

**RANCANG BANGUN INVERTER UNTUK FITTING LAMPU
AC DENGAN MENGGUNAKAN SUMBER BATERAI DC 12V**

Oleh

KHOLIL ARIFUDDIN

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

ABSTRACT

INVERTER DESIGN FOR FITTING LIGHT SOURCE USING AC DC 12V BATTERY

By

Kholil Arifuddin

Solar power plant is a power plant that utilizes solar energy as the main energy source. Electricity produced by solar cells in the form of DC power, and to utilize the generated DC electricity required storage such as batteries.

A DC power source of the battery can not be directly used to turn on the AC loads such as lights. Electronic systems it is necessary to change the voltage DC into AC voltage that inverter. Inverters are electronic systems that can be used to convert the DC voltage into AC voltage. An inverter output can be either an AC voltage with sine wave form (*sine wave*), a square wave (*square wave*) and modified sine wave (*modified sine wave*).

In this study wanted made *fittings* light inverter can be used directly to turn on the lights AC using a DC power source.

Keywords: Inverter, battery, sine wave (*sine wave*), a square wave (*square wave*), modified sine wave (*modified sine wave*).

ABSTRAK

RANCANG BANGUN INVERTER UNTUK FITTING LAMPU AC DENGAN MENGGUNAKAN SUMBER BATERAI DC 12V

Oleh

Kholil Arifuddin

Pembangkit listrik tenaga surya merupakan sebuah pembangkit listrik yang memanfaatkan energi matahari sebagai sumber energi utama. Listrik yang dihasilkan sel surya tersebut berupa listrik DC, dan untuk memanfaatkan listrik DC yang dihasilkan tersebut diperlukan tempat penyimpanan seperti baterai.

Sumber listrik DC dari baterai tidak dapat langsung digunakan untuk menghidupkan beban AC seperti lampu. Maka diperlukan sistem elektronika yang dapat merubah tegangan DC menjadi tegangan AC yaitu inverter. Inverter adalah sistem elektronika yang dapat digunakan untuk mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC. Output suatu inverter dapat berupa tegangan AC dengan bentuk gelombang sinus (*sine wave*), gelombang kotak (*square wave*) dan gelombang sinus modifikasi (*sine wave modified*).

Dalam penelitian ini ingin dibuat *fitting* lampu inverter yang dapat digunakan langsung untuk menghidupkan lampu AC dengan menggunakan sumber listrik DC.

Kata Kunci : Inverter, baterai, gelombang sinus (*sine wave*), gelombang kotak (*square wave*), gelombang sinus modifikasi (*sine wave modified*).

**RANCANG BANGUN INVERTER UNTUK FITTING LAMPU
AC DENGAN MENGGUNAKAN SUMBER BATERAI DC 12V**

Oleh

KHOLIL ARIFUDDIN

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

Judul Skripsi

: **RANCANG BANGUN INVERTER UNTUK
FITTING LAMPU AC DENGAN
MENGUNAKAN SUMBER BATERAI
DC 12V**

Nama Mahasiswa

: **Kholil Arifuddin**

Nomor Pokok Mahasiswa : 0815031068

Jurusan

: Teknik Elektro

Fakultas

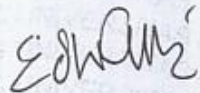
: Teknik

MENYETUJUI

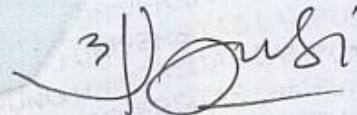
1. Komisi Pembimbing

Pembimbing Pendamping

Pembimbing Utama

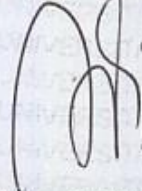


Dr. Eng. Endah Komalasari
NIP 19730215 199903 2 003



Dr. Ahmad Saudi Samosir, S.T., M.T.
NIP 19710415 199803 1 005

2. Ketua Jurusan



Dr. Ing. Ardian Ulvan, S.T., M.Sc.
NIP 19731128 199903 1 005

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: Dr. Ahmad Saudi Samosir, S.T., M.T. 

Sekretaris

: Dr. Eng. Endah Komalasari


Penguji Utama

: Ir. Abdul Haris, M.T.

2. Dekan Fakultas Teknik



Prof. Dr. Suharno, M.Sc., Ph.D.

NIP 19620717 198703 1 002 

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 17 Desember 2015

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali disebutkan di dalam daftar pustaka. Selain itu saya menyatakan juga bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya ini tidak benar, saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Bandar Lampung, Desember 2015



Kholil Arifuddin
NPM. 0815031068

RIWAYAT HIDUP



Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Dilahirkan di Margoyoso, Tanggamus pada tanggal 19 Juli 1990 dari pasangan Bapak Tasdik dan Ibu Umi Sangadah dan diberi nama Kholil Arifuddin.

Riwayat pendidikan penulis dimulai dari Taman Kanak-Kanak (TK) Al-Muhajirin Pematang Pasir dan lulus pada tahun 1996, penulis melanjutkan pendidikan ke Madrasah Ibtidaiyah (MI) Al-Muhajirin Pematang Pasir dan lulus pada tahun 2002. Setelah lulus MI, penulis melanjutkan pendidikan ke Madrasah Tsanawiyah (MTs) Al-Muhajirin Pematang Pasir dan lulus pada tahun 2005. Setelah lulus MTs, penulis melanjutkan pendidikan ke Madrasah Aliyah (MA) Negeri 2 Tanjung Karang dan lulus pada tahun 2008. Penulis berhasil masuk ke Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) dengan mengambil jurusan Teknik Elektro. Penulis sendiri berhasil menyelesaikan kuliahnya di tingkat Universitas pada tahun 2015.

Selama menempuh pendidikan, penulis juga mengikuti berbagai organisasi. Dari tingkat MI hingga MTs penulis aktif dalam organisasi Pramuka. Di tingkat SMA, penulis mengikuti organisasi Pramuka dan PASKIBRA. Di tingkat Universitas, penulis mengikuti organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro (Himatro), Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) Fakultas Teknik. Dalam masa kuliah, penulis pernah melaksanakan Kerja Praktik (KP) di Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) Ulubelu Lampung. Penulis menyelesaikan Kerja Praktik dengan menulis sebuah laporan yang berjudul “Proses Pembangkitan Listrik Tenaga Panas Bumi Pada Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) Ulubelu Tanggamus”.

SANWACANA

Dengan mengucapkan Alhamdulillah rabbil'alamin puji syukur kehadiran Allah SWT berkat limpahan rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul "Rancang Bangun Inverter Untuk *Fitting* Lampu AC dengan Menggunakan Sumber Baterai DC 12v" yang merupakan suatu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Selama perkuliahan dan penelitian, penulis banyak mendapatkan pengalaman yang sangat berharga. Penulis juga telah mendapat bantuan baik moril, materil, bimbingan, petunjuk serta saran dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Suharno, M.Sc., Ph.D. sebagai Dekan Fakultas Teknik
2. Bapak Dr. Ing. Ardian Ulvan, S.T., M.Sc. sebagai ketua Jurusan Teknik Elektro.
3. Bapak Dr. Herman Halomoan Sinaga, S.T., M.T. sebagai sekretaris Jurusan Teknik Elektro.

4. Bapak Dr. Ahmad Saudi Samosir, S.T., M.T. sebagai dosen pembimbing utama dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Ibu Dr. Eng. Endah Komalasari, sebagai dosen pembimbing pendamping dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Bapak Ir. Abdul Haris, M.T. sebagai dosen penguji utama dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung, atas segala pelajaran dan bimbingan yang telah diberikan kepada penulis selama menjadi mahasiswa Teknik Elektro Universitas Lampung.
8. Kepala Laboratorium Teknik Elektro Terpadu Universitas Lampung atas dukungan yang telah diberikan.
9. Teknisi Laboratorium Teknik Elektro Terpadu Universitas Lampung atas bantuan dalam proses administrasi.
10. Keluarga Besar Teknik Elektro Universitas Lampung, terimakasih atas bantuan yang telah diberikan.
11. Rekan-rekan seperjuangan, Angkatan 2008 Teknik Elektro Universitas Lampung atas kebersamaan dan kekeluargaan yang luar biasa.
12. Mbak Ning, mbak Dea, mas Daryono atas semua bantuannya dalam proses menyelesaikan administrasi di Jurusan Teknik Elektro.
13. Kedua Orang tua Penulis, Tasdik dan Umi Sangadah, terimakasih atas semua dukungan yang telah diberikan selama proses perkuliahan berlangsung sampai dengan selesai.
14. Adik Penulis, Khusnuzzakiyah, terimakasih untuk kebersamaan, semangat dan dukungan yang telah diberikan.

