^2 - P^2}$

= $\sqrt{8{,}92^2 - 7{,}13^2}$

= $\sqrt{79{,}56 - 50{,}83}$

= $\sqrt{28{,}73}$

= 5,36 VAR

Beban Lampu LED 9 Watt

Cos phi = 0,86

Vin = 12,2 V

Iin = 2,07 A

Pin = Vin × Iin

= 12,2 × 2,07

= 25,25 W

Vout = 225 V

Iout = 0,04 A

Pout = Vout × Iout × Cos phi

= 225 × 0,04 × 0,86

= 7,74 W

S = V × I

= 225 × 0,04

= 9.04 VA

Q = $\sqrt{S^2 - P^2}$

= $\sqrt{9{,}04^2 - 7{,}74^2}$

= $\sqrt{81{,}72 - 59{,}90}$

= $\sqrt{21{,}82}$

= 4,67 VAR

Beban Lampu Pijar 5 Watt

Cos phi = 0,99

Vin = 12,2 V

Iin = 2,88 A

Pin = Vin × Iin

= 12,2 × 2,88

= 35,14 W

Vout = 224 V

Iout = 0,07 A

Pout = Vout × Iout × Cos phi

= 224 × 0,07 × 0,99

= 15,52 W

S = V × I

= 224 × 0,07

= 15,68 VA

Q = $\sqrt{S^2 - P^2}$

= $\sqrt{15{,}68^2 - 15{,}52^2}$

= $\sqrt{245{,}86 - 240{,}87}$

= $\sqrt{4{,}99}$

= 2,23 VAR

Beban Lampu Pijar 25 Watt

Cos phi = 0,99

Vin = 12,1 V

Iin = 3,59 A

Pin = Vin × Iin

= 12,1 × 3,59

= 43,43 W

Vout = 224 V

Iout = 0,10 A

Pout = Vout × Iout × Cos phi

= 224 × 0,010 × 0,99

= 22,17 W

S = V × I

= 224 × 0,10

= 22,4 VA

Q = $\sqrt{S^2 - P^2}$

= $\sqrt{22{,}4^2 - 22{,}17^2}$

= $\sqrt{501{,}76 - 491{,}51}$

= $\sqrt{10{,}25}$

= 3,20 VAR

Beban Lampu Pijar 40 Watt

Cos phi = 0,99

Vin = 12,0 V

Iin = 5,15 A

Pin = Vin × Iin

= 12,0 × 5,15

= 61,8 W

Vout = 224 V

Iout = 0,17 A

Pout = Vout × Iout × Cos phi

= 224 × 0,17 × 0,99

= 37,69 W

S = V × I

= 224 × 0,17

= 38,08 VA

Q = $\sqrt{S^2 - P^2}$

= $\sqrt{38{,}08^2 - 37{,}69^2}$

= $\sqrt{1450{,}08 - 1420{,}53}$

= $\sqrt{29{,}55}$

= 5,43 VAR

Beban Lampu Pijar 75 Watt

Cos phi = 0,99

Vin = 11,9 V

Iin = 8,51 A

Pin = $\text{Vin} \times \text{Iin}$

= $11{,}9 \times 8{,}51$

= 101,27 W

Vout = 220 V

Iout = 0,31 A

Pout = $\text{Vout} \times \text{Iout} \times \text{Cos phi}$

= $220 \times 0{,}31 \times 0{,}99$

= 67,52 W

S = $\text{V} \times \text{I}$

= $220 \times 0{,}31$

= 68,2 VA

Q = $\sqrt{S^2 - P^2}$

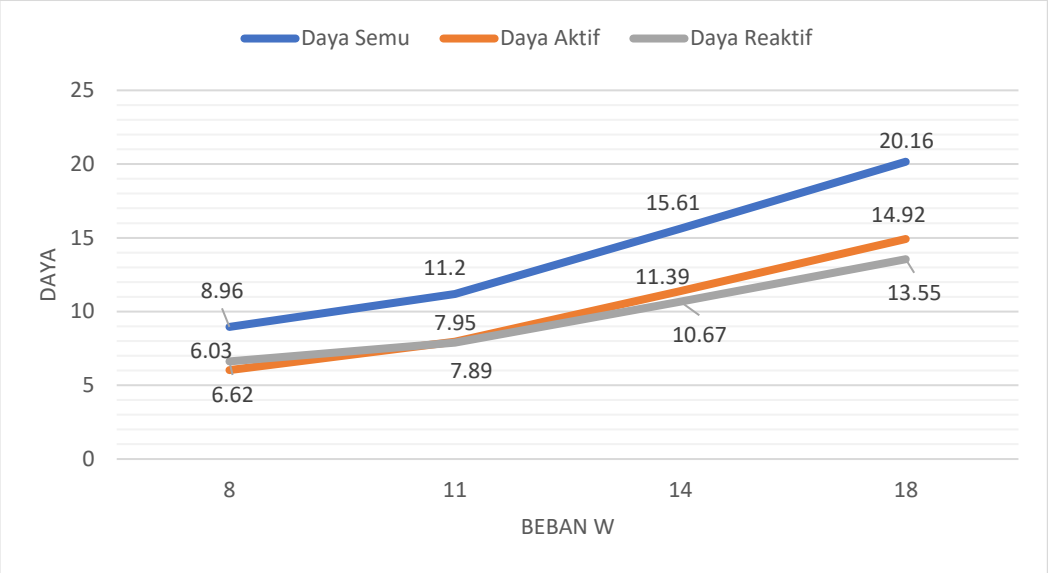
= $\sqrt{68{,}2^2 - 67{,}52^2}$

= $\sqrt{4651{,}24 - 4558{,}95}$

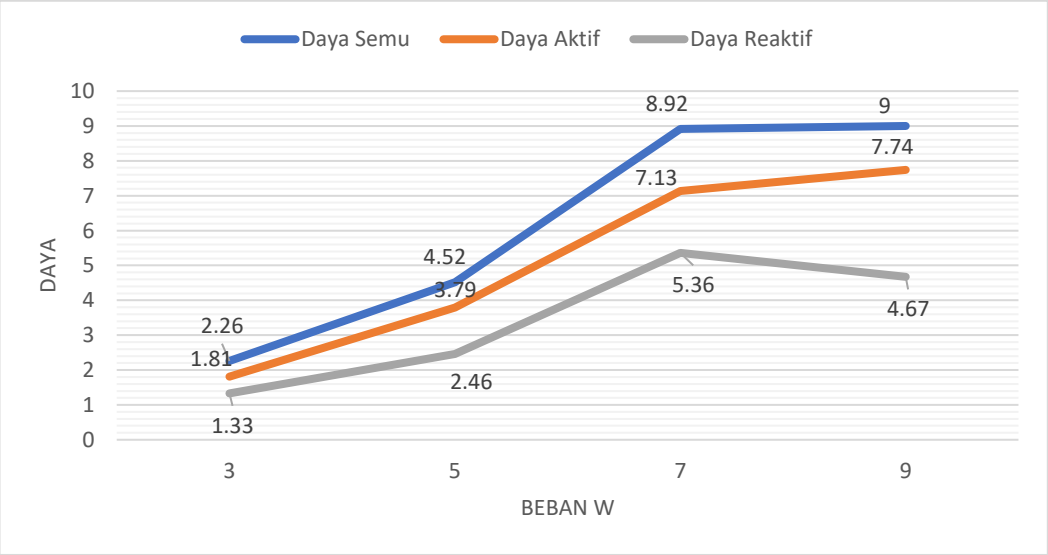
= $\sqrt{92{,}59}$

= 9,62 VAR

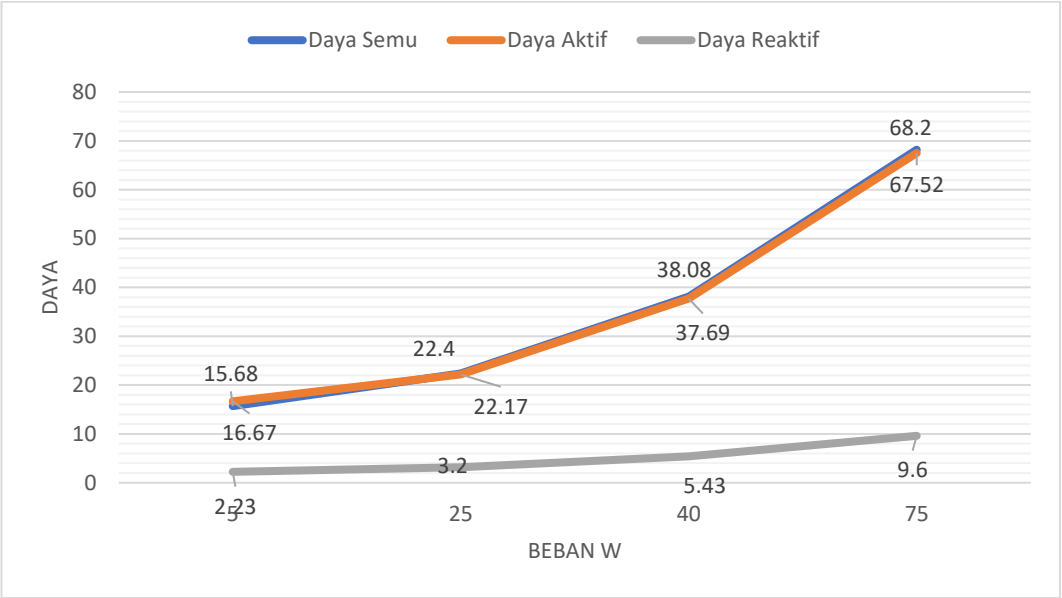
Berdasarkan pada perhitungan Analisa diatas, terlihat bahwa nilai tegangan masukan, nilai arus masukan dan nilai tegangan keluaran alat akan berubah-ubah sesuai dengan nilai beban lampu yang terpasang pada system, grafik perbandingan antara beban terhadap daya aktif, semu dan reaktif dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



Grafik 4. 1 Perbandingan Beban Lampu LHE Terhadap Daya Semu, Daya Aktif, dan Daya Reaktif Beban dengan Inverter



Grafik 4. 2 Perbandingan Beban Lampu LED Terhadap Daya Semu, Daya Aktif, dan Daya Reaktif Beban dengan inverter



Grafik 4. 3 Perbandingan Beban Lampu Pijar Terhadap Daya Semu, Daya Aktif, dan Daya Reaktif Beban dengan inverter

Perhitungan beban lampu setelah melakukan penelitian menggunakan tegangan dari PLN ialah :

