



**PERANCANGAN MODIFIED SINE WAVE INVERTER 3
FASA 100 WATT DENGAN SISTEM SWITCHING
BERBASIS ARDUINO UNO**

**Disusun dan Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Menempuh Ujian Akhir
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Pembangunan Panca Budi**

S K R I P S I

OLEH

NAMA : RIZKY RAMADHAN HSB

N P M : 1624210418

PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO

PEMINATAN : TEKNIK ENERGI LISTRIK

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI**

MEDAN

2019

PERANCANGAN *MODIFIED SINE WAVE* INVERTER 3 FASA 100 WATT DENGAN SISTEM *SWITCHING* BERBASIS ARDUINO UNO

Rizky Ramadhan Hsb¹⁾
Hamdani, S.T., M.T ²⁾Siti Anisah, S.T., M.T³⁾
Email : rizkyramadhanhsb@gmail.com
Fakultas Sains dan Teknologi, Program Studi Elektro

ABSTRAK

Kebutuhan alat konversi DC ke AC atau biasa disebut inverter sampai saat ini masih diperlukan dan harus di kembangkan, yang menjadi sorotan yaitu pemanfaatan untuk *home industry* yang terkendala sumber PLN dengan daya 1 fasa. Sehingga apabila *home industry* tersebut memerlukan sumber 3 fasa maka akan sangat sulit tercapai. Oleh Karena itu, dirancanglah inverter untuk mengubah dari 12 Volt (V) ke 220 V DC 3 fasa dengan frekuensi 50 Hertz (Hz), dengan bentuk gelombang *modified sine wave*. Inverter ini berfungsi sebagai penyedia listrik cadangan baik di *home industry* maupun di perumahan, sebagai *emergency power* saat aliran listrik rumah padam. *Output* dari teknik ini mampu membentuk gelombang *modified sine wave* murni. Hasil dari teknik ini akan diolah kembali dengan *low pass filter* sehingga output yang dihasilkan benar-benar halus yaitu *modified sine wave* murni. Hasil dari desain rangkaian ini mampu menghasilkan rata rata tegangan antar fasa 220 V dan arus 0,47 Ampere (A) dengan drop tegangan 10 % ketika terbebani. Pengujian menggunakan lampu pijar dengan daya 100 Watt (W) telah dilakukan lampu tersebut mampu menyala dengan tegangan 220 V tergantung beban yang dipasang.

Kata Kunci: Arduino, Inverter 3 fasa.

DESIGN MODIFIED SINE WAVE INVERTER 3 PHASE 100 WATT WITH ARDUINO UNO-BASED SWITCHING SYSTEM

**Rizky Ramadhan Hsb¹⁾
Hamdani, S.T., M.T²⁾ Siti Anisah, S.T., M.T³⁾
Email : rizkyramadhanhsb@gmail.com
Fakultas Sains dan Teknologi, Program Studi Elektro**

ABSTRACT

The need for a DC to AC conversion device or commonly called an inverter is still needed and must be developed, which is in the spotlight that is the utilization for home industries constrained by PLN sources with 1 phase power. So if the home industry requires a 3 phase source it will be very difficult to achieve. Therefore, an inverter is designed to change from 12 V to 220 V 3 phase DC with a frequency of 50 Hz, in the form of a wave modified sine wave. This inverter functions as a backup electricity provider both in the home industry and in housing, as an emergency power when the power outage of the house goes out. The output of this technique is able to form pure sine wave modified waves. The results of this technique will be reprocessed with a low pass filter so that the resulting output is really smooth, namely pure sine wave modified. The results of this circuit design can produce an average voltage between 220 V and a current of 0.47 A with a voltage drop of 10 % when overloaded. Testing using incandescent lamps with 100 W of power has been done, the lamp is able to ignite with a voltage of 220 V depending on the installed load.

Keywords: Arduino, 3 phase inverter.