15. Sang Terkasih, Siti Fatimah, terimakasih untuk canda gurau, kasih sayang dan dukungan yang telah diberikan.
16. Aferdi, Nora dan Yustinus selaku rekan dalam proses penyelesaian tugas akhir, terimakasih atas bantuan yang telah diberikan.
17. Rekan-rekan kosan Amanda, yang selalu bersama saat suka maupun duka, semoga selalu terjaga silaturahmi di antara kita untuk selamanya.
18. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu yang telah membantu serta mendukung dari awal kuliah sampai terselesaikannya tugas akhir ini.

Penulis meminta maaf atas segala kesalahan dan ketidaksempurnaan dalam proses penulisan tugas akhir ini. Kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan penulis demi kemajuan dan kebaikan dimasa mendatang. Semoga Allah SWT membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu pada proses penyelesaian perkuliahan ini.

Bandar Lampung, Desember 2015

Penulis,

Kholil Arifuddin

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
SURAT PERNYATAAN.....	iv
RIWAYAT HIDUP.....	v
SANWACANA.....	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiv

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	2
1.3. Manfaat Penelitian.....	2
1.4. Rumusan Masalah.....	3
1.5. Batasan Masalah	3
1.6. Hipotesis	3
1.7. Sistematika Penulisan	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sistem Kelistrikan AC dan DC	5
2.1.1. Listrik AC	5
2.1.2. Listrik DC	6
2.2. Baterai	7

2.3. Lampu	9
2.4. Inverter	16
2.4.1. Inverter Satu-Fasa	17
2.4.2. Inverter Tiga-Fasa	20

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat	22
3.2. Alat dan Bahan	22
3.3. Metode Penelitian	26
3.4. Transistor	31

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Rancangan Alat	36
4.2. Analisis Alat	37
4.3. Pengujian Perbandingan Alat Yang Dibuat Dengan Alat Yang Ada Dipasaran	55

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan	60
5.2. Saran	61

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1 komposisi baterai.....	7
Gambar 2.2 baterai	8
Gambar 2.3 konstruksi lampu pijar.....	10
Gambar 2.4 lampu halogen	11
Gambar 2.5 lampu pendar	13
Gambar 2.6 lampu lucutan gas.....	14
Gambar 2.7 lampu led.....	15
Gambar 2.8 rangkaian inverter setengah-jembatan satu-fasa	17
Gambar 2.9 rangkaian inverter jembatan satu-fasa dengan beban resistif.....	19
Gambar 2.10 rangkaian inverter jembatan tiga-fasa dengan beban resistif.....	20
Gambar 3.1 laptop.....	23
Gambar 3.2 <i>amperemeter</i>	23
Gambar 3.3 <i>voltmeter</i>	24
Gambar 3.4 <i>oscilloscope</i>	25
Gambar 3.5 <i>cos</i> meter	25
Gambar 3.6 diagram alir	28
Gambar 3.7 rangkaian skematik alat	29

Gambar 3.8 transistor <i>through-hole</i>	31
Gambar 3.9 simbol skematik transistor	32
Gambar 4.1 gambar alat yang dibuat	36
Gambar 4.2 beban lampu pijar	37
Gambar 4.3 kurva frekuensi-resistor menggunakan beban lampu pijar 5 watt.....	42
Gambar 4.4 kurva frekuensi-resistor menggunakan beban lampu pijar 10 watt	43
Gambar 4.5 kurva frekuensi-resistor menggunakan beban lampu pijar 15 watt	43
Gambar 4.6 kurva frekuensi-resistor menggunakan beban lampu pijar 25 watt	44
Gambar 4.7 gelombang tegangan menggunakan kapasitor 470 nF dan resistor 2k2 dengan beban lampu pijar 5 watt	45
Gambar 4.8 gelombang tegangan menggunakan kapasitor 470 nF dan resistor 3k3 dengan beban lampu pijar 10 watt	45
Gambar 4.9 gelombang tegangan menggunakan kapasitor 470 nF dan resistor 680 dengan beban lampu pijar 15 watt	46
Gambar 4.10 gelombang tegangan menggunakan kapasitor 470 nF dan resistor 560 dengan beban lampu pijar 25 watt	46
Gambar 4.11 kurva daya <i>input</i> (P_{in})-resistor menggunakan beban lampu pijar 5 watt	47
Gambar 4.12 kurva daya <i>input</i> (P_{in})-resistor menggunakan beban lampu pijar 10 watt	48
Gambar 4.13 kurva daya <i>input</i> (P_{in})-resistor menggunakan beban lampu pijar 15 watt	48
Gambar 4.14 kurva daya <i>input</i> (P_{in})-resistor menggunakan beban lampu pijar 25 watt	49
Gambar 4.15 kurva tegangan <i>output</i> (V_{out})-resistor menggunakan beban lampu pijar 5 watt	50

Gambar 4.16 kurva tegangan <i>output</i> (V_{out})-resistor menggunakan beban lampu pijar 10 watt	50
Gambar 4.17 kurva tegangan <i>output</i> (V_{out})-resistor menggunakan beban lampu pijar 15 watt	51
Gambar 4.18 kurva tegangan <i>output</i> (V_{out})-resistor menggunakan beban lampu pijar 25 watt	51
Gambar 4.19 kurva daya <i>output</i> (P_{out})-resistor menggunakan beban lampu pijar 5 watt	53
Gambar 4.20 kurva daya <i>output</i> (P_{out})-resistor menggunakan beban lampu pijar 10 watt	53
Gambar 4.21 kurva daya <i>output</i> (P_{out})-resistor menggunakan beban lampu pijar 15 watt	54
Gambar 4.22 kurva daya <i>output</i> (P_{out})-resistor menggunakan beban lampu pijar 25 watt	54
Gambar 4.23 perbandingan kondisi lampu antara alat yang dibuat dengan alat yang ada dipasaran	56
Gambar 4.24 kurva tegangan <i>output</i> pengujian perbandingan alat yang dibuat dengan alat yang ada dipasaran dengan menggunakan beban lampu pijar 5 watt	59

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 kondisi sakelar s_+ dan s_-	18
Tabel 2.2 kondisi sakelar s_{1+} , s_{1-} , s_{2+} , dan s_{2-}	20
Tabel 2.3 kondisi sakelar s_1 , s_2 , s_3 , s_4 , s_5 dan s_6	21
Tabel 4.1 pengujian inverter menggunakan beban lampu pijar 5 watt dengan besar kapasitor 470 nf dan resistor yang divariasikan	38
Tabel 4.2 pengujian inverter menggunakan beban lampu pijar 10 watt dengan besar kapasitor 470 nf dan resistor yang divariasikan	39
Tabel 4.3 pengujian inverter menggunakan beban lampu pijar 15 watt dengan besar kapasitor 470 nf dan resistor yang divariasikan	40
Tabel 4.4 pengujian inverter menggunakan beban lampu pijar 25 watt dengan besar kapasitor 470 nf dan resistor yang divariasikan	41
Tabel 4.5 data hasil perbandingan antara alat yang dibuat dengan dengan alat yang ada dipasaran dengan menggunakan beban yang sama yakni lampu pijar 5 watt	58

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Peralatan listrik umumnya menggunakan sumber listrik arus bolak balik (*AC*). Pada saat terjadi pemadaman listrik oleh PLN, maka semua peralatan elektronika yang menggunakan energi listrik tidak dapat digunakan. Oleh karena itu diperlukan sumber energi listrik yang dapat digunakan untuk menghidupkan peralatan elektronika (seperti lampu) yakni baterai. Akan tetapi tegangan listrik yang dihasilkan dari baterai tersebut tidak mampu menghidupkan lampu secara langsung, dikarenakan tegangan listrik yang dihasilkan adalah tegangan arus searah (*DC*). Pembangkit tegangan listrik *DC* saat ini sedang dikembangkan dalam penggunaannya agar menghasilkan sumber tegangan listrik *DC* seperti pembangkit listrik tenaga surya.