Beban Lampu LHE 8 Watt

Cos phi = 0,68

Vout = 218 V

Iout = 0,04 A

Pout = $\text{Vout} \times \text{Iout} \times \text{Cos phi}$

= $218 \times 0{,}04 \times 0{,}68$

= 5,93 W

S = $\text{V} \times \text{I}$

= $218 \times 0{,}04$

= 8,72 VA

Q = $\sqrt{S^2 - P^2}$

= $\sqrt{8{,}72^2 - 5{,}93^2}$

= $\sqrt{76{,}04 - 35{,}16}$

= $\sqrt{40{,}88}$

= 6,39 VAR

Beban Lampu LHE 11 Watt

Cos phi = 0,68

Vout = 218 V

Iout = 0,06 A

Pout = $\text{Vout} \times \text{Iout} \times \text{Cos phi}$

= $218 \times 0{,}06 \times 0{,}68$

= 8,89 W

S = V × I

= 218 × 0,06

= 13,08 VA

Q = $\sqrt{S^2 - P^2}$

= $\sqrt{13{,}08^2 - 8{,}89^2}$

= $\sqrt{171{,}08 - 79{,}03}$

= $\sqrt{92{,}05}$

= 9,59 VAR

Beban Lampu LHE 14 Watt

Cos phi = 0,66

Vout = 218 V

Iout = 0,07 A

Pout = Vout × Iout × Cos phi

= 218 × 0,07 × 0,66

= 10,07 W

S = V × I

= 218 × 0,07

= 15,26 VA

Q = $\sqrt{S^2 - P^2}$

= $\sqrt{15{,}26^2 - 10{,}07^2}$

= $\sqrt{232{,}86 - 101{,}40}$

= $\sqrt{131{,}46}$

= 11,46 VAR

Beban Lampu LHE 18 Watt

Cos phi = 0,66

Vout = 218 V

Iout = 0,11 A

Pout = $\text{Vout} \times \text{Iout} \times \text{Cos phi}$

= $218 \times 0{,}11 \times 0{,}66$

= 15,82 W

S = $\text{V} \times \text{I}$

= $218 \times 0{,}11$

= 23,98 VA

Q = $\sqrt{S^2 - P^2}$

= $\sqrt{23{,}98^2 - 15{,}82^2}$

= $\sqrt{575{,}04 - 250{,}27}$

= $\sqrt{324{,}77}$

= 18,02 VAR

Beban Lampu LED 3 Watt

Cos phi = 0,52

Vout = 218 V

Iout = 0,02 A

Pout = $\text{Vout} \times \text{Iout} \times \text{Cos phi}$

= $218 \times 0{,}02 \times 0{,}52$

= 2,27 W

S = $\text{V} \times \text{I}$

= $218 \times 0{,}02$

= 4,36 VA

Q = $\sqrt{S^2 - P^2}$

= $\sqrt{4{,}36^2 - 2{,}27^2}$

= $\sqrt{19{,}01 - 5{,}15}$

= $\sqrt{13{,}86}$

= 3,72 VAR

Beban Lampu LED 5 Watt

Cos phi = 0,53

Vout = 218 V

Iout = 0,03 A

Pout = Vout × Iout × Cos phi

= 218 × 0,03 × 0,53

= 3,46 W

S = V × I

= 218 × 0,03

= 6,54 VA

Q = $\sqrt{S^2 - P^2}$

= $\sqrt{6{,}54^2 - 3{,}46^2}$

= $\sqrt{42{,}77 - 11{,}97}$

= $\sqrt{30.8}$

= 5,54 VAR

Beban Lampu LED 7 Watt

Cos phi = 0,66

Vout = 218 V

Iout = 0,05 A

Pout = $\text{Vout} \times \text{Iout} \times \text{Cos phi}$

= $218 \times 0{,}05 \times 0{,}66$

= 7,19 W

S = $\text{V} \times \text{I}$

= $218 \times 0{,}05$

= 10,9 VA

Q = $\sqrt{S^2 - P^2}$

= $\sqrt{10{,}9^2 - 7{,}19^2}$

= $\sqrt{118{,}81 - 51{,}69}$

= $\sqrt{67{,}12}$

= 8,19 VAR

Beban Lampu LED 9 Watt

Cos phi = 0,55

Vout = 218 V

Iout = 0,07 A

Pout = $\text{Vout} \times \text{Iout} \times \text{Cos phi}$

= $218 \times 0{,}07 \times 0{,}55$

= 8,39 W

S = $\text{V} \times \text{I}$

= $218 \times 0{,}07$

= 15,26 VA

Q = $\sqrt{S^2 - P^2}$

= $\sqrt{15{,}26^2 - 8{,}39^2}$

= $\sqrt{232{,}86 - 70{,}39}$

= $\sqrt{162{,}47}$

= 12,74 VAR

Beban Lampu Pijar 5 Watt

Cos phi = 0,99

Vout = 217 V

Iout = 0,07 A

Pout = Vout × Iout × Cos phi

= 217 × 0,07 × 0,99

= 15,04 W

S = V × I

= 217 × 0,07

= 15,19 VA

Q = $\sqrt{S^2 - P^2}$

= $\sqrt{15{,}19^2 - 15{,}04^2}$

= $\sqrt{230{,}73 - 226{,}20}$

= $\sqrt{4{,}53}$

= 2,19 VAR

Beban Lampu Pijar 25 Watt

Cos phi = 0,99

Vout = 217 V

Iout = 0,10 A

Pout = $\text{Vout} \times \text{Iout} \times \text{Cos phi}$

= $217 \times 0{,}10 \times 0{,}99$

= 21,48 W

S = $\text{V} \times \text{I}$

= $217 \times 0{,}10$

= 21,7 VA

Q = $\sqrt{S^2 - P^2}$

= $\sqrt{21{,}7^2 - 21{,}48^2}$

= $\sqrt{470{,}89 - 461{,}39}$

= $\sqrt{9.5}$

= 3,08 VAR

Beban Lampu Pijar 40 Watt

Cos phi = 0,99

Vout = 217 V

Iout = 0,16 A

Pout = $\text{Vout} \times \text{Iout} \times \text{Cos phi}$

= $217 \times 0{,}16 \times 0{,}99$

= 34,37 W

S = $\text{V} \times \text{I}$

= $217 \times 0{,}16$

$= 34{,}72$ VA

Q $= \sqrt{S^2 - P^2}$

$= \sqrt{34{,}72^2 - 34{,}37^2}$

$= \sqrt{1205{,}47 - 1181{,}29}$

$= \sqrt{24{,}18}$

$= 4{,}91$ VAR

Beban Lampu Pijar 75 Watt

Cos phi = 0,99

Vout = 217 V

Iout = 0,30 A

Pout = $\text{Vout} \times \text{Iout} \times \text{Cos phi}$

$= 217 \times 0{,}30 \times 0{,}99$

$= 64{,}44$ W

S $= \text{V} \times \text{I}$

$= 217 \times 0{,}30$

$= 65{,}1$ VA

Q $= \sqrt{S^2 - P^2}$

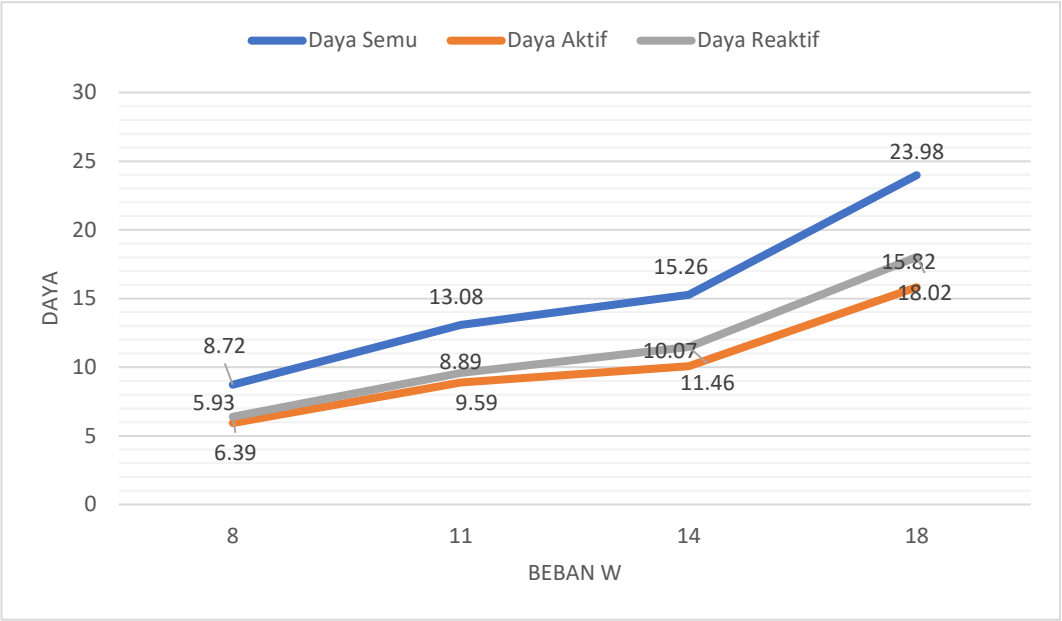
$= \sqrt{65{,}1^2 - 64{,}44^2}$

$= \sqrt{4238{,}01 - 4152{,}51}$

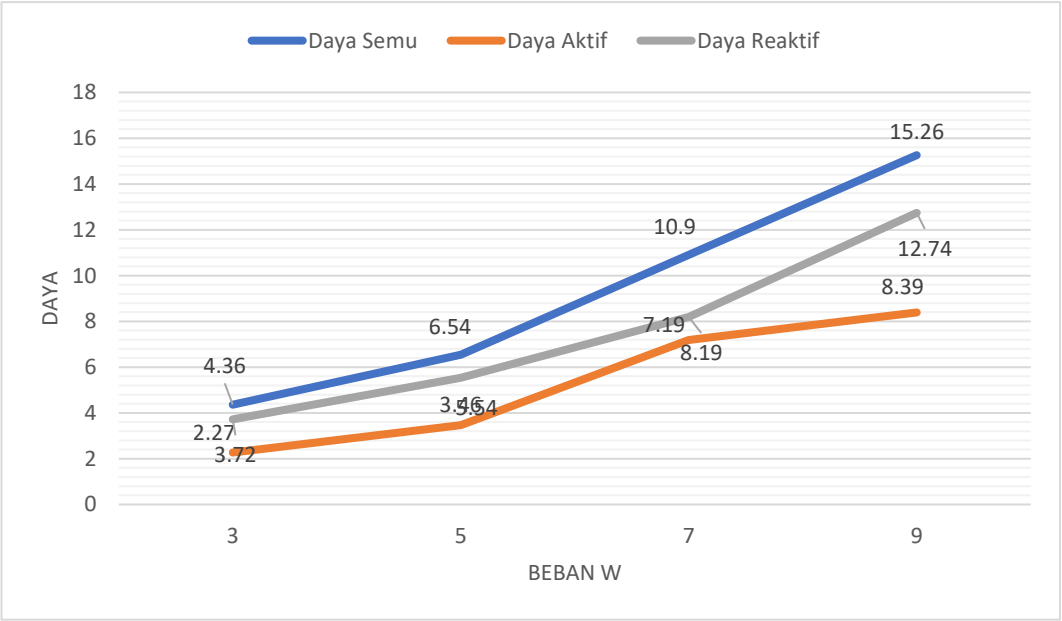
$= \sqrt{85{,}5}$

$= 9{,}24$ VAR

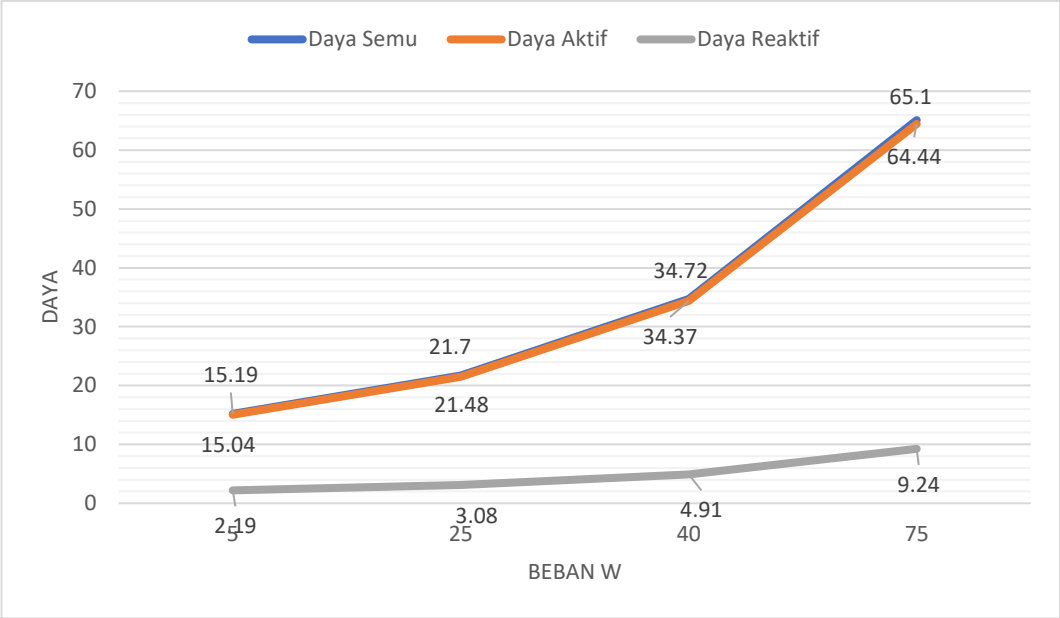
Grafik perbandingan antara beban terhadap daya semu, daya aktif, dan daya reaktif beban tanpa menggunakan inverter (langsung tegangan PLN).