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	iii
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat Perancangan	3
1.6 Metode Perancangan	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	5
BAB 2 DASAR TEORI	6
2.1 Mikrokontroler ATmega8.....	6
2.1.1 Konfigurasi Pin ATmega 8.....	8
2.1.1 Memori AVR Atmega	14
2.2 Transistor	16
2.2.1 Cara kerja Transistor.....	18
2.3 Mosfet	19
2.3.1 Cara Kerja Mosfet.....	20
2.4 Inverter 3 Fasa.....	21
2.4.1 Prinsip Kerja Inverter 3 fasa	22
2.5 Penguat Daya	25
2.6 Dioda.....	28
2.6.1 Cara Kerja Dioda	29
2.7 Kapasitor	31
2.7.1 Jenis – Jenis Kapasitor	32
2.8 Resistor	36

2.8.1	Jenis – Jenis Resistor	37
2.9	Arduino Uno	40
2.9.1	Spesifikasi Hardware arduino uno	42
2.10	<i>Modified Sine Wave</i>	43
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN.....	45
3.1	Metodologi.....	45
3.2	Lokasi Penelitian	45
3.3	Alat dan Bahan.....	45
3.3.1	Peralatan	45
3.3.2	Bahan Bahan.....	46
3.4	Prinsip kerja	47
3.5	Perancangan Software	48
3.5.1	Flowchart Rancangan Alat.....	48
3.6	Perancangan Hardware.....	51
3.6.1	Blok Diagram	52
3.6.2	Prinsip Kerja.....	54
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	55
4.1	Hasil Penelitian	55
4.2	Hasil Pengujian	57
4.2.1	Pengujian Inverter 3 Phasa.....	58
4.2.2	Pengujian Output Inverter Dengan Beban Resistif Lampu Pijar 100 W	60
4.2.1	Pengujian Baterai 12 V dengan menggunakan beban 370 W.....	63
4.2.2	Pengujian Penguat IGBT	65
BAB 5	PENUTUP.....	71
5.1	Kesimpulan	71
5.2	Saran	74
DAFTAR PUSTAKA	74

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Inverter adalah sebuah alat yang mengubah bentuk energi listrik dari 1 bentuk ke bentuk lainnya, dalam hal ini adalah DC ke AC atau 1 fasa ke 3 fasa. Pengubahan ini dibutuhkan untuk kebutuhan tertentu misalnya pada inverter DC ke AC, energi yang disimpan adalah energi listrik DC yaitu penyimpanan pada baterai. Energi ini tidak dapat menjalankan sebuah lampu 100 W, selain tegangan baterai yang rendah, arus searah tidak dapat digunakan untuk menggerakkan motor arus bolak balik, untuk itu dibutuhkan sebuah pengubah bentuk yaitu DC ke AC dengan tegangan 12 V DC menjadi 220 V AC. Proses pengubahan dapat dilakukan dengan prinsip induksi listrik pada kumparan atau trafo.

Salah satu contoh pengaturan kecepatan motor adalah pada sebuah elevator atau lift. Sebuah elevator sangat membutuhkan kecepatan yang sesuai dan konstan agar orang yang menggunakannya merasa nyaman dan aman. Gerak elevator dimulai dengan kecepatan yang sangat lambat kemudian cepat, dan akan melambat kembali saat akan berhenti.

Topik pada pembahasan ini adalah bagaimana merancang sebuah inverter 3 fasa untuk menyalakan lampu 100 W. Sumber tenaga berasal dari baterai 12 V yang diubah menjadi tegangan 220 V 3 fasa sebagai pembangkit atau pembentuk sinyal 3 fasa digunakan mikrokontroler Atmega8. Kontroler diprogram dengan bahasa C untuk mengatur dan mengendalikan sinyal ke motor. Pengaturan kecepatan dilakukan dengan mengatur frekuensi keluaran 3 fasa. Pada umumnya

frekuensi bekerja antara 0 hingga 50 Hz. 0 Hz untuk diam dan 50 Hz untuk kecepatan maksimum.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun permasalahan yang dihadapi dalam penelitian dan pembuatan alat dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana mendesain sebuah inverter 3 fasa dengan sinyal sinus modifikasi.
2. Bagaimana membuat rangkaian pengendali