Sel surya merupakan sebuah pembangkit listrik yang memanfaatkan energi matahari sebagai sumber energi utama. Listrik yang dihasilkan sel surya tersebut berupa listrik *DC*, dan untuk memanfaatkan listrik *DC* yang dihasilkan tersebut diperlukan tempat penyimpanan seperti baterai. Energi listrik yang telah tersimpan dalam baterai tersebut barulah bisa digunakan dalam kehidupan sehari-hari dan berbagai kebutuhan dengan terlebih dahulu energi listrik tersebut dikonversi dari listrik *DC* menjadi listrik *AC*.

Sumber listrik DC tidak dapat langsung digunakan untuk menhidupkan lampu AC. Lampu yang digunakan oleh masyarakat umumnya menggunakan sumber tegangan listrik AC, sehingga diperlukan sistem elektronika yang dapat merubah tegangan DC menjadi tegangan AC yaitu inverter. Inverter adalah sistem elektronika yang digunakan untuk mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC. *Output* suatu inverter dapat berupa tegangan AC dengan bentuk gelombang sinus (*sine wave*), gelombang kotak (*square wave*) dan gelombang sinus modifikasi (*sine wave modified*). Dalam penelitian ini ingin dibuat *fitting* lampu inverter yang dapat digunakan langsung untuk menhidupkan lampu AC dengan menggunakan sumber listrik DC.

1.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

Membuat sebuah perangkat inverter untuk diaplikasikan pada *fitting* lampu dengan menggunakan sumber tegangan DC 12V dari baterai.

1.3. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

Dengan dibuatnya alat ini, peralatan elektronika yang dalam hal ini adalah lampu dapat langsung dihidupkan khususnya saat terjadi pemadaman listrik dari PLN.

1.4. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian tugas akhir ini adalah bagaimana membuat sebuah inverter dengan *input* tegangan DC 12V agar dapat langsung digunakan untuk menghidupkan lampu.

1.5. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian tugas akhir ini adalah:

- Membuat sebuah inverter dengan *input* tegangan DC 12V yang dapat digunakan langsung untuk menghidupkan lampu.
- Digunakan pada beban-beban lampu dengan daya kecil (dibawah 50 watt).

1.6. Hipotesis

Baterai sebagai sumber listrik DC dapat langsung digunakan untuk menghidupkan peralatan rumah tangga seperti lampu yang rata-rata menggunakan sumber listrik AC dengan menggunakan inverter.

1.7. Sistematika Penulisan

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

- BAB I PENDAHULUAN

Menjelaskan tugas akhir secara umum, berisi latar belakang, tujuan, manfaat penelitian, batasan masalah, perumusan masalah, hipotesis dan sistematika penulisan.

- **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.

- **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.

- **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

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

- **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

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

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sistem Kelistrikan AC dan DC

Dalam era *modern* saat ini, listrik merupakan kebutuhan primer yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia sehari-hari. Listrik merupakan energi yang dapat disalurkan melalui penghantar berupa kabel, adanya arus listrik dikarenakan muatan listrik mengalir dari saluran positif ke saluran negatif. Dalam kehidupan manusia listrik memiliki peran yang sangat penting. Selain digunakan sebagai penerangan listrik juga digunakan sebagai sumber energi untuk tenaga dan hiburan, contohnya saja pemanfaatan energi listrik dalam bidang tenaga adalah motor listrik. Listrik sendiri dibagi menjadi dua jenis yaitu arus listrik AC (*alternating current*) dan DC (*Direct current*).^[1]

2.1.1. Listrik AC

Arus listrik AC merupakan listrik yang besarnya dan arah arusnya selalu berubah-ubah dan bolak-balik. Arus listrik AC akan membentuk suatu gelombang yang dinamakan dengan gelombang sinus atau lebih lengkapnya sinusoida. Di Indonesia sendiri listrik 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 AC dapat meningkat atau menurun dengan transformator.^[2]

2.1.2. Listrik DC

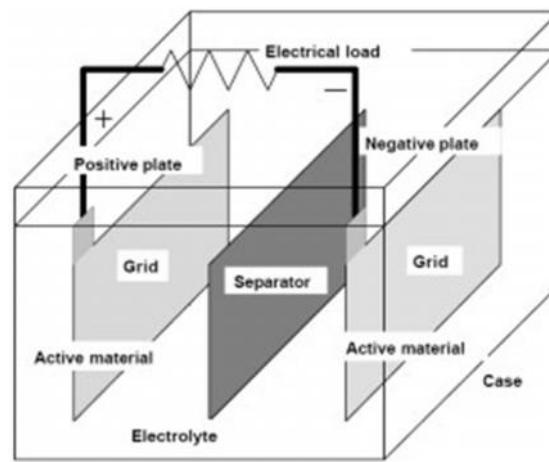
Arus listrik DC adalah aliran elektron dari suatu titik yang energi potensialnya tinggi ke titik lain yang energi potensialnya lebih rendah. Sumber arus listrik searah biasanya adalah baterai (termasuk aki dan elemen volta) dan panel surya. Arus searah biasanya mengalir pada sebuah konduktor, walaupun mungkin saja arus searah mengalir pada semi-konduktor, isolator, dan ruang hampa udara.

Arus searah dulu dianggap sebagai arus positif yang mengalir dari ujung positif sumber arus listrik ke ujung negatifnya. Pengamatan-pengamatan yang lebih baru menemukan bahwa sebenarnya arus searah merupakan arus negatif (elektron) yang mengalir dari kutub negatif ke kutub positif. Aliran elektron ini menyebabkan terjadinya lubang-lubang bermuatan positif, yang "tampak" mengalir dari kutub positif ke kutub negatif.^[2]

Penyaluran tenaga listrik komersil yang pertama (yang dibuat oleh Thomas Edison di akhir abad ke 19) menggunakan listrik arus searah. Karena listrik arus bolak-balik lebih mudah digunakan dibandingkan dengan listrik arus searah untuk transmisi (penyaluran) dan pembagian tenaga listrik, pada zaman sekarang hampir semua transmisi tenaga listrik menggunakan listrik arus bolak-balik.^[2]

2.2. 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 2.1 di bawah ini.



Gambar 2.1 Komposisi Baterai^[3]

Baterai merupakan alat elektronika yang sangat bermanfaat dalam menyimpan energi, dalam hal ini baterai merupakan sumber DC utama untuk menambah daya pada lampu rumah tangga jika terjadi pemdaman listrik dari PLN secara bergilir. Baterai yang dibutuhkan dalam rangkaian alat ini sebesar 12V. Cara kerja baterai yaitu bahwa baterai memiliki dua terminal di dalam baterai, reaksi kimia menghasilkan elektron pada satu terminal dan menyerap elektron pada terminal lain. Gambar baterai dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Baterai

Energi pada baterai yang sedang diisi awalnya merupakan energi listrik dari sirkuit kemudian tersimpan sebagai energi kimiawi pada baterai yang kembali berubah menjadi energi listrik pada perangkat portabel ini. Baterai adalah perangkat penyimpanan energi, sehingga tidak benar-benar menghasilkan energi sebanyak yang diinginkan, karena terbatas dari komponen kimia didalam baterai. Hal ini sangat mirip dengan kasus mendorong bola ke atas bukit. Energi yang digunakan untuk mendorong itu disimpan di ketinggian bola sebagai energi potensial gravitasi. Hal ini dapat berubah menjadi energi kinetik dengan membiarkan bola gulungan menuruni bukit.

Pengisian baterai seperti mendorong bola ke atas bukit, saat menggunakan baterai seperti membiarkan dalam gulungan bawah. Proses perpindahan energi ini tidak pernah 100% efisien. Sama seperti bola didorong ke atas bukit akan mengalami *gesekan*, baterai yang diisi ulang kehilangan energi sebagai panas. Menjaga baterai selalu terputus dari perangkat jika tidak digunakan dan menggunakan baterai tak lama setelah pengisian penuh adalah cara terbaik untuk meningkatkan efisiensi baterai.

2.3. Lampu

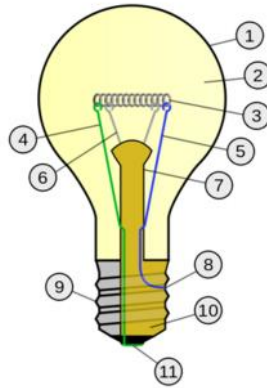
Lampu adalah sebuah peranti yang memproduksi cahaya. Pada era modern saat ini, lampu adalah komoditi utama yang sering digunakan oleh masyarakat untuk penerangan. Selain untuk penerangan lampu juga berfungsi sebagai hiasan, iklan, informasi dan sebagai penanda/darurat. Terdapat beberapa jenis lampu, yang diantaranya adalah lampu pijar, lampu halogen, lampu pendar, lampu lucutan gas dan lampu LED.