Grafik 4. 4 Perbandingan Beban Lampu LHE Terhadap Daya Semu, Daya Aktif, dan Daya Reaktif Beban dengan Tegangan PLN

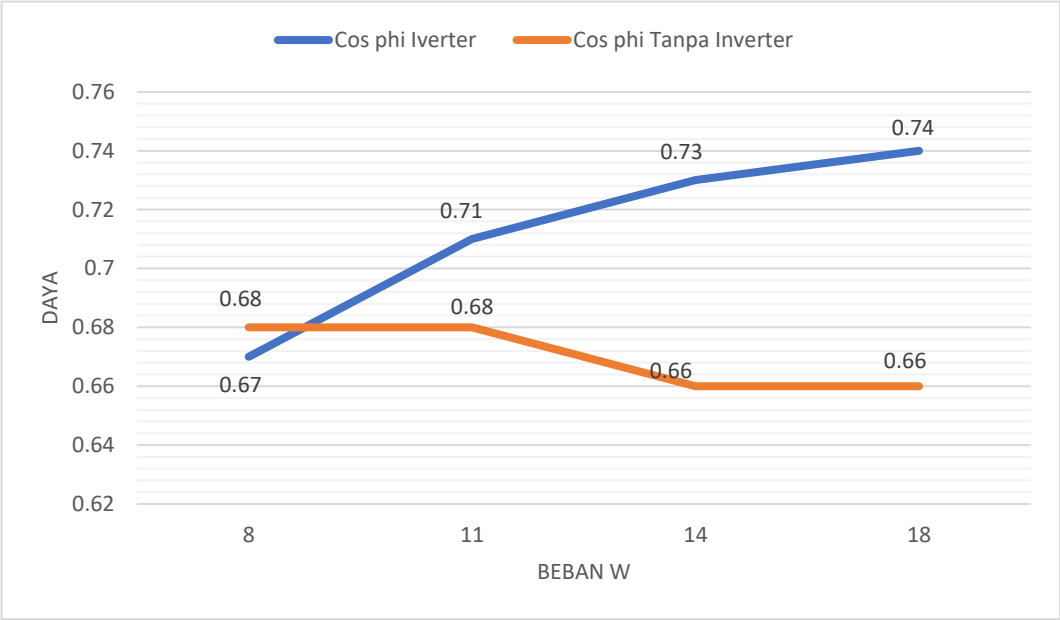


Grafik 4. 5 Perbandingan Beban Lampu LED Terhadap Daya Semu, Daya Aktif, dan Daya Reaktif Beban dengan Tegangan PLN

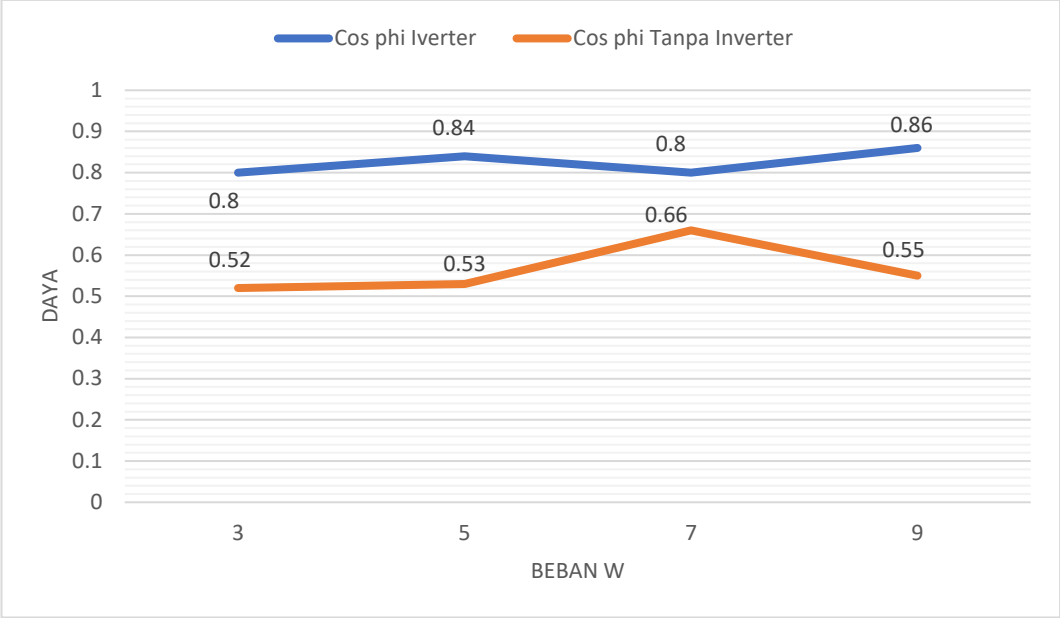


Grafik 4. 6 Perbandingan Beban Lampu Pijar Terhadap Daya Semu, Daya Aktif, dan Daya Reaktif Beban dengan Tegangan PLN

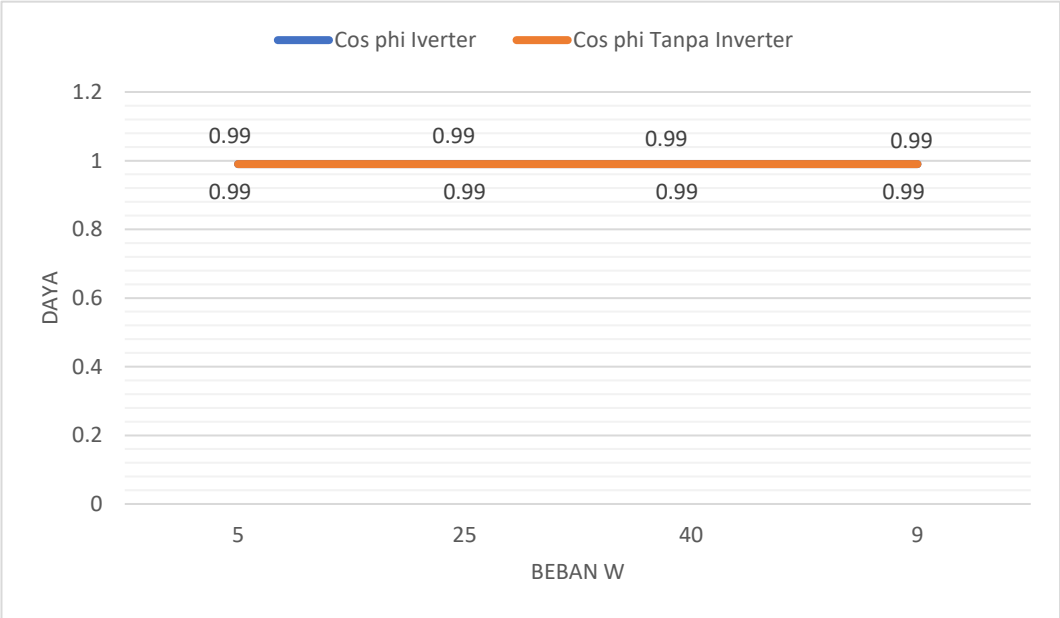
Grafik perbandingan antara beban terhadap cos phi pembebanan dengan menggunakan inverter dan cos phi pembebanan langsung dari jala-jala PLN (tanpa inverter).



Grafik 4. 7 Perbandingan Beban Lampu LHE Terhadap Cos phi Pembebanan dengan Menggunakan inverter dan Tanpa Inverter



Grafik 4. 8 Perbandingan Beban Lampu LED Terhadap Cos phi Pembebanan dengan Menggunakan inverter dan Tanpa Inverter



Grafik 4. 9 Perbandingan Beban Lampu Pijar Terhadap Cos phi Pembebanan dengan Menggunakan inverter dan Tanpa Inverter