- Lampu pijar

Lampu pijar adalah sumber cahaya buatan yang dihasilkan melalui penyaluran arus listrik melalui filamen yang kemudian memanaskan dan menghasilkan cahaya. Kaca yang menyelubungi filamen panas tersebut menghalangi udara untuk berhubungan dengannya sehingga filamen tidak akan langsung rusak akibat teroksidasi. Lampu pijar dipasarkan dalam berbagai macam bentuk dan tersedia untuk tegangan (voltase) kerja yang bervariasi dari mulai 1,25 volt hingga 300 volt. Energi listrik yang diperlukan lampu pijar untuk menghasilkan cahaya yang terang lebih besar dibandingkan dengan sumber cahaya buatan lainnya seperti lampu pendar dan lampu LED, maka secara bertahap pada beberapa negara peredaran lampu pijar mulai dibatasi. Di samping memanfaatkan cahaya yang dihasilkan, beberapa penggunaan lampu pijar lebih memanfaatkan panas yang dihasilkan, contohnya adalah pemanas kandang ayam, dan pemanas inframerah dalam proses pemanasan di bidang industri.

Komponen utama dari lampu pijar adalah bola lampu yang terbuat dari kaca, filamen yang terbuat dari *wolfram*, dasar lampu yang terdiri dari filamen, bola

lampu, gas pengisi, dan kaki lampu. Gambar 2.3 memperlihatkan konstruksi dari lampu pijar beserta keterangan dari bagian dari lampu pijar.



Gambar 2.3 Konstruksi Lampu Pijar^[2]

Keterangan dari bagian gambar konstruksi lampu pijar adalah :

1. Bola lampu
 2. Gas bertekanan rendah (*argon, neon, nitrogen*)
 3. Filament *wolfram*
 4. Kawat penghubung ke kaki tengah
 5. Kawat penghuung ke ulir
 6. Kawat penyangga
 7. Kaca penyangga
 8. Kontak listrik di ulir
 9. Sekrup ulir
 10. Isolator
 11. Kontak listrik di kaki tengah.
- Lampu halogen
- Lampu halogen adalah sebuah lampu pijar di mana sebuah filamen *wolfram* disegel di dalam sampul transparan kompak yang diisi dengan gas lembam dan

sedikit unsur halogen seperti *iodin* atau *bromin*. Putaran halogen menambah umur dari bola lampu dan mencegah penggelapan kaca sampul dengan mengangkat serbuk *wolfram* dari bola lampu bagian dalam kembali ke filamen. Lampu halogen dapat mengoperasikan filamennya pada suhu yang lebih tinggi dari lampu pijar biasa tanpa pengurangan umur. Lampu ini memberikan efisiensi yang lebih tinggi dari lampu pijar biasa (10-30 lm/W), dan juga memancarkan cahaya dengan suhu warna yang lebih tinggi. Gambar 2.4 memperlihatkan dari lampu halogen.



Gambar 2.4 Lampu Halogen^[2]

Fungsi dari halogen dalam lampu adalah untuk membalik reaksi kimia penguapan *wolfram* dari filamen. Pada lampu pijar biasa, serbuk *wolfram* biasanya ditimbun pada bola lampu. Putaran halogen menjaga bola lampu bersih dan keluaran cahaya tetap konstan hampir seumur hidup. Pada suhu sedang, halogen bereaksi dengan *wolfram* yang menguap, *halida wolfram(V)* *bromin* yang terbentuk dibawa berputar oleh pengisi gas lembam. Pada suatu saat ini akan mencapai daerah bersuhu tinggi (filamen yang memijar), di mana

ini akan berpisah, melepaskan *wolfram* dan membebaskan halogen untuk mengulangi proses. Untuk membuat reaksi tersebut, suhu keseluruhan bola lampu harus lebih tinggi daripada lampu pijar biasa. Bola lampu harus dibuat dari kuarsa leburan atau gelas dengan titik lebur tinggi seperti *alumina*. Karena gelas kuarsa sangat kuat, tekanan gas dapat ditingkatkan, sehingga mengurangi laju penguapan dari filamen, memungkinkan untuk beroperasi pada suhu yang lebih tinggi untuk umur yang sama, sehingga menambah efisiensi dan keluaran cahaya. *Wolfram* yang diuapkan dari bagian filamen yang lebih panas tidak selalu dikembalikan pada tempatnya semula, jadi bagian tertentu dari filamen menjadi sangat tipis dan akhirnya gagal. Regenerasi juga mungkin dilakukan dengan *fluorin*, tetapi reaksi kimianya terlalu kuat sehingga bagian lain dari bola lampu ikut direaksikan.

- Lampe pendar

Lampu pendar adalah salah satu jenis lampu lucutan gas yang menggunakan daya listrik untuk mengeksitasi uap raksa. Uap raksa yang tereksitasi itu menghasilkan gelombang cahaya ultraungu yang pada gilirannya menyebabkan lapisan fosfor berpendar dan menghasilkan cahaya kasatmata. Lampu pendar mampu menghasilkan cahaya secara lebih efisien daripada lampu pijar. Lampu pendar dikenal dalam dua bentuk utama. Yang pertama berbentuk tabung panjang atau yang umum dikenal dengan lampu TL (*tubular lamp*) atau *lampu neon* dan yang kedua berukuran lebih kecil dengan tabung ditekuk menyerupai spiral, umum disebut dengan sebutan lampu hemat energi (LHE). Gambar 2.5 memperlihatkan dari lampu pendar.



Gambar 2.5 Lampu Pendar^[2]

Sebuah lampu pendar pada dasarnya selalu berbentuk tabung yang panjang terbuat dari kaca, dengan ruang kosong di dalamnya, dan terminal listrik pada ujungnya yang terhubung dengan catu daya. Tabung tersebut dapat dibentuk ke dalam berbagai macam bentuk seperti bentuk spiral atau bentuk lainnya. Sejumlah kecil raksa ditempatkan di dalam tabung pendar dan tabung tersebut diisi dengan gas argon. Saat listrik dialirkan melalui tabung tersebut, listrik tersebut mengalir melalui gas argon dan membangkitkan atom-atom raksa dan menyebabkan sebagian diantara atom-atom tersebut menguap. Atom raksa menyerap energi dari elektron-elektron yang bergerak bebas dan menjadi dalam keadaan tereksitasi. Atom-atom raksa yang tereksitasi kemudian akan melepaskan energinya dalam bentuk cahaya pada panjang gelombang ultraungu.

Cahaya pada panjang gelombang ultraungu tidak dapat terlihat kasatmata dan oleh karena itu lampu pendar disiasati dengan dilapisi bagian dalam tabung kaca dengan lapisan fosfor. Fosfor yang terkena energi dari cahaya ultraungu akan berpendar, mengubah cahaya ultraungu menjadi cahaya dapat terlihat kasatmata.

- Lampu lucutan gas

Lampu lucutan gas adalah nama untuk sekelompok sumber cahaya artifisial, yang menghasilkan cahaya dengan mengirimkan lucutan listrik melalui gas yang terionisasi, misalnya pada plasma. Sifat lucutan gas sangat tergantung pada frekuensi atau modulasi arus listriknya. Biasanya, lampu-lampu ini menggunakan gas mulia (*argon, neon, kripton, dan xenon*) atau campuran dari gas-gas tersebut. Sebagian besar lampu-lampu ini juga mengandung bahan-bahan tambahan, seperti *merkuri, natrium, dan halida logam*. Gambar 2.6 memperlihatkan dari lampu lucutan gas.



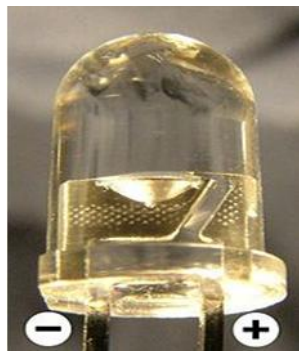
Gambar 2.6 Lampu Lucutan Gas^[2]

Dalam operasinya, gas mengalami ionisasi, dan selanjutnya elektron-elektron bebas yang dipercepat oleh medan listrik di dalam tabung bertabrakan dengan atom-atom dari gas dan logam. Beberapa elektron yang mengelilingi atom-atom gas dan logam mengalami eksitasi akibat tabrakan ini, menyebabkan elektron berpindah ke lokasi energi yang lebih tinggi. Ketika elektron jatuh kembali ke lokasinya semula, elektron mengeluarkan foton, yang menimbulkan cahaya yang dapat dilihat atau radiasi ultraviolet. Radiasi ultraviolet diubah menjadi cahaya yang dapat dilihat melalui lapisan *fluoresens*, yang terdapat pada bagian dalam permukaan kaca lampu untuk beberapa jenis lampu.

Lampu pendar mungkin adalah contoh lampu gas lucutan yang paling terkenal. Lampu lucutan gas adalah lampu yang tahan lama dan memberikan efisiensi cahaya yang tinggi, namun lebih rumit untuk memproduksinya dan membutuhkan perangkat elektronik tertentu untuk menciptakan arus listrik yang sesuai untuk melalui gas yang disiapkan.

- Lampu LED

Light Emitting Diode (LED) adalah suatu semikonduktor yang memancarkan cahaya monokromatik yang tidak koheren ketika diberi tegangan maju. Gejala ini termasuk bentuk elektroluminesensi. Warna yang dihasilkan bergantung pada bahan semikonduktor yang dipakai, dan bisa juga ultraviolet dekat atau inframerah dekat. Gambar 2.7 memperlihatkan dari lampu LED.



Gambar 2.7 Lampu LED^[2]

LED adalah sejenis diode semikonduktor istimewa. Seperti sebuah dioda normal, LED terdiri dari sebuah *chip* bahan semikonduktor yang diisi penuh, atau di dop dengan ketidakmurnian untuk menciptakan sebuah struktur yang disebut *p-n junction*. Pembawa muatan elektron dan lubang mengalir ke *junction* dari elektroda dengan voltase berbeda. Ketika elektron bertemu

dengan lubang, elektron jatuh ke tingkat energi yang lebih rendah, dan melepas energi dalam bentuk photon.

Tidak seperti lampu pijar dan neon, 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. Bila LED diberikan arus terbalik, hanya akan ada sedikit arus yang melewati chip LED. Ini menyebabkan *chip* LED tidak akan mengeluarkan emisi cahaya. *Chip* LED pada umumnya mempunyai tegangan rusak yang relatif rendah. Bila diberikan tegangan beberapa volt ke arah terbalik, biasanya sifat isolator searah LED akan jebol menyebabkan arus dapat mengalir ke arah sebaliknya.

2.4. Inverter

Inverter merupakan suatu rangkaian yang digunakan untuk mengubah tegangan atau arus listrik searah (DC) menjadi tegangan atau arus listrik bolak-balik (AC). Komponen semikonduktor daya yang digunakan dapat berupa SCR, transistor, dan mosfet yang beroperasi sebagai saklar 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:

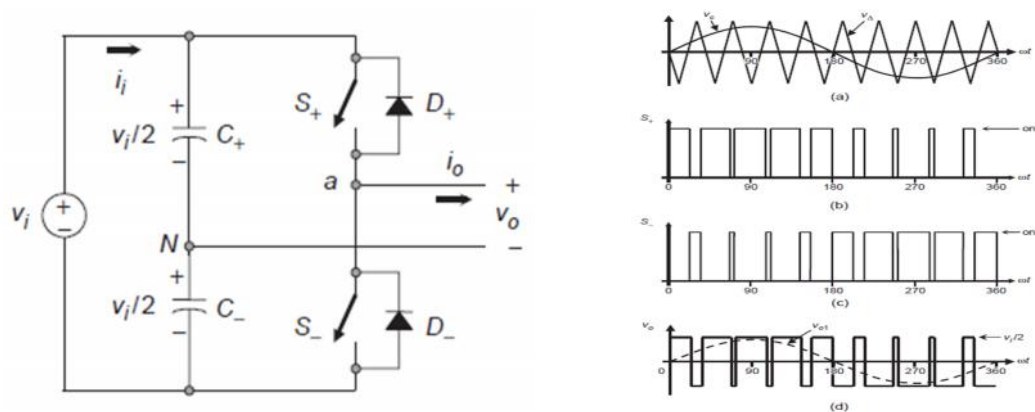
1. Modulasi lebar pulsa.
2. Inverter resonansi.
3. Inverter komutasi bantu.

4. Inverter komutasi komplemen.

Inverter disebut sebagai inverter catu-tegangan (*voltage fed inverter-VFI*) apabila tegangan masukan selalu dijaga konstan. Disebut inverter catu-arus (*current fed inverter-CFI*) apabila arus masukan selalu dipelihara konstan. Dan disebut inverter variabel (*variable dc linked inverter*) apabila tegangan masukan dapat diatur. Selanjutnya, jika ditinjau dari proses konversi, inverter dapat dibedakan dalam tiga jenis, yaitu inverter : seri, paralel, dan jembatan. Inverter jembatan dapat dibedakan menjadi inverter setengah-jembatan (*half-bridge*) dan jembatan (*bridge*).^[4] Inverter banyak diaplikasikan pada pengaturan kecepatan motor arus searah (AC)^[5], *Uninterruptable Power Supply (UPS)* dan peralatan-peralatan rumah tangga arus searah (AC) yang dicatu dari baterai.^[6]

2.4.1. Inverter Satu-Fasa

1. Inverter Setengah-Jembatan Satu-Fasa



Gambar 2.8 Rangkaian Inverter Setengah-Jembatan Satu Fasa^[4]

Gambar 2.8 merupakan rangkaian dasar inverter setengah-jembatan satu-fasa dengan beban resistif dan bentuk gelombangnya. Dalam rangkaian Gambar

2.8 diperlukan dua buah kapasitor untuk menghasilkan titik N agar tegangan pada setiap kapasitor $V_i/2$ dapat dijaga konstan. Sakelar S_+ dan S_- merepresentasikan sakelar elektronis yang mencerminkan komponen semikonduktor daya sebagaimana diuraikan di muka. Sakelar S_+ dan S_- tidak boleh bekerja secara serempak atau simultan, karena akan terjadi hubung singkat rangkaian.

Kondisi ON dan OFF dari sakelar S_+ dan S_- ditentukan dengan teknik modulasi, dalam hal ini menggunakan prinsip *pulse width modulation* (PWM). Prinsip PWM dalam rangkaian ini membandingkan antara sinyal modulasi V_c (dalam hal ini tegangan bolak-balik luaran yang diharapkan) dengan sinyal pembawa dengan bentuk gelombang gigi-gergaji (V). Secara praktis, jika $V_c > V$ maka sakelar S_+ akan ON dan sakelar S_- akan OFF, dan jika $V_c < V$ maka sakelar S_+ akan OFF dan sakelar S_- akan ON.

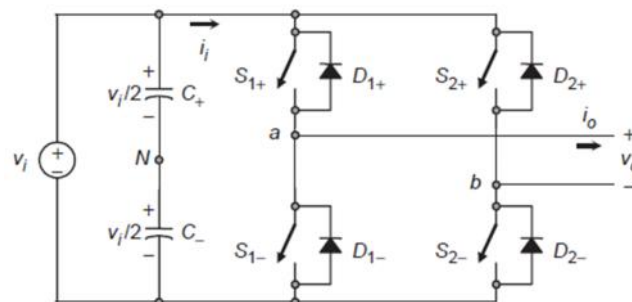
Untuk menghasilkan tegangan luaran (V_o) satu fasa, terdapat tiga kondisi jika sakelar S_+ dan S_- dioperasikan sebagaimana ditunjukkan pada tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1 Kondisi Sakelar S_+ dan S_- ^[4]

Kondisi ke-	Kondisi	V_o	Komponen yang aktif
1	S_+ On dan S_- Off	$V_i/2$	S_+ jika $i_o > 0$ D_+ jika $i_o < 0$
2	S_+ Off dan S_- On	$-V_i/2$	D_- jika $i_o > 0$ S_- jika $i_o < 0$
3	S_+ dan S_- Off	$-V_i/2$	D_- jika $i_o > 0$ D_+ jika $i_o < 0$

2. Inverter Jembatan Satu-Fasa

Gambar 2.9 merupakan rangkaian dasar inverter jembatan satu-fasa dengan beban resistif. Seperti halnya pada rangkaian inverter setengah-jembatan di atas, dalam rangkaian ini diperlukan dua buah kapasitor untuk menghasilkan titik N agar tegangan pada setiap kapasitor $V_i/2$ dapat dijaga konstan. Terdapat dua sisi sakelar, yaitu: sakelar S_{1+} dan S_{1-} serta S_{2+} dan S_{2-} . Masing- masing sisi sakelar ini, sakelar S_{1+} dan S_{1-} dan atau S_{2+} dan S_{2-} , tidak boleh bekerja secara serempak/ simultan, karena akan terjadi hubung singkat rangkaian. Kondisi ON dan OFF dari kedua sisi sakelar ditentukan dengan teknik modulasi, dalam hal ini menggunakan prinsip PWM, seperti dijelaskan pada inverter setengah-jembatan satu fasa di atas.