4.2.2 Analisa Hasil Pengujian Menggunakan Osiloskop

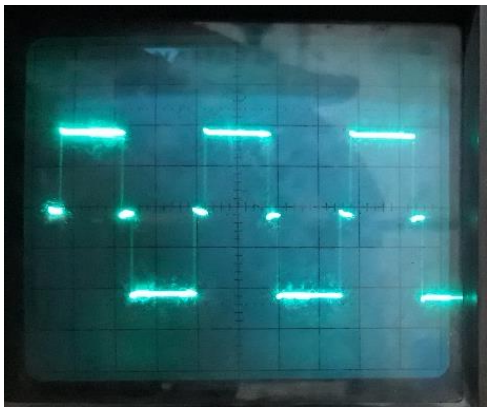
Tanpa Beban

Tosc = 3,9

Time/Div = 5 mS = 5 x 10^{-3} S

Vosc = 4,3

Volt/Div = 5 Volt



Gambar 4.2 Grafik Osiloskop Tanpa Beban

$$T = Tosc \times Time/Div$$

$$= 3{,}9 \times 5 \times 10^{-3} S$$

$$= 19{,}5 \times 10^{-3} S$$

$$F = \frac{1}{T}$$

$$= \frac{1}{19{,}5 \times 10^{-3} S}$$

$$= 51{,}28\ Hz$$

$$Vpp = Vosc \times Volt/Div$$

$$= 4{,}3 \times 5\ Volt$$

$$= 21{,}5\ Volt$$

$$V\ pengujian = Vpp \times probe$$

$$= 21{,}5 \times 10$$

$$= 215\ Volt$$

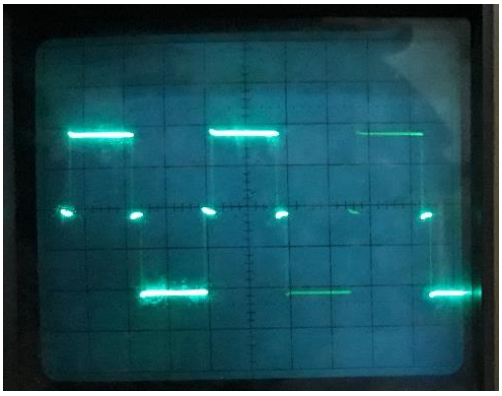
Beban Lampu LHE

Tosc = 3,85

Time/Div = 5 mS = 5 x 10^{-3} S

Vosc = 4,2

Volt/Div = 5 Volt



Gambar 4.3 Grafik Osiloskop Lampu LHE

$$T = Tosc \times Time/Div$$

$$= 3{,}85 \times 5 \times 10^{-3} S$$

$$= 19{,}25 \times 10^{-3} S$$

$$F = \frac{1}{T}$$

$$= \frac{1}{19{,}25 \times 10^{-3} S}$$

$$= 51{,}94\ Hz$$

$$Vpp = Vosc \times Volt/Div$$

$$= 4{,}2 \times 5\ Volt$$

$$= 21\ Volt$$

$$V\ pengujian = Vpp \times probe$$

$$= 21 \times 10$$

$$= 210\ Volt$$

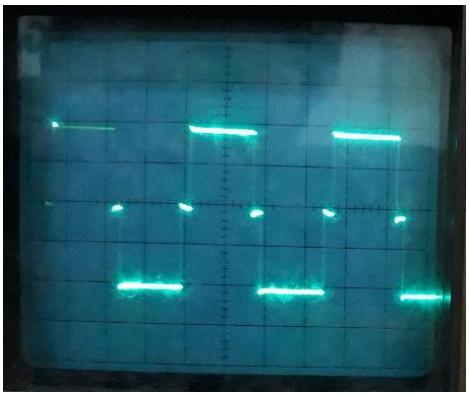
Beban Lampu LED

Tosc = 3,75

Time/Div = 5 mS = 5 x 10^{-3} S

Vosc = 4,2

Volt/Div = 5 Volt



Gambar 4.4 Grafik Osiloskop Lampu LED

$$T = Tosc \times Time/Div$$

$$= 3{,}75 \times 5 \times 10^{-3} S$$

$$= 18{,}75 \times 10^{-3} S$$

$$F = \frac{1}{T}$$

$$= \frac{1}{18{,}75 \times 10^{-3} S}$$

$$= 53{,}33\ Hz$$

$$Vpp = Vosc \times Volt/Div$$

$$= 4{,}2 \times 5\ Volt$$

$$= 21\ Volt$$

$$V\ pengujian = Vpp \times probe$$

$$= 21 \times 10$$

$$= 210\ Volt$$

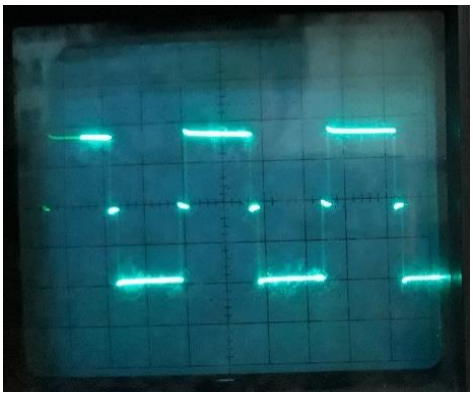
Beban Lampu Pijar

Tosc = 3,7

Time/Div = 5 mS = 5 x 10^{-3} S

Vosc = 3,9

Volt/Div = 5 Volt



Gambar 4.5 Osiloskop Beban Lampu Pijar

$$T = Tosc \times Time/Div$$

$$= 3{,}7 \times 5 \times 10^{-3} S$$

$$= 18{,}5 \times 10^{-3} S$$

$$F = \frac{1}{T}$$

$$= \frac{1}{18{,}5 \times 10^{-3} S}$$

$$= 54{,}05\ Hz$$

$$Vpp = Vosc \times Volt/Div$$

$$= 3{,}9 \times 5\ Volt$$

$$= 19{,}5\ Volt$$

$$V\ pengujian = Vpp \times probe$$

$$= 19{,}5 \times 10$$

$$= 195\ Volt$$

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian baik secara pengukuran maupun secara perhitungan dari analisis factor daya pada berbagai lampu dengan menggunakan inverter, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Modul uji inverter mempermudah penelitian yang akan dilakukan, dari sumber DC 12V untuk bisa langsung di gunakan pada tegangan AC 220V agar bisa menghidupkan lampu pada fiting lampu yang terpasang pada modul ini. Dan akan terlihat nilai-nilai pada alat ukur yang sudah dirancang pada modul uji ini.
2. Cos phi pada berbagai lampu dengan menggunakan inverter jauh lebih baik dari pada tanpa menggunakan inverter dimana jika menggunakan inverter, cos phi pada lampu LHE diperoleh nilai 0,67 s/d 0,74 sedangkan tanpa menggunakan inverter 0,68 s/d 0,66 pada lampu LED dengan inverter diperoleh 0,80 s/d 0,86 tanpa inverter nilainya 0,52 s/d 0,55 tetapi pada lampu pijar cos phi yang di dapat dengan memakai inverter atau tanpa inverter tetap menghasilkan nilai cos phi 0,99.

5.2 Saran

1. Apabila pada saat melakukan penelitian ini lebih bagus jika pada baterai di pasang regulator pengecasan baterai agar tegangan pada baterai tidak drop, karna pada saat menjalankan penelitian ini daya masukan di ambil dengan menggunakan baterai.
2. Pada penelitian skripsi ini lebih baik jika menggunakan inverter gelombang keluaran sinus murni (*pure sine wave)*, karna sumber tegangan sinus memiliki sudut penyalaan dan pemutusan tiap-tiap gelombang yang lebih landai sehingga tidak merusak peralatan terutama peralatan yang bersifat induktif yang mengakibatkan tegangan balik yang cukup besar dari tiap-tiap pemutusan gelombang hal ini dapat juga menyebabkan rusaknya inverter.

DAFTAR PUSTAKA

[1] S. N. Hutagalung, M. Panjaitan, and I. Pendahuluan, "PROTYPE RANGKAIAN INVERTER DC KE AC 900 WATT," vol. 16, pp. 278–280, 2017.

[2] I. Sayekti, "Rancang bangun modul inverter gelombang sinus menggunakan LPF orde dua sebagai pengubah gelombang kotak menjadi sinus," vol. 11, no. 2, pp. 96–103, 2015.

[3] E. A. T. Yuwono and M. Facta, "Inverter Multi Level Tipe Jembatan Satu Fasa Tiga Tingkat," *Transmisi*, vol. 13, no. 4, pp. 135–140, 2011.

[4] H. Matalata and I. Hamid, "PENGEMBANGAN TOPOLOGI INVERTER MULTILEVEL TIGA TINGKAT SATU FASA TIPE DIODE CLAMPED DENGAN," no. 3, 2016.

[5] F. A. Samman, R. Ahmad, and M. Mustafa, "Perancangan , Simulasi dan Analisis Harmonisa Rangkaian Inverter Satu Fasa," *62 JNTETI, Vol.4, No.1, Februari 2015*, vol. 4, no. 1, pp. 62–70, 2015.

[6] N. Utomo, M. Facta, D. Ph, and I. A. N. M, "ANALISIS KERJA INVERTER JEMBATAN PENUH DENGAN Rangkaian Pasif Lc Beban Paralel," *Transient*, vol. 4, p. 148, 2015.

[7] F. A. Syafriarso and M. Facta, "PIRANTI PENSAKLARAN BERBASISKAN IGBT DAN MOSFET," 2015.

[8] S. A. Lawal and A. O. Michael, "EVALUATION OF 1kVA PURE SINE WAVE POWER," vol. 6, no. 3, pp. 1288–1303, 2015.

[9] A. Rusdiyanto, "Perancangan Inverter Sinusoida 1 Fasa dengan Aplikasi Pemrograman Rumus Parabola dan Segitiga Sebagai Pembangkit Pulsa PWM," *Peranc. Invert. Sinus*, pp. 1–7, 2014.

[10] N. Utomo, M. Facta, D. Ph, and I. A. N. (Universitas D. M, "Perancangan Inverter Jembatan Penuh Dengan Rangkaian Pasif Lc Beban Paralel," *Transient*, vol. 2, no. 4, pp. 1–7, 2013.

[11] R. Dewi, "Pembuatan Rangkaian Inverter Dari DC ke AC," 2011.

[12] F. Teknik *et al.*, "STUDI KOMPARASI LAMPU PIJAR , LED , LHE DAN TL YANG ADA DIPASARAN TERHADAP ENERGI YANG TERPAKAI," vol. 02, no. 01, pp. 24–29, 2016.

[13] P. Arus, L. Ac, D. Indonesia, and T. Ac, "Pengertian arus listrik AC dan DC," *J. Artik.*, no. I, p. 1, 2013.

[14] S. Ac, "Pengertian Arus Listrik AC dan DC Arus listrik bolak-balik atau AC (= Alternating Current)," no. V, pp. 2–4.

[15] elektro universitas Malang, "Karakteristik sinyal AC dan DC," 2014.

[16] H. Haryanto, "Pembuatan Modul Inverter sebagai Kendali Kecepatan Putaran Motor Induksi," *Rekayasa*, vol. 4, no. 1, pp. 9–20, 2011.

[17] N. Harun, D. Yunus, S. Pengajar, T. Elektro, and P. Negeri, "PENGATURAN TEGANGAN OUTPUT."

[18] S. Nasution, J. T. Elektro, and P. N. Jakarta, “Analisis Sistem Kerja Inverter untuk Mengubah Kecepatan Motor Induksi Tiga Phasa sebagai Driver Robot,” vol. 3, no. 2, pp. 139–143, 2012.

[19] Y. A. Sinaga, A. S. Samosir, and A. Haris, “Rancang Bangun Inverter 1 Phasa dengan Kontrol Pembangkit Pulse Width Modulation (PWM),” *Electrician*, vol. 11, no. 2, pp. 81–90, 2017.

[20] I. Syukron, “Pembuatan Inverter Untuk Air Conditioner,” vol. 5, no. 2, 2013.

[21] P. A. Fotovoltaik, “Inverter dual conversion push pull-full bridge.”

[22] H. Inverter, B. Chopper, and P. Conditioner, “H-Bridge Inverter dengan Boost-up Chopper sebagai Pengondisi Daya Photovoltaic,” vol. 7, no. 2, 2011.

[23] S. A. Kurniawan, A. Warsito, and M. Facta, “Perancangan Inverter Pushpull Sebagai Catu Daya Frekuensi Tinggi Untuk Rangkaian Resonansi Kumparan Tesla,” *Jur. Tek. Elektro UNDIP*, 2014.

[24] M. Chanif, S. Sarwito, and E. S. K, “Analisa Pengaruh Penambahan Kapasitor Terhadap Proses Pengisian Baterai Wahana Bawah Laut,” *J. Tek. Pomits*, vol. 3, no. 1, pp. 1–6, 2014.

[25] F. S. Agung and M. Farhan, “Sistem Deteksi Asap Rokok Pada Ruangan Bebas Asap Rokok Dengan Keluaran Suara,” pp. 1–9, 2009.

[26] D. Hariyanto, “Studi Penentuan Nilai Resistor Menggunakan Seleksi Warna Model Hsi Pada Citra 2D,” *Telkomnika*, vol. 7, no. 1, pp. 13–22, 2009.

[27] D. P. Oktavia, Y. Hamzah, N. S. Rahmondia, and L. Umar, “Karakterisasi Dan Simulasi Dioda Pn Mempergunakan Alat Uji Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega8a,” *J. Komun. Fis. Indones. Jur. Fiska FMIPA Univ. Riau Pekanbaru. Ed. April 2016. ISSN.1412-2960*, no. April, pp. 781–786, 2016.

[28] J. Linggarjati, “PADA PENGENDALI ELEKTRONIKA MOTOR BLDC PEMBAHASAN Karakteristik Mosfet,” vol. 20, no. 9, pp. 102–108.

[29] J. Sentosa Setiadji, T. Machmudsyah, and Y. Isnanto, “Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Losses pada Trafo Distribusi,” *J. Tek. Elektro*, vol. 7, no. 2, pp. 68–73, 2008.

[30] A. Pujiono, “PEMBUATAN STAND KELISTRIKAN,” 2010.

[31] Y. Adriana, A. Sudarmaji, D. Fisika, F. Ui, and K. U. I. Depok, “Rancang Bangun Alat Ukur Efisiensi Lampu Pijar Berbasis Mikrokontroler.”

[32] R. H. Zain, “SISTEM KEAMANAN RUANGAN MENGGUNAKAN SENSOR PASSIVE SISTEM KEAMANAN RUANGAN MENGGUNAKAN SENSOR PASSIVE INFRA RED (PIR),” vol. 6, no. 1, pp. 146–162, 2013.

[33] R. Y. Suparjo, “analisis Pengaruh Eksitasi Terhadap Efek Harmonisa Pada Hubungan Belitan Generator Sinkron Dengan Be ban LHE,” vol. 2.

[34] Y. Yunus *et al.*, “ANALYSIS OF POWER FACTOR AND ILLUMINATION FOR EFFECTIVE AND EFFICIENT,” 2012.

[35] D. Suryana, “Analisa Penggunaan Lampu LED Pada Penerangan Dalam Rumah,”

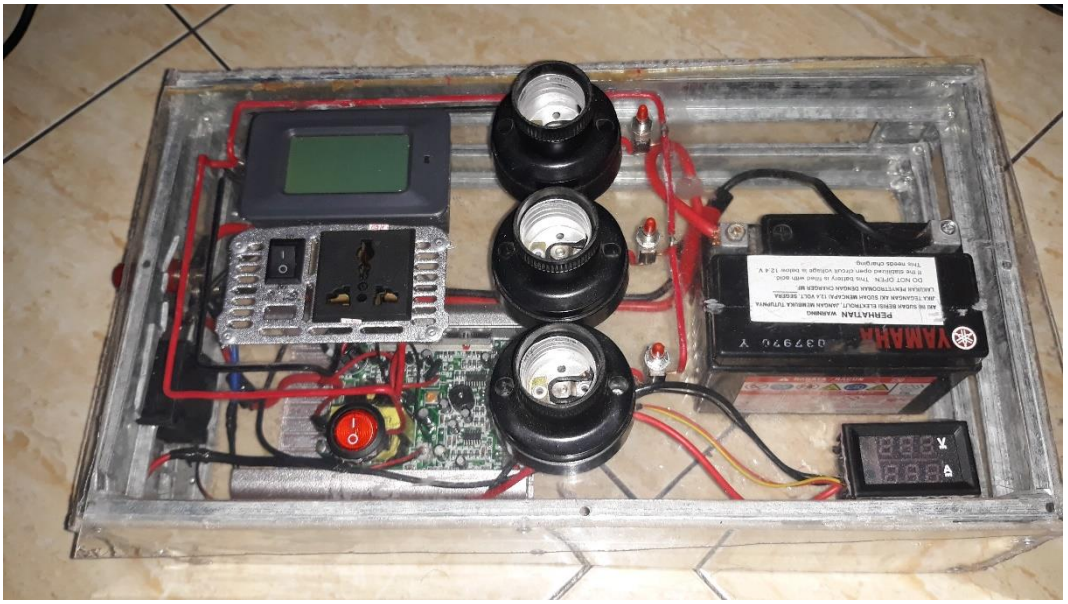
UNDIP Tembalang, Semarang, pp. 1–7, 2013.