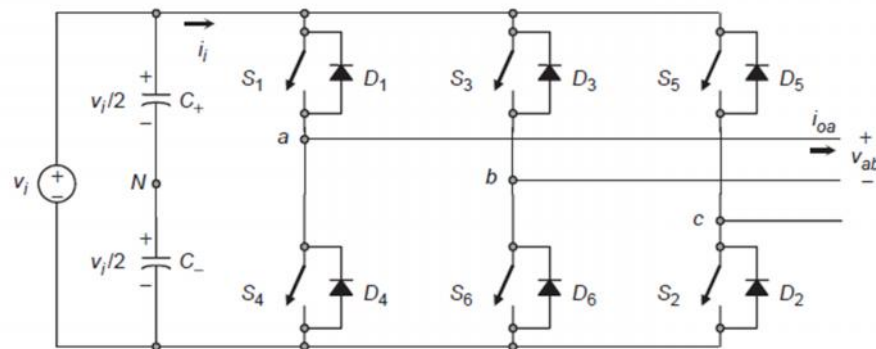
Gambar 2.9 Rangkaian Inverter Jembatan Satu-Fasa Dengan Beban Resistif^[4]

Untuk menghasilkan tegangan luaran (V_o) satu fasa, terdapat lima kondisi jika sakelar S_{1+} , S_{1-} , S_{2+} , dan S_{2-} dioperasikan sebagaimana ditunjukkan pada tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.2 Kondisi Sakelar S_{1+} , S_{1-} , S_{2+} , dan S_{2-} [4]

Kondisi ke-	Kondisi	V_{aN}	V_{bN}	V_o	Komponen yang Aktif
1	S_{1+} & S_{2-} On dan S_{1-} & S_{2+} Off	$V_i/2$	$-V_i/2$	V_i	S_{1+} & S_{2-} jika $i_o > 0$ D_{1+} & D_{2-} jika $i_o < 0$
2	S_{1-} & S_{2+} On dan S_{1+} & S_{2-} Off	$-V_i/2$	$V_i/2$	$-V_i$	D_{1-} & D_{2+} jika $i_o > 0$ S_{1-} & S_{2+} jika $i_o < 0$
3	S_{1+} & S_{2+} On dan S_{1-} & S_{2-} Off	$V_i/2$	$V_i/2$	0	S_{1+} & D_{2+} jika $i_o > 0$ D_{1+} & S_{2+} jika $i_o < 0$
4	S_{1-} & S_{2-} On dan S_{1+} & S_{2+} Off	$-V_i/2$	$-V_i/2$	0	D_{1-} & S_{2-} jika $i_o > 0$ S_{1-} & D_{2-} jika $i_o < 0$
5	S_{1-} - S_{2-} - S_{1+} - S_{2+} Off	$-V_i/2$ $V_i/2$	$V_i/2$ $-V_i/2$	$-V_i$ V_i	D_{1-} & D_{2+} jika $i_o > 0$ D_{1+} & D_{2-} jika $i_o < 0$

2.4.2. Inverter Tiga-Fasa



Gambar 2.10 Rangkaian Inverter Jembatan Tiga-Fasa Dengan Beban Resistif [4]

Gambar 2.10 merupakan rangkaian dasar inverter jembatan tiga-fasa dengan beban resistif. Seperti halnya pada rangkaian inverter setengah-jembatan di atas, dalam rangkaian ini diperlukan dua buah kapasitor untuk menghasilkan titik N agar tegangan pada setiap kapasitor $V_i/2$ dapat dijaga konstan. Terdapat tiga sisi sakelar, yaitu: sakelar S_{1+} dan S_{1-} serta S_{2+} dan S_{2-} . Kedua sisi sakelar ini, sakelar S_1 dan S_4 , S_3 dan S_4 , serta S_5 dan S_2 .

Masing- masing sakelar, S₁ dan S₄, atau S₃ dan S₄, atau S₅ dan S₂, tidak boleh bekerja secara serempak/ simultan, karena akan terjadi hubung singkat rangkaian. Kondisi ON dan OFF dari kedua sisi sakelar ditentukan dengan teknik modulasi, dalam hal ini menggunakan prinsip PWM, seperti jelaskan pada inverter setengah-jembatan satu fasa di atas.

Untuk menghasilkan tegangan luaran (V_o) tiga fasa, terdapat delapan kondisi jika sakelar S₁, S₂, S₃, S₄, S₅ dan S₆ dioperasikan sebagaimana ditunjukkan pada tabel 2.3 berikut:

Tabel 2.3 Kondisi Sakelar S₁, S₂, S₃, S₄, S₅ dan S₆^[4]

Kondisi ke-	Kondisi	V _{ab}	V _{bc}	V _{ca}	Vector
1	S ₁ -S ₂ -S ₆ On & S ₄ -S ₅ -S ₃ Off	V _i	0	V _i	$v_1 = 1 + j0,577$
2	S ₂ -S ₃ -S ₁ On & S ₅ -S ₆ -S ₄ Off	0	V _i	-V _i	$v_2 = j1,155$
3	S ₃ -S ₄ -S ₂ On & S ₆ -S ₁ -S ₅ Off	-V _i	V _i	0	$v_3 = -1 + j0,577$
4	S ₄ -S ₅ -S ₃ On & S ₁ -S ₂ -S ₆ Off	-V _i	0	V _i	$v_4 = -1 - j0,577$
5	S ₅ -S ₆ -S ₄ On & S ₂ -S ₃ -S ₁ Off	0	-V _i	V _i	$v_5 = -j1,155$
6	S ₆ -S ₁ -S ₅ On & S ₃ -S ₄ -S ₂ Off	V _i	-V _i	0	$v_6 = 1 - j0,577$
7	S ₁ -S ₃ -S ₅ On & S ₄ -S ₆ -S ₂ Off	0	0	0	$v_7 = 0$
8	S ₄ -S ₆ -S ₂ On & S ₁ -S ₃ -S ₅ Off	0	0	0	$v_8 = 0$

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Pengerjaan tugas akhir ini bertempat di Laboratorium Terpadu Teknik Elektro Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung pada bulan Juni 2015 sampai dengan bulan Desember 2015.

3.2. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian dibagi menjadi dua, yaitu perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) sebagai berikut.

Perangkat keras yang digunakan yaitu:

1. Laptop

Alat ini digunakan untuk mengolah data dan untuk menulis laporan. Spesifikasi dari laptop yaitu *processor Intel(R) Core(TM) i3-3217U CPU @ 1.80GHz* dan sistem operasi *windows 7 Ultimate*. Bentuk fisik laptop dapat dilihat pada Gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 3.1 Laptop

2. Amperemeter

Alat ini digunakan untuk mengukur besarnya arus dari rangkaian. *Amperemeter* yang digunakan yaitu *Amperemeter auto power off* dengan *range* arus DC 2 mA sampai 20 A. Bentuk fisik *amperemeter* dapat dilihat pada Gambar 3.2 di bawah ini.



Gambar 3.2 Amperemeter

3. Voltmeter

Alat ini digunakan untuk mengukur besarnya tegangan dari rangkaian. *Voltmeter* yang digunakan yaitu *Voltmeter manual power off* dengan *range* tegangan DC 2 mV sampai 720 V. Bentuk fisik *voltmeter* dapat dilihat pada Gambar 3.3 di bawah ini.



Gambar 3.3 *Voltmeter*

4. Oscilloscope

Alat ini digunakan untuk memproyeksikan atau memetakan bentuk dari sinyal listrik dan frekuensi menjadi gambar grafik agar dapat dibaca dan mudah untuk dipelajari. *Oscilloscope* yang digunakan yaitu *Digital Storage Oscilloscope* 100MHz 250M Sa/s. Bentuk fisik *Oscilloscope* dapat dilihat pada Gambar 3.4 di bawah ini.