[36] I. S. Wardhana, Karnoto, and A. Warsito, “Perancangan Inverter Push Pull Resonan Paralel pada Aplikasi Fotovoltaik,” *Transient*, pp. 1–6, 2012.

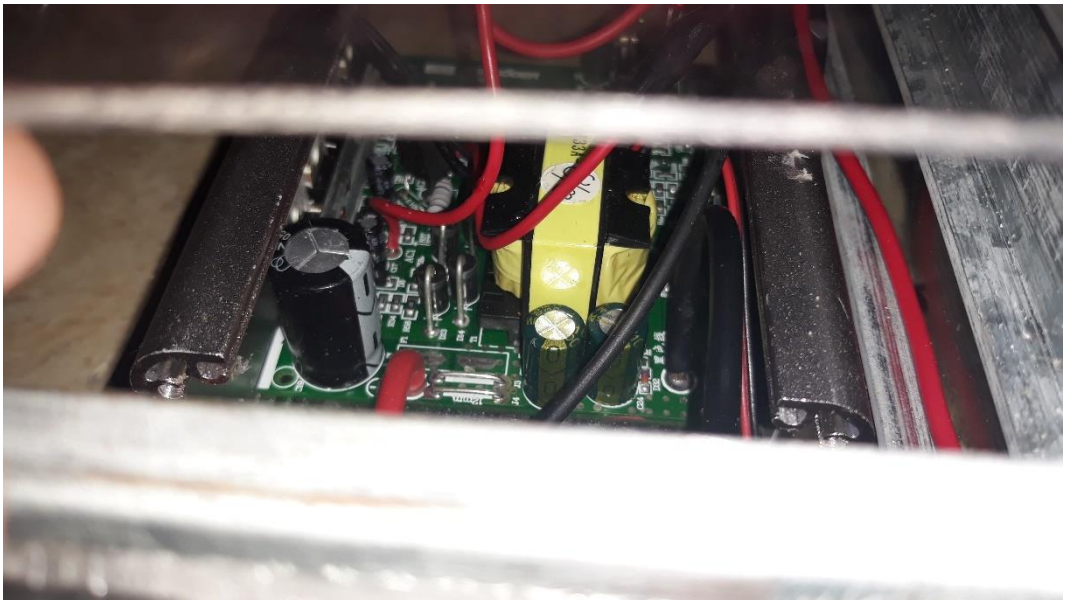
[37] B. C. Siburian, “Perancangan Alat Pengisi Baterai Lead Acid Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 8535,” pp. 6–28, 2015.

[38] A. A. H. Noorly Evalina, “Perbandingan Faktor Daya Pada Berbagai Lampu Hemat Energi Dengan Menggunakan Dan Tanpa Menggunakan Inverter.” p. 4, 2018.

LAMPIRAN


YAMAHA
PERHATIAN WARNING
AKI INI SUDAH BERISI ELEKTROLIT, JANGAN MEMBUKA TUTUPNYA
JIKA TEGANGAN AKI SUDAH MENCAPAI 12,4 VOLT, SEGERA
LAKUKAN PENYETROOMAN DENGAN CHARGER MF.
DO NOT OPEN This battery is filled with acid.
If the stabilized open circuit voltage is below 12.4 V.
This needs charging.

YAMAHA
PERHATIAN WARNING
AKI INI SUDAH BERISI ELEKTROLIT, JANGAN MEMBUKA TUTUPNYA
JIKA TEGANGAN AKI SUDAH MENCAPAI 12,4 VOLT, SEGERA
LAKUKAN PENYETROOMAN DENGAN CHARGER MF.
DO NOT OPEN This battery is filled with acid.
If the stabilized open circuit voltage is below 12.4 V.
This needs charging.



BAHAYA / RACUN
V
A

ANALISIS FAKTOR DAYA PADA BERBAGAI LAMPU DENGAN MENGGUNAKAN INVERTER

M. Ghazi Al Mufarid[1)], Noorly Evalina[2)], Muhammad Fitra Zambak[3)]

[1)]Mahasiswa Program Sarjana Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

[2.3)]Staf Pengajar dan Pembimbing Program Sarjana Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

ABSTRAK - *Semakin meningkatnya penggunaan energi listrik menyebabkan tarif dasar listrik juga ikut naik, hal ini menjadi salah satu masalah yang dihadapi oleh golongan rumah tangga, untuk mengatasi masalah ini salah satu cara adalah dengan menggunakan inverter karna sangat berguna untuk penghematan enrgi listrik. Inverterlistrikadalah konverter daya listrik yang mengubah arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC). Sehingga peralatan listirk yang menggunakan arus bolak-balik (AC) bisa menggunakan arus DC sebagai sumber energi. Pada penelitian ini penulis menggunakan inverter Modified sine wave 500 watt sebagai alat untuk mengubah arus DC ke AC untuk menganalisa lampu rumah tangga. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang modul uji inverter untuk menganalisis factor daya beban listrik seperti bola lampu pada rumah tangga dan menganalisis daya masuk dan keluar serta gelombang yang dihasilkan oleh inverter. Hasil pengujian dari inverter 500 watt ini menghasilkan keluaran gelombang sinus modifikasi dari sumber DC berupa baterai sepeda motor 12 VDC 5Ah yang menghasilkan tegangan keluaran 220 VAC, dengan menggunakan inverter cos phi pada lampu LHE diperoleh nilai 0,67 s/d 0,74 sedangkan tanpa menggunakan inverter 0,68 s/d 0,66 pada lampu LED dengan inverter diperoleh 0,80 s/d 0,86 tanpa inverter nilainya 0,52 s/d 0,55 tetapi pada lampu pijar cos phi yang di dapat dengan memakai inverter atau tanpa inverter tetap menghasilkan nilai cos phi 0,99.*

Kata Kunci : *Inverter, modified sine wave, Faktor Daya (cosφ).*

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di masa modern yang semakin canggih ini konsumsi penggunaan listrik yang sangat besar, tenaga listrik merupakan kebutuhan yang sangat vital dalam kehidupan manusia sehari-hari baik untuk kepentingan pribadi maupun dalam kehidupan bermasyarakat, selain itu tenaga listrik juga sangat dibutuhkan untuk peralatan rumah tangga maupun industri kecil.Namun karena jumlah energi listrik yang disediakan terbatas dan penggunaan kebutuhan yang sangat berlebih, selain itu juga dikarenakan PT. PLN sebagai penyedia energi listrik sangat bergantung pada bahan bakar minyak, maka tidak heran jika harga energi listrik tersebut semakin melambung tinggi. Hal tersebut memaksa masyarakat untuk menghemat penggunaan listrik sehari-hari dan menemukan beberapa penelitian dalam merubah perangkat elektrik untuk perubahan tegangan dan arus listrik[1].

Inverter listrik adalah konverter daya listrik yang mengubah arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC). Tegangan masukan, tegangan keluaran, dan frekuensi tergantung pada desain yang dirancang pada saat mengembangkan alat ini. Dalam dunia kelistrikan inventer memang sangat populer digunakan dalam berbagai keperluan.Sumber tegangan masukan inverter dapat berasal dari battery, tenaga surya, atau sumber tegangan DC yang lain. Dalam proses konversi tegangan DC menjadi tegangan AC inverter mepmbutuhkan suatu penaik tegangan berupa *step uptransformer*[2].

Penggunaan inverter sebagai peralatan elektronik daya sangat luas. Inverter

konvensional yang paling sederhana mempunyai outpu berupa gelombang kotak, dan yang sedikit lebih kompleks menggunakan teknik SPWM {*Sinusoidal Pulse Wide Modulation)* sebagai control *switchin* komponen semi konduktor (MOSFET). Inverter konvensional gelombang kotak maupun SPWM hanya mempunyai tiga level tegangan yaitu; +Vdc.-Vdc, dan nol[3].

Inverter saat ini tidak lagi sulit untuk diperoleh. Namun demikian, inverter tersebut masih memiliki kekurangan baik dari harga maupun daya keluaran serta kualitas dari inverter itu sendiri. Isu-isu menarik dalam mendesain inverter adalah efisiensi, faktor daya dan harmonisa. Penelitian ini mengkaji dua isu tersebut, yaitu isu faktor daya dan harmonisa yang dapat mengurangi kesempurnaan bentuk sinusoidal dari keluaran tegangan maupun arus inverter[4].

II. TINJAUAN PUSTAKA

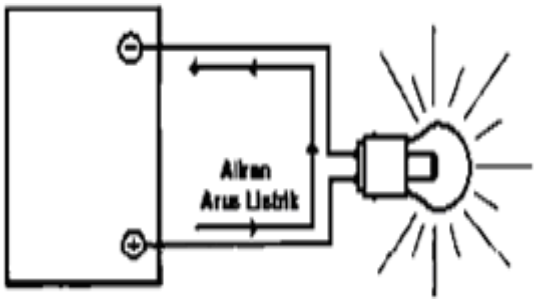
2.1 Tinjauan Pustaka Relevan

Rangkaian inverter adalah jenis konverter rangkaian elektronika daya. Fungsi rangkaian inverter adalah perubah tegangan dari DC ke AC. Dalam inverter konvensional, transformator di butuhkan untuk menaikkan tegangan mencapai nilai yang diperlukan. Namun, transformator memiliki beberapa kelemahan yaitu rugi tembaga, hysterisis, efek kulit dan arus *eddy*. Untuk mengatasi kekurangan transformator, penggunaan rangkaian LC beban paralel untuk mengganti fungsi transformator dan menaikkan tegangan. Untuk mewujudkan tujuan di atas maka dirancang catu daya inverter jembatan penuh frekuensi tinggi dengan rangkaian LC beban paralel. Inverter jembatan penuh frekuensi tinggi menggunakan MOSFET yang dikendalikan oleh IC TL494. Tegangan AC disearahkan menggunakan rangkaian penyearah jembatan penuh. Hasil penyearahan yaitu tegangan DC diubah menjadi tegangan AC frekuensi tinggi melalui inverter. Inverter akan menyuplai rangkaian pasif LC beban paralel. Semakin tinggi tegangan yang didapatkan pada keluaran inverter dikarenakan faktor penguatan rangkaian LC beban paralel. Rangkaian membutuhkan beban resistif murni untuk mengamati kenaikan tegangan. Hasil pengujian menunjukkan inverter jembatan penuh dioperasikan pada frekuensi resonansinya 35kHz, *duty cycle* 90% dengan tegangan masukan 35,35 Volt DC alat ini mampu menghasilkan tegangan keluaran 186,3 Volt AC. Lampu LED yang dicatu dengan tegangan 186,3 Volt ini mampu menghasilkan intensitas penerangan 1969 Lux. Efisiensi inverter dengan rangkaian LC beban paralel 96,75%[5].

Penggunakan inverter saat ini sangat banyak terutama di industri, kantor, maupun di perumahan. Bahkan dengan munculnya energi alternatif seperti solar sel, turbin angin, *fuel cell*, tidak lepas dari penggunaan inverter. Walaupun inverter kini banyak dipasaran namun keluaran yang dihasilkan masih banyak kelemahan, diantaranya bentuk gelombang yang tidak ideal dan adanya kandungan harmonisa yang justru akan merusak peralatan yang disuplainya. Inverter jenis *True Sine Wave* adalah jenis gelombang terbaik yang dapat dihasilkan oleh inverter saat ini. Gelombang yang dihasilkan sangat ideal bahkan mungkin lebih baik dari gelombang yang dihasilkan listrik untuk rumah. Untuk memperoleh hasil tersebut digunakan teknik penghilangan harmonisa yaitu membuat pola gelombang yang diprogram dan didukung dengan adanya komponen daya yang mempunyai kecepatan respon yang tinggi untuk pengaturan pada pembangkit sinyal kendali PWM. Berdasarkan pola gelombang tersebut dibuat program pembangkit sinyal kendali PWM yang dikendalikan oleh mikroprosesor, kemudian diterapkan pada inverter satu fasa jembatan penuh yang menggunakan komponen daya mosfet[6].