Gambar 3.4 *Oscilloscope*

5. *Cos* meter

Alat ini digunakan untuk mengukur besarnya efisiensi dari rangkaian. *Cos* meter yang digunakan yaitu *Cos* meter analog dengan range arus 5A dan 25A. Bentuk fisik *Cos* meter dapat dilihat pada Gambar 3.5 di bawah ini.



Gambar 3.5 *Cos* meter

Perangkat keras pendukung lainnya seperti:

- Baterai
- Kabel Penghubung
- Papan PCB
- Bor PCB
- Solder, timah

- Larutan *Clorida*
- Kertas Foto
- Setrika Listrik

Sedangkan untuk perangkat lunaknya, yaitu :

1. *Microsoft office 2007*

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*.

3.3. Metode Penelitian

Metode Penelitian yang diterapkan dalam tugas akhir ini adalah menerapkan inverter yang terpasang pada *fitting* lampu yang dirancang untuk mempermudah pengguna jikalau terjadi pemadaman listrik oleh PLN. Yang dimaksud dengan mempermudah adalah alat ini bisa langsung digunakan untuk menghidupkan lampu dengan sumber AC jikalau terjadi pemadaman listrik oleh PLN ataupun

dalam keadaan *emergency* dengan menggunakan sumber DC 12V dari baterai. Jadi dalam hal ini tidak lagi membutuhkan inverter untuk menghidupkan lampu dengan sumber AC, karena didalam *fitting* lampu ini sudah dibekali dengan inverter. Dalam proses perancangan ini dibutuhkan beberapa komponen yang digunakan, diantaranya adalah :

a. *Transformer*

Transformer disini digunakan untuk menaikkan tegangan 12V DC dari baterai menjadi tegangan 220V AC. *Transformer* yang digunakan adalah *transformator hight frequency*, karena beban yang digunakan adalah lampu yang tidak terlalu berpengaruh jika frekuensi tinggi.

b. Dioda

Diode disini berfungsi sebagai pengaman paralatan jikalau terjadi kesalahan dalam pemasangan polaritas pada baterai.

c. Transistor

Transistor yang digunakan adalah tipe PNP. Transistor ini berfungsi sebagai *switch* (pemutus dan penyambung sirkuit).

d. Kapasitor

Kapasitor berfungsi sebagai penyimpan arus dan tegangan listrik dan sebagai konduktor yang dapat melewatkan arus AC.

e. Resistor

Resistor disini berfungsi sebagai hambatan dan sebagai pembagi tegangan.

f. Indukduktor

Inductor disini berfungsi sebagai *Low Pass Filter (LPF)*.

1. Diagram alir penelitian

Diagram alir penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada gambar 3.6 dibawah ini.

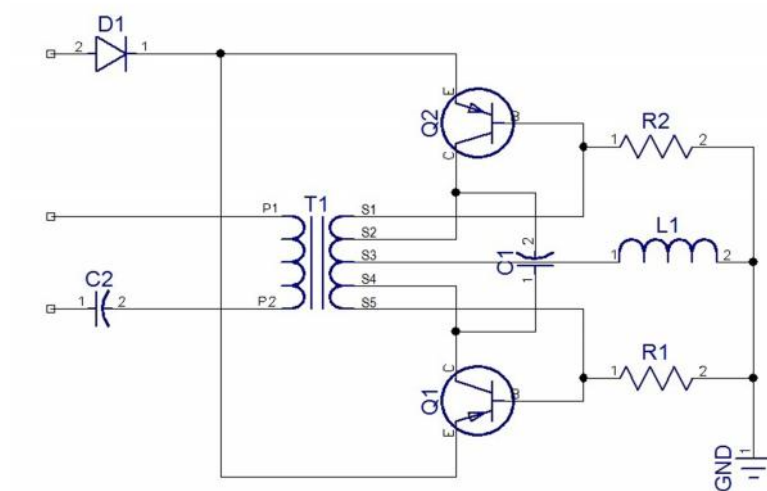


Gambar 3.6 Diagram Alir

2. Perancangan dan Pembuatan Perangkat Sistem

Pada penelitian ini dilakukan perancangan gambar rangkaian pada *software DipTrace* serta membuatnya pada skematik, dan dibuat *hardware*nya pada papan

PCB. Gambar 3.7 memperlihatkan gambar rangkaian skematik dari alat yang dibuat.



Gambar 3.7 Rangkaian Skematik Alat

A. Prinsip Kerja Rangkaian

Pada saat kondisi Q_2 dalam kondisi *ON* dan Q_1 dalam posisi *OFF* Basis pada Q_2 sudah dalam kondisi tidak ada tegangan, karena Q_2 *ON junction* EC berfungsi seperti saklar tertutup. Yaitu ketika rangkaian dihubungkan dengan sumber tegangan DC 12V dan arus mulai mengalir dari sumber menuju D_1 kemudian menuju *junction* EC pada Q_2 kemudian terus mengalir menuju S_2 yang kemudian mengalir menuju R_2 dan berakhir di *ground*. Pada saat yang bersamaan C_1 terjadi proses *charging* dengan waktu pengisiannya bergantung dari nilai C_1 dan R_2 . Saat C_1 terisi penuh maka Basis Q_2 akan mendapat tegangan yang berarti EC pada Q_2 akan menjadi *OFF*. C_1 akan mengalami proses *discharging*, yaitu tegangan dari C_1 akan dibuang melalui S_2 kemudian menuju titik S_3 lalu akan terus mengalir melalui L_1 dan kemudian menuju ke *ground*.

Setelah Basis pada Q_2 terisi tegangan maka secara otomatis Q_2 menjadi *OFF*, yang kemudian Q_1 akan menjadi *ON* (yaitu Basis pada Q_1 tidak ada tegangan). Karena Basis pada Q_1 tidak ada tegangan maka *junction* EC pada Q_1 akan menjadi *ON*, yaitu arus akan mengalir melalui EC dan kemudian akan mengalir menuju S_4 dan akan diteruskan menuju R_1 dan berakhir ke *ground*. Pada saat yang bersamaan C_1 terjadi proses *charging* dengan waktu pengisian bergantung dari besar nilai C_1 dan R_2 . Saat C_1 terisi penuh maka Basis pada Q_1 akan mendapat tegangan yang berarti EC pada Q_1 akan menjadi *OFF*. C_1 akan mengalami proses *discharging*, yaitu tegangan dari C_1 akan dibuang melalui S_4 kemudian menuju titik S_3 lalu melalui L_1 kemudian menuju ke *ground*. Siklus ini akan terjadi bergantian secara terus menerus, akibat dari Q_1 dan Q_2 yang hidup secara bergantian secara terus menerus berarti S_2 dan S_3 akan mendapatkan tegangan pula secara bergantian yang berakibat output pada P_1 dan P_2 akan menghasilkan output AC.

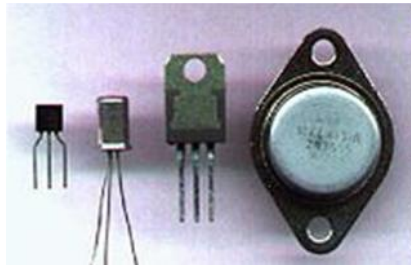
Inverter merupakan suatu rangkaian yang digunakan untuk mengubah sumber tegangan DC tetap menjadi sumber tegangan AC. Komponen semikonduktor daya yang digunakan dapat berupa SCR, transistor, dan mosfet yang beroperasi sebagai sakelar dan pengubah.

Pada tugas akhir ini inverter dirancang dengan menggunakan komponen semikonduktor daya yaitu berupa transistor. Sebuah transistor terdiri dari tiga buah terminal, yaitu kolektor (C), emitor (E), dan basis (B). Bila sinyal basis mati, C-E tidak tersambung (saklar mati). Bila arus mengalir melewati basis, C-E tersambung (saklar hidup). Inverter yang dibuat dalam tugas akhir ini menggunakan transistor sebagai *switching* tegangan untuk menghasilkan arus

bolak-balik. Transistor yang digunakan sebanyak 2 buah, dan transistor ini hidup secara bergantian, yakni ketika transistor yang pertama dalam kondisi *ON* maka transistor kedua dalam kondisi *OFF*. Begitu juga sebaliknya, jika transistor kedua dalam kondisi *ON* maka transistor pertama dalam kondisi *OFF*. Untuk inverter ini transistor digunakan sebagai saklar berkecepatan tinggi.