2.2 Arus Listrik

Arus listrik adalah muatan listrik yang bergerak di dalam sambungan atau dalam komponen elektronika. Apabila tegangan listrik dihubungkan pada sebuah konduktor, maka elektron dari tiap-tiap atom tereksitasi dari orbitnya dan menjadi elektron bebas yang mampu berpindah ke orbit-orbit yang lain. Perpindahan elektron dapat disebut juga dengan aliran elektron. Elektron bergerak dari terminal negatif menuju terminal positif dari sumber listrik pada rangkaian listrik. Di dalam rangkaian listrik, baterai atau dinamo merupakan salah satu sumber tenaga listrik yang mendorong elektron-elektron mengalir dalam jumlah tertentu. Seperti pada Gambar 2.1, apabila sebuah baterai dihubungkan pada sebuah lampu dengan menggunakan kabel tembaga, maka lampu tersebut akan menyala. Hal ini disebabkan karena perpindahan elektron (muatan) dari terminal baterai menuju lampu kemudian kembali lagi melalui kabel sehingga bola lampu menyala karena adanya aliran arus listrik[7].



Gambar 2.23 Aliran arus listrik.

Energi listrik adalah energi akhir yang dibutuhkan bagi peralatan listrik untuk menggerakkan motor, lampu penerangan, memanaskan, mendinginkan ataupun untuk menggerakkan kembali suatu peralatan mekanik untuk menghasilkan bentuk energi lain. Besarnya energi ini dapat ditulis dalam persamaan sebagai berikut :

$$W = Q \times V \quad (1)$$

Jika beda potensial ditulis V, kuat arus I, dan waktunya t maka energi yang dilepaskan oleh alat dan diubah menjadi energi kalor W adalah :

$$W = V \times I \times t \quad (2)$$

Satuan energi dalam SI memang joule. Namun untuk energi kalor sering digunakan satuan lain, yaitu kalori (kal) atau kilokalori (kkal). Hubungan antar satuan kalori dengan joule adalah 1 kal = 0,24 joule.

Karena itu dalam peristiwa perubahan energi listrik menjadi energi kalor, berlaku persamaan energi yang bersatuan kalori :

$$W = 0{,}24 \times V \times t \quad (3)$$

Menurut hukum Ohm :

$$V = I \times R \quad (4)$$

Dengan demikian, persamaan $W = V \times I \times t$ dapat diubah menjadi :

$$W = \left(\frac{V^2}{R}\right) t \quad (5)$$

P (daya)

Setiap beban pasti memiliki daya, daya ini dihasilkan oleh beban pada saat terhubung dengan suplai, begitu pula dengan lampu. Lampu bisa menghasilkan cahaya karena lampu mengkonsumsi daya dalam jumlah tertentu sesuai standar masing-masing produsen lampu tersebut. Daya tersebut biasanya sudah dicantumkan pada setiap produk, tetapi daya ini juga bisa didapat dengan melalui pengukuran secara langsung pada masing-masing lampu. Daya sendiri ada 3 jenis, yaitu daya aktif, daya reaktif dan daya nyata[8].

D. Daya Aktif

Daya aktif merupakan daya yang berupa daya kerja seperti daya mekanik, panas, dan cahaya. Daya ini diperlukan supaya lampu dapat melakukan kerja real sesuai kapasitas dayanya. Daya aktif dinyatakan dalam satuan watt (W)

$$P = V \times I \times Cos\,\theta \quad (6)$$

E. Daya Reaktif.

Daya reaktif merupakan daya yang diperlukan oleh listrik yang bekerja dengan system elegtromagnet. Daya ini dibutuhkan oleh lampu untuk mempertahankan medan magnetnya agar lampu dapat beroperasi dengan baik. Daya ini dinyatakan dalam satuan VAR.

$$Q = V \times I \times Sin\,\theta \quad (7)$$

F. Daya Semu.

Daya semu merupakan penjumlahan vector dari daya aktif dan daya reaktif. Daya ini dinyatakan dalam satuan VA.[8]

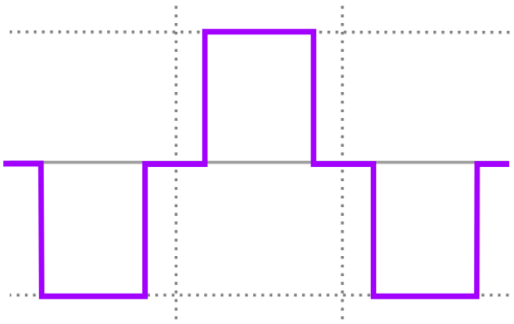
$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (8)$$

2.3 Inverter

Inverter merupakan suatu rangkaian penyaklaran elektronik yang dapat mengubah sumber tegangan arus searah (DC) menjadi tegangan arus bolak-balik (AC) dengan besar tegangan dan frekuensi yang dapat di atur. Tegangan bolak-balik yang dihasilkannya berbentuk gelombang persegi dan pada pemakaian tertentu diperlukan filter untuk menghasilkan bentuk gelombang sinusoida. Pengaturan besar tegangan dapat dilakukan dengan 2 cara. Pertama, dengan mengatur tegangan input DC dari luar tetapi lebar waktu penyaklaran tetap. Kedua, mengatur lebar waktu penyaklaran dengan tegangan input DC tetap. Pada cara yang kedua besar tegangan AC efektif yang dihasilkan merupakan fungsi dari pengaturan lebar pulsa penyaklaran. Cara inilah yang disebut dengan PWM. Inverter terdiri dari sebuah rangkaian utama yang terbentuk dari rangkaian penyearah/rectifier yang dikontrol atau tidak (yang mengubah arus bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC) dan menghilangkan riak (*ripple*) yang terdapat pada arus searah), sebuah rangkaian inverter (yang mengubah arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC) dengan frekuensi beragam) dan sebuah rangkaian kontrol/rangkaian pengaturan penyalaan yang digunakan untuk mengatur tegangan dan frekuensi yang dihasilkan inverter[9].

2.4 Inverter Yang Akan Digunakan

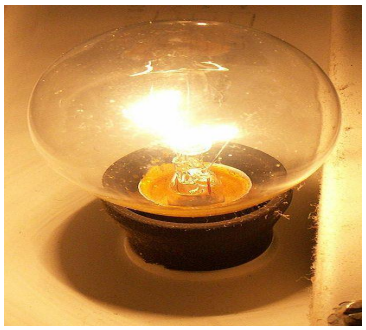
Pada penelitian ini inverter yang dipakai berjenis inverter *push pull* dengan menggunakan IC TL494. Rangkaian inverter ini berfungsi untuk mengubah tegangan 12 Volt DC dari aki menjadi tegangan 220 Volt AC dengan frekuensi 50 Hz. Inverter ini menggunakan IC TL494 sebagai penghasil gelombang kotaknya. Inverter yang akan digunakan adalah Inverter *modified sine wave* hampir sama dengan inverter square wave tetapi mengunakan tahap lain untuk terlihat lebih mirip ke bentuk gelombang sinusoidal. Pada inverter *modified sine wave*, ada tiga level tegangan pada bentuk gelombang output : *high*, *low* dan *zero* seperti terlihat pada gambar dibawah ini dengan *dead zone* diantara *high* dan *low* pulsa :



Gambar 2.24 Modified Sine Wave.

2.5 Lampu Pijar

Lampu pijar adalah sumber cahaya buatan yang dihasilkan melalui penyaluran arus listrik melalui filamen yang kemudian memanas dan menghasilkan foton. Kaca yang menyelubungi filamen panas tersebut menghalangi oksigen di udara dari berhubungan dengannya sehingga filamen tidak akan langsung rusak akibat teroksidasi. Lampu pijar diperkenalkan pertama kalinya kepada umum oleh Thomas Alva Edison pada 31 Desember 1879[10].



Gambar 2.25 Lampu Pijar.

2.6 Lampu LHE

Lampu Hemat Energi adalah Jenis lampu fluorescent yang menggunakan ballast elektronik. Prinsip kelja lampu LHE berdasarkan pelepasan muatan listrik (emisi), pelepasan elektron dari kutub negatif ke kutub positif Elektron yang terlepas ini akan bertabrakan dengan atom gas yang diisikan ke dalam tabung tersebut. Tumbukan elektron dan atom gas ini akan menghasilkan elektron yang akan menabrak atom berilrut, dan seterusnya Perpindahan elek:tron yang akan menabrak:

atom berikutnya inilah yang akan menghasilkan energi listrik[11].

Gambar 2 26 Lampu LHE.

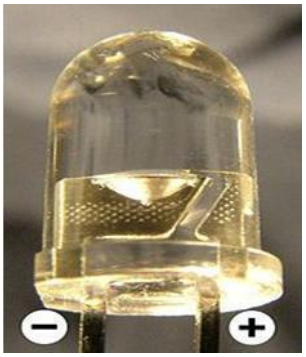
lampu tabung gas atau TL atau lampu neon adalah lampu jenis tabung fluoresen. Jenis lampu ini 3 hingga 5 kali lebih efisien daripada lampu pijar standar dan dapat bertahan 10 hingga 20 kali lebih awet. Arus listrik yang lewat melalui uap gas atau logam akan menyebabkan radiasi elektromagnetik dengan panjang gelombang tertentu sesuai dengan komposisi kimia dan tekanan gasnya. Tabung neon memiliki uap merkuri bertekanan rendah, dan akan memancarkan sejumlah kecil radiasi biru atau hijau, namun kebanyakan akan berupa UV (Ultra Violet) dengan panjang gelombang 253,7nm dan 185nm. Ciri-ciri dari lampu TL adalah sebagai berikut :

a. Umur lampu TL rata-rata adalah 7000 sampai 15000 jam.

b. Bagian-bagian lampu Lampu TL terdiri dari gelas dimana dinding bagian dilapisi serbuk phosphor sehingga tabung kelihatan berwarna putih susu. Bentuk tabung lampu fluoresen ada yang memanjang dan melingkar. Pada kedua ujung tabung dipasang filamen tungsten yang dilapisi suatu bahan yang dapat beremisi, biasanya terdiri dari barium, strontium, dan calcium[12].

2.7 Lampu LED

LED adalah sejenis dioda semikonduktor istimewa. Seperti sebuah dioda normal, LED terdiri dari sebuah *chip* bahan semikonduktor yang diisi penuh, atau di-dop, dengan ketidak murnian untuk menciptakan sebuah struktur yang disebut p-n *junction*. Panjang gelombang dari cahaya yang dipancarkan, dan warnanya, tergantung dari selisih pita energi dari bahan yang membentuk p-n *junction*[13].



Gambar 2.27 Lampu LED.

Tak seperti lampu pijar dan LHE, LED mempunyai kecenderungan polarisasi. Chip LED mempunyai kutub positif dan negatif (p-n) dan hanya akan menyala bila diberikan arus maju. Ini dikarenakan LED terbuat dari bahan semikonduktor yang hanya akan mengizinkan arus listrik mengalir ke satu arah dan tidak ke arah sebaliknya. Chip LED pada umumnya mempunyai tegangan rusak yang relatif rendah. Karakteristik chip LED pada umumnya adalah sama dengan karakteristik dioda yang hanya memerlukan tegangan tertentu untuk dapat beroperasi. Namun bila diberikan tegangan yang terlalu besar, LED akan rusak walaupun tegangan yang diberikan adalah tegangan maju[13]

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian di laksanakan di Laboratorium Kampus III Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, jalan Kapten Mukhtar Basri No. 3 Glugur Darat II Medan. Waktu Penelitian di rencanakan berlangsung selama lebih kurang 4 (empat) bulan, dimulai dari perencanaan alat, pengujian, dan pengambilan data pengujian

.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan dalam penelitian ini dapat di uraikan sebagai berikut.

3.3 Alat Penelitian

Adapun alat-alat dari penelitian ini adalah :

1. Laptop
   Laptop adalah alat yang digunakan untuk mengolah data dan untuk menulis laporan dari hasil penelitian skripsi.
2. *Amperemeter*
   Amperemeter adalah alat yang digunakan untuk mengukur besarnya arus dari

rangkaian inverter.

3. *Voltmeter*

Voltmeter adalah alat yang digunakan untuk mengukur besarnya tegangan dari suatu rangkaian yang telah di uji.

4. *Osciloscoope*

Osciloscoope adalah alat yang digunakan untuk memproyeksikan atau memetakan bentuk dari sinyal listrik dan frekuensi menjadi gambar grafik agar dapat dibaca dan mudah untuk dipelajari.

5. *CosΦ* meter

CosΦ meter adalah alat yang digunakan untuk mengetahui, besarnya factor daya (*power factor*) yang merupakan beda fase antara tegangan dan arus.

3.3.1 Bahan Penelitian

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian analisis factor daya pada berbagai lampu dengan menggunakan inverter di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara adalah sebagai berikut:

9. Baterai 12V- 5Ah
10. Inverter DC 12V Modified Sine Wave
11. Akrilik Tranparan
12. Cok Sambung 1 Lubang
13. Kabel Penghubung
14. Beban Lampu Pijar
15. Beban Lampu LHE
16. Beban Lampu LED

Sedangkan untuk perangkat lunaknya, yaitu:

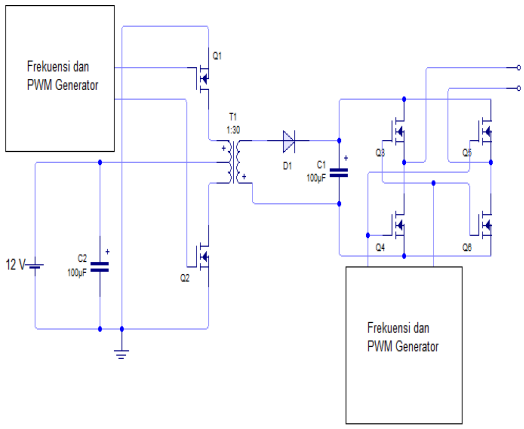
1. *Microsoft office 2016*

Microsoft office memiliki beberapa program yang bisa digunakan untuk membantu dalam penelitian yaitu, *Microsoft office word* digunakan untuk menulis laporan penelitian, *Microsoft office excel* digunakan untuk mengolah data hasil pengukuran, *Microsoft office visio* digunakan untuk membuat diagram alir penelitian dan *Microsoft office picture manager* digunakan untuk mengedit gambar atau foto.

2. *DipTrace*

DipTrace merupakan salah satu perangkat lunak yang berfungsi untuk mendesain *PCB layout* dan *schematic* pada rangkaian elektronika. *DipTrace* adalah aplikasi perangkat lunak yang terdiri dari 4 modul, yaitu *PCB Layout, Schematic Capture, Component Editor* yang memungkinkan untuk merancang komponen yang diinginkan dan *Pattern Editor*.

3.4 Rangkain Skematik Inverter

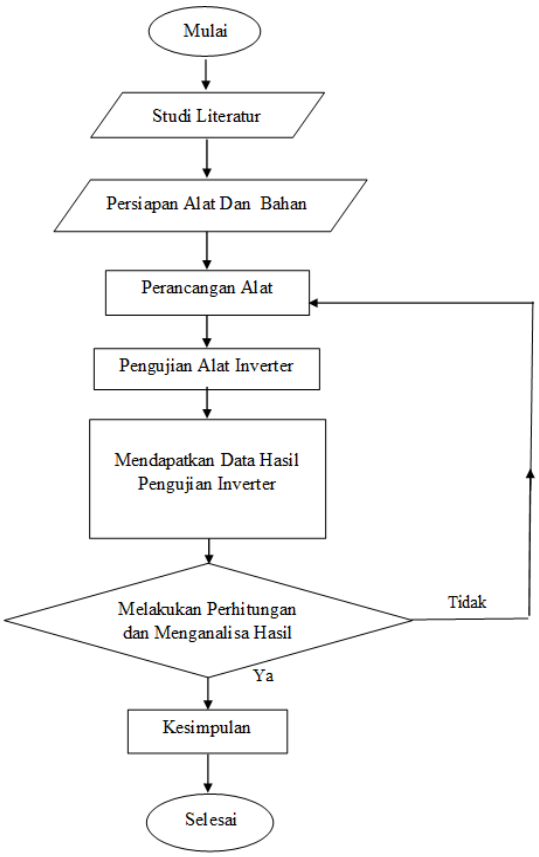


Gambar 3.3 Rangkaian Skematik Inverter

Sumber tegangan dc 12 volt di filter menggunakan kapasitor 10000 uF, masuk ke belitan ct trafo, ujung kumparan kiri masuk ke drain Q1 ujung kumparan kanan masuk ke drain Q2, ke dua *source* mosfet Q1 dan Q2 masuk ke kutup negatif baterai membentuk formasi rangkain *pushpull*, fungsi penyalaan Q1 dan Q2 di atur oleh frekuensi dan PWM generator .

Karna Q1 dan Q2 menyala bergantian maka arah aliran arus berubah bolak-balik sesuai arah lilitan kumparan mengakibatkan induksi elektro magnetic yg berbolak-balik pula yang mengakibatkan kumparan pada sisi sekunder terinduksi. Besar tegangan induksi pada sisi sekunder sesuai dengan perbadingan jumlah kumparan antara sisi primer dan sekunder, keluaran tegangan yang bolak-balik di searahkan menggunakan dioda lalu di filter menggunakan kapasitor untuk menghilangkan riak penyearahan dioda sehingga tegangan dc yg dihasilkan lebih smoth, selanjutnya tegangan dc akan diubah kembali menjadi ac dengan konfigurasi rangkaian *h-bridge* yaitu konfigurasi empat mosfet yang menyala secara bergantian setiap dua kelompok.

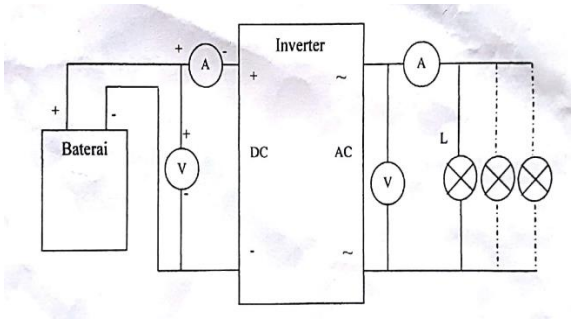
3.5 Diagram Alir Penelitian (*Flowchart*)



Gambar 3.4 Diagram Alir Penelitian.

IV. ANALISA DAN HASIL PENELITIAN

4.1 Perancangan Penetapan Komponen



Gambar 4.6 Blok Diagram Modul Uji Inverter[14].

4.2 Analisa Daya Keluaran, dan Faktor Daya.

Data Pengujian Beban Dengan Menggunakan Inverter.

Tabel 4.7 Data Pengujian Inverter dengan Beban Lampu LHE.

B (W)	V_{in} (V_{DC})	I_{in} (A_{DC})	V_{out} (V_{AC})	I_{out} (A_{AC})	f (H_Z)	Cos θ
8	12,3	1,87	225	0,04	50	0,67
11	12,3	2,08	224	0,05	50	0,71
14	12,2	2,29	223	0,07	50	0,73
18	12,2	2,66	224	0,09	50	0,74

Tabel 4.8 Data Pengujian Inverter dengan Beban Lampu LED.

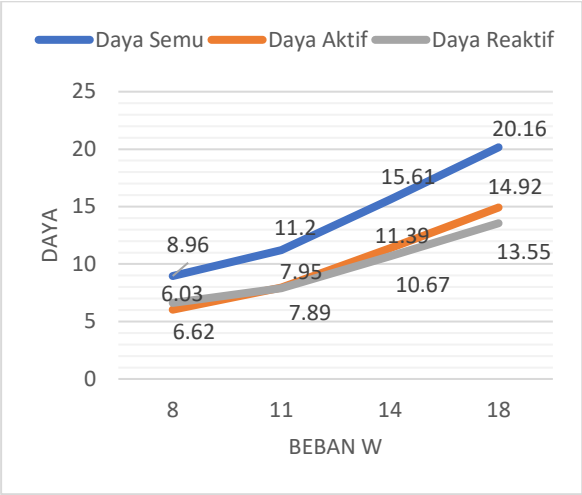
B (W)	V_{in} (V_{DC})	I_{in} (A_{DC})	V_{out} (V_{AC})	I_{out} (A_{AC})	f (H_Z)	Cos θ
3	12,3	1,47	226	0,01	50	0,80
5	12,3	1,64	226	0,02	50	0,84
7	12,2	1,84	223	0,04	50	0,80
9	12,2	2,07	225	0,04	50	0,86

Tabel 4.9 Data Pengujian Inverter dengan Beban Lampu Pijar.

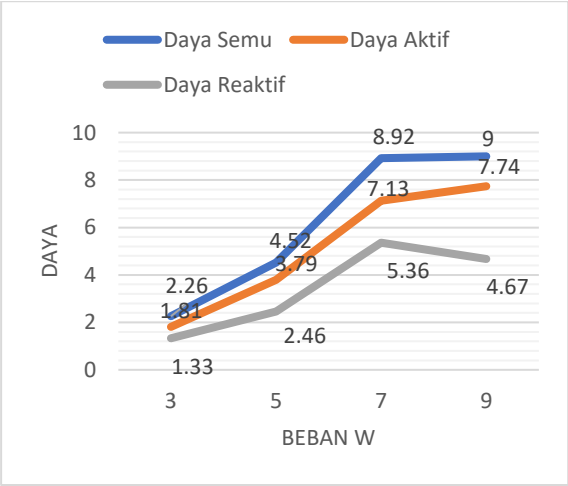
B (W)	V_{in} (V_{DC})	I_{in} (A_{DC})	V_{out} (V_{AC})	I_{out} (A_{AC})	f (H_Z)	Cos θ
5	12,2	2,88	224	0,07	50	0,99
25	12,1	3,59	224	0,10	50	0,99
45	12,0	5,15	224	0,17	50	0,99
75	11,9	8,51	220	0,31	50	0,99

Berdasarkan data pada tabel diatas, terlihat bahwa nilai tegangan masukan, nilai arus masukan dan nilai tegangan keluaran alat akan berubah-ubah sesuai dengan nilai beban lampu yang terpasang pada system, grafik perbandingan antara beban terhadap daya

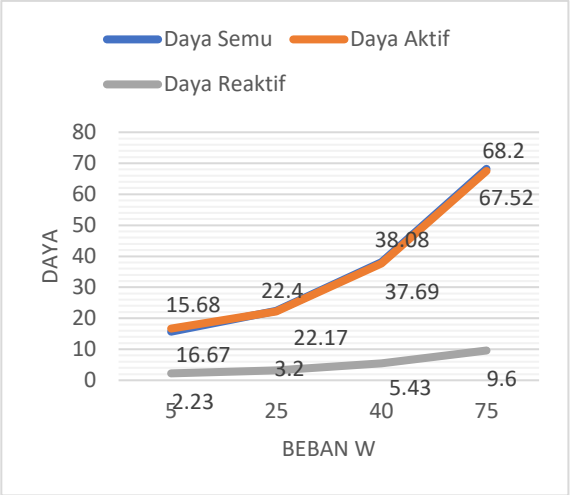
aktif, semu dan reaktif dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



Grafik 4.10 Perbandingan Beban Lampu LHE Terhadap Daya Semu, Daya Aktif, dan Daya Reaktif Beban dengan Inverter.



Grafik 4.11 Perbandingan Beban Lampu LED Terhadap Daya Semu, Daya Aktif, dan Daya Reaktif Beban dengan inverter.



Grafik 4.12 Perbandingan Beban Lampu Pijar Terhadap Daya Semu, Daya Aktif, dan Daya Reaktif Beban dengan inverter

Data Pengujian Beban Dengan Menggunakan Tegangan Listrik PLN.