3.4. Transistor

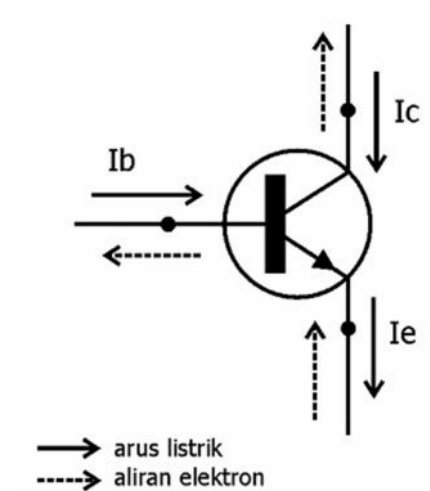
Transistor adalah alat semikonduktor yang dipakai sebagai penguat, sebagai sirkuit pemutus dan penyambung (*switching*), stabilisasi tegangan, modulasi sinyal atau sebagai fungsi lainnya. Transistor dapat berfungsi semacam kran listrik, dimana berdasarkan arus inputnya (*BJT*) atau tegangan inputnya (*FET*), memungkinkan pengaliran listrik yang sangat akurat dari sirkuit sumber listriknya. Gambar transistor dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Transistor *through-hole*^[2]

Pada umumnya, transistor memiliki 3 terminal, yaitu basis (B), emitor (E) dan kolektor (C). Tegangan yang di satu terminalnya misalnya emitor dapat dipakai untuk mengatur arus dan tegangan yang lebih besar daripada arus input basis, yaitu pada keluaran tegangan dan arus output kolektor. Gambar 3.9 menunjukkan simbol skematik untuk sebuah transistor. Pada gambar 3.9 terdapat tiga arus yang

berbeda pada sebuah transistor, yaitu arus emitor I_E , arus basis I_B dan arus kolektor I_C .



Gambar 3.9 Simbol Skematik Transistor

Karena emitor adalah sumber elektron, emitor memiliki arus yang terbesar. Karena sebagian besar elektron emitor mengalir ke kolektor, maka arus kolektor hampir sebesar arus emitor. Arus basis sangat kecil sebagai perbandingan, seringkali kurang dari 1 persen dari arus kolektor.

Ingatlah hukum arus *kirchhoff*. Hukum itu mengatakan bahwa jumlah semua arus yang masuk kesuatu titik atau sambungan sama dengan jumlah semua arus yang keluar dari titik atau sambungan tersebut. Jika diterapkan pada transistor, hukum arus *kirchhoff* memberikan hubungan yang penting, yakni :

$$I_E = I_C + I_B \quad (3.1)$$

Persamaan tersebut menyatakan bahwa arus emitor adalah jumlah dari arus kolektor dan arus basis. Karena arus basis sangat kecil, maka arus kolektor kira-kira sama dengan arus emitor :

$$I_C = I_E \quad (3.2)$$

Dan arus basis jauh lebih kecil daripada arus kolektor :

$$I_B \ll I_C \quad (3.3)$$

Alpha dc didefinisikan sebagai arus kolektor dc dibagi arus emitor dc :

$$\alpha_{dc} = \frac{I_C}{I_E} \quad (3.4)$$

Karena arus kolektor hamper sama dengan arus emitor, alpha dc sedikit lebih kecil daripada 1. Sebagai contoh, pada sebuah transistor daya rendah, alpha dc biasanya lebih besar daripada 0,99. Bahkan pada sebuah transistor daya tinggi, alpha dc biasanya lebih besar daripada 0,95.

Beta dc sebuah transistor didefinisikan sebagai rasio arus kolektor dc dengan arus basis dc :

$$\beta_{dc} = \frac{I_C}{I_B} \quad (3.5)$$

Beta dc juga dikenal sebagai gain arus karena arus basis yang kecil dapat menghasilkan arus kolektor yang jauh lebih besar. Penguatan arus adalah keuntungan utama dari sebuah transistor dan telah dipakai pada banyak aplikasi.

Untuk transistor daya rendah (dibawah 1 W), gain arus biasanya 100-300. Dan untuk transistor daya tinggi (diatas 1 W) biasanya memiliki gain arus 20-100.

Rumus (3.5) dapat disusun ulang menjadi dua rumus yang ekuivalen. Pertama, jika diketahui nilai β_{dc} dan I_B , maka dapat dihitung arus kolektor dengan rumus :

$$I_C = \beta_{dc} I_B \quad (3.6)$$

Kedua, jika diketahui nilai β_{dc} dan I_C maka dapat dihitung arus basis dengan rumus :

$$I_B = \frac{I_C}{\beta_{dc}} \quad (3.7)$$

Transistor merupakan komponen yang sangat penting dalam dunia elektronik moderen. Dalam rangkaian analog, transistor digunakan dalam *amplifier* (penguat). Rangkaian analog melingkupi penguat suara, sumber listrik stabil (stabilisator) dan penguat sinyal radio. Dalam rangkaian-rangkaian digital, transistor digunakan sebagai saklar berkecepatan tinggi. Beberapa transistor juga dapat dirangkai sedemikian rupa sehingga berfungsi sebagai *logic gate*, memori dan fungsi rangkaian-rangkaian lainnya.

Dari banyak tipe-tipe transistor moderen, pada awalnya ada dua tipe dasar transistor, *bipolar junction transistor (BJT)* dan *field-effect transistor (FET)*, yang masing-masing bekerja secara berbeda.

Transistor *bipolar* dinamakan demikian karena kanal konduksi utamanya menggunakan dua polaritas pembawa muatan: elektron dan lubang, untuk membawa arus listrik. Dalam *BJT*, arus listrik utama harus melewati satu

daerah/lapisan pembatas dinamakan *depletion zone*, dan ketebalan lapisan ini dapat diatur dengan kecepatan tinggi dengan tujuan untuk mengatur aliran arus utama tersebut.

FET (juga dinamakan transistor *unipolar*) hanya menggunakan satu jenis pembawa muatan (elektron atau *hole*, tergantung dari tipe *FET*). Dalam *FET*, arus listrik utama mengalir dalam satu kanal konduksi sempit dengan *depletion zone* di kedua sisinya (dibandingkan dengan transistor *bipolar* dimana daerah basis memotong arah arus listrik utama). Dan ketebalan dari daerah perbatasan ini dapat diubah dengan perubahan tegangan yang diberikan, untuk mengubah ketebalan kanal konduksi tersebut.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Dari serangkaian penelitian, pengujian dan analisa yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Telah berhasil dibuat *fitting* lampu yang dilengkapi dengan inverter untuk menghidupkan beban lampu AC (*Alternating Current*) dengan menggunakan sumber listrik DC (*Direct Current*).
2. Kondisi lampu yang dihasilkan berbeda antara alat yang dibuat dengan alat yang ada dipasaran, alat yang dibuat lebih redup dibandingkan dengan alat yang ada dipasaran.
3. Bentuk gelombang tegangan *output* yang dihasilkan berbeda pada tiap pengujian dengan beban yang berbeda, yakni semakin besar beban lampu pijar yang digunakan maka semakin besar pula riak (*ripple*) yang dihasilkan.
4. Frekuensi yang dihasilkan dari alat yang dibuat lebih kecil dibandingkan dengan alat yang ada dipasaran.
5. Daya *output* (P_{out}) yang dihasilkan cukup kecil, yakni tidak lebih dari 10 watt.

5.2. SARAN

Karena daya *output* yang dihasilkan kecil yakni dibawah 10 watt, perlu ditingkatkan daya yang yang bisa dipakai untuk penelitian lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bambang Hary Prasetyo. 2010. Hlm 9-10
- [2] <https://id.wikipedia.org/>
- [3] Ibnu Surya Wardhana. 2012. Perancangan Inverter *Push Pull* Resonan Paralel Pada Aplikasi Fotovoltaik. Universitas Diponegoro. Semarang. Hlm 17
- [4] Djatmiko.W.Istanto.2010.*Bahan Ajar Elektronika Daya*.Yogyakarta. Hlm 70-73
- [5] Nasution Syupriadi. 2012. *Analisis Sistem Kerja Inverter untuk Mengubah Kecepatan Motor Induksi Tiga Fasa sebagai Driver Robot*. Politeknik Negeri Jakarta. Jakarta. Hlm 141
- [6] Nazaruddin Nazris. 2011. *Pembuatan Inverter Satu Fasa Berbasis Mikrokontroler Dengan Gelombang Sinus Untuk Kontinuitas Pelayanan Listrik*. Politeknik Negeri Padang. Sumatera Barat. Hlm 19