Tabel 4.10 Data Pengujian Tegangan Listrik PLN Dengan Beban Lampu LHE

Beban (W)	**V_{out} (V_{AC})**	**I_{out} (A_{AC})**	**f (H_Z)**	**Cos θ**
8	218	0,04	50	0,68
11	218	0,06	50	0,68
14	218	0,07	50	0,66
18	218	0,11	50	0,66

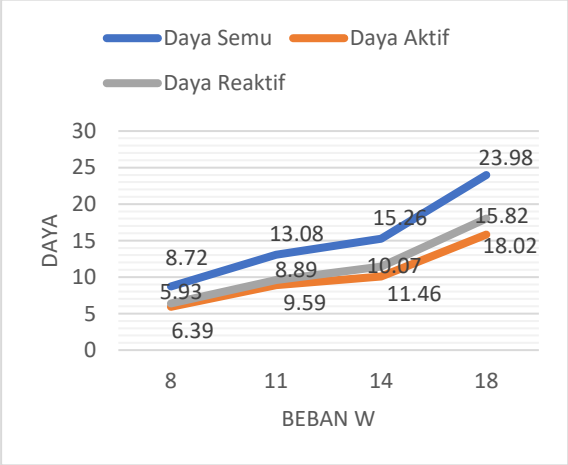
Tabel 4.11 Data Pengujian Tegangan Listrik PLN Dengan Beban Lampu LED.

Beban (W)	**V_{out} (V_{AC})**	**I_{out} (A_{AC})**	**f (H_Z)**	**Cos θ**
3	218	0,02	50	0,52
5	218	0,03	50	0,53
7	218	0,05	50	0,66
9	218	0,07	50	0,56

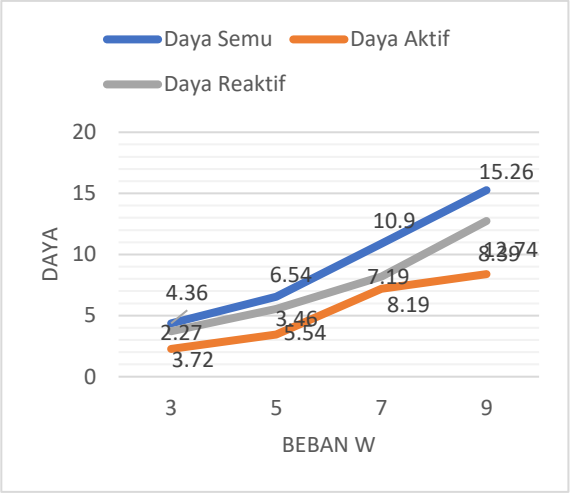
Tabel 4.12 Data Pengujian Tegangan Listrik PLN Dengan Beban Lampu Pijar.

Beban (W)	**V_{out} (V_{AC})**	**I_{out} (A_{AC})**	**f (H_Z)**	**Cos θ**
5	217	0,07	50	0,99
25	217	0,10	50	0,99
45	217	0,16	50	0,99
75	217	0,30	50	0,99

Grafik perbandingan antara beban terhadap daya semu, daya aktif, dan daya reaktif beban tanpa menggunakan inverter (langsung tegangan PLN).

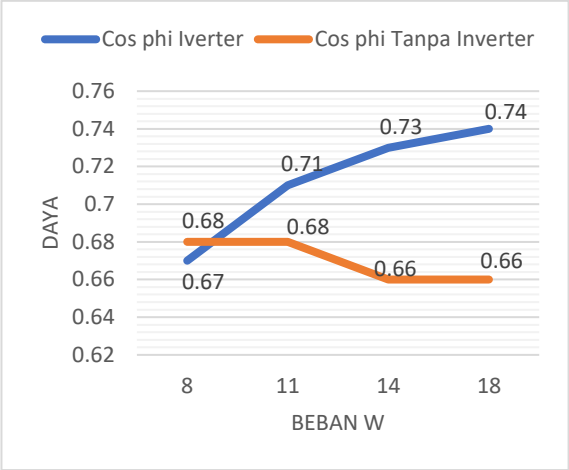


Grafik 4.13 Perbandingan Beban Lampu LHE Terhadap Daya Semu, Daya Aktif, dan Daya Reaktif Beban dengan Tegangan PLN.

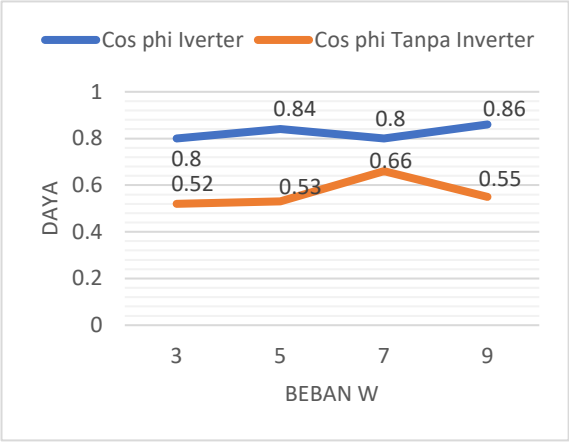


Grafik 4.14 Perbandingan Beban Lampu Pijar Terhadap Daya Semu, Daya Aktif, dan Daya Reaktif Beban dengan Tegangan PLN.

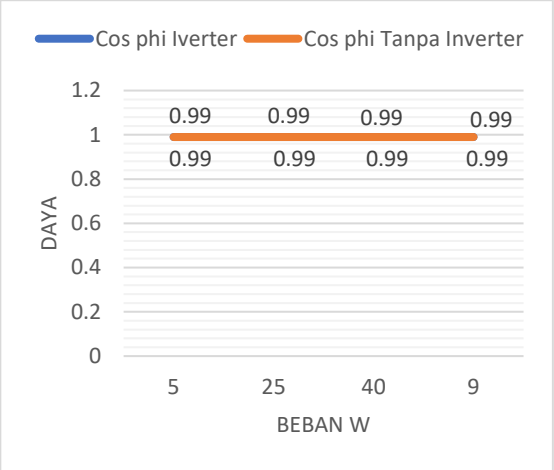
Grafik perbandingan antara beban terhadap cos phi pembebanan dengan menggunakan inverter dan cos phi pembebanan langsung dari jala-jala PLN (tanpa inverter).



Grafik 4.15 Perbandingan Beban Lampu LHE Terhadap Cos phi Pembebanan dengan Menggunakan inverter dan Tanpa Inverter.



Grafik 4. 16 Perbandingan Beban Lampu LED Terhadap Cos phi Pembebanan dengan Menggunakan inverter dan Tanpa Inverter.



Grafik 4. 17 Perbandingan Beban Lampu Pijar Terhadap Cos phi Pembebanan dengan Menggunakan inverter dan Tanpa Inverter.

V.KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian baik secara pengukuran maupun secara perhitungan dari analisis factor daya pada berbagai lampu dengan menggunakan inverter, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

3. Modul uji inverter mempermudah penelitian yang akan dilakukan, dari sumber DC 12V untuk bisa langsung di gunakan pada tegangan AC 220V agar bisa menghidupkan lampu pada fiting lampu yang terpasang pada modul ini. Dan akan terlihat nilai-nilai pada alat ukur yang sudah dirancang pada modul uji ini.
4. Cos phi pada berbagai lampu dengan menggunakan inverter jauh lebih baik dari pada tanpa menggunakan inverter dimana jika menggunakan inverter, cos phi pada lampu LHE diperoleh nilai 0,67 s/d 0,74 sedangkan tanpa menggunakan inverter 0,68 s/d 0,66 pada lampu LED dengan inverter diperoleh 0,80 s/d 0,86 tanpa inverter nilainya 0,52 s/d 0,55 tetapi pada lampu pijar cos phi yang di dapat dengan memakai inverter atau tanpa inverter tetap menghasilkan nilai cos phi 0,99.

5.2 Saran

3. Apabila pada saat melakukan penelitian ini lebih bagus jika pada baterai di pasang regulator pengecasan baterai agar tegangan pada baterai tidak drop, karna pada saat menjalankan penelitian ini daya masukan di ambil dengan menggunakan baterai.
4. Pada penelitian skripsi ini lebih baik jika menggunakan inverter gelombang keluaran sinus murni (*pure sine wave)*, karna sumber tegangan sinus memiliki sudut penyalaan dan pemutusan tiap-tiap gelombang yang lebih landai sehingga tidak merusak peralatan terutama peralatan yang bersifat induktif yang mengakibatkan tegangan balik yang cukup besar dari tiap-tiap pemutusan gelombang hal ini dapat juga menyebabkan rusaknya inverter.

DAFTAR PUSTAKA

[1] S. N. Hutagalung, M. Panjaitan, and I. Pendahuluan, “PROTYPE RANGKAIAN INVERTER DC KE AC 900 WATT,” vol. 16, pp. 278–280, 2017.

[2] I. Sayekti, “Rancang bangun modul inverter gelombang sinus menggunakan LPF orde dua sebagai pengubah gelombang kotak menjadi sinus,” vol. 11, no. 2, pp. 96–103, 2015.

[3] E. A. T. Yuwono and M. Facta, “Inverter Multi Level Tipe Jembatan Satu Fasa Tiga Tingkat,” *Transmisi*, vol. 13, no. 4, pp. 135–140, 2011.

[4] F. A. Samman, R. Ahmad, and M. Mustafa, “Perancangan , Simulasi dan Analisis Harmonisa Rangkaian Inverter Satu Fasa,” *62 JNTETI, Vol.4, No.1, Februari 2015*, vol. 4, no. 1, pp. 62–70, 2015.

[5] N. Utomo, M. Facta, D. Ph, and I. A. N. M, “ANALISIS KERJA INVERTER JEMBATAN PENUH DENGAN Rangkaian Pasif Lc Beban Paralel,” *Transient*, vol. 4, p. 148, 2015.

[6] A. Rusdiyanto, “Perancangan Inverter Sinusoida 1 Fasa dengan Aplikasi Pemrograman Rumus Parabola dan Segitiga Sebagai Pembangkit Pulsa PWM,” *Peranc. Invert. Sinus*, pp. 1–7, 2014.

[7] R. Dewi, “Pembuatan Rangkaian Inverter Dari DC ke AC,” 2011.

[8] F. Teknik *et al.*, “STUDI KOMPARASI LAMPU PIJAR , LED , LHE DAN TL YANG ADA DIPASARAN TERHADAP ENERGI YANG TERPAKAI,” vol. 02, no. 01, pp. 24–29, 2016.

[9] H. Haryanto, “Pembuatan Modul Inverter sebagai Kendali Kecepatan Putaran Motor Induksi,” *Rekayasa*, vol. 4, no. 1, pp. 9–20, 2011.

[10] R. H. Zain, “SISTEM KEAMANAN RUANGAN MENGGUNAKAN SENSOR PASSIVE SISTEM KEAMANAN RUANGAN MENGGUNAKAN SENSOR PASSIVE INFRA RED (PIR),” vol. 6, no. 1, pp. 146–162, 2013.

[11] R. Y. Suparjo, “analisis Pengaruh Eksitasi Terhadap Efek Harmonisa Pada Hubungan Belitan Generator Sinkron Dengan Be ban LHE,” vol. 2.

[12] Y. Yunus *et al.*, “ANALYSIS OF POWER FACTOR AND ILLUMINATION FOR EFFECTIVE AND EFFICIENT,” 2012.

[13] D. Suryana, “Analisa Penggunaan Lampu LED Pada Penerangan Dalam Rumah,” *UNDIP Tembalang, Semarang*, pp. 1–7, 2013.

[14] A. A. H. Noorly Evalina, “Perbandingan Faktor Daya Pada Berbagai Lampu Hemat Energi Dengan Menggunakan Dan Tanpa Menggunakan Inverter.” p. 4, 2018.

Biodata Penulis

Nama : M. Ghazi Al Mufarid

NPM : 1407220040

TTL : Medan, 07 September 1996

Alamat: Komplek Menteng Indah Blok F1 No 9, Medan Denai.

Email : mghazial95@gmail.com

Riwayat Pendidikan :

1999 – 2001 : TK Swasta Kartini

2001 – 2007 : SD Islam An - Nizam

2007 – 2010 : SMP Negeri 2 Medan

2010 – 2013 : SMK Negeri ! Percut Sei Tuan

2014 – Sekarang : S1 – Sarjana Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Medan 15 Oktober 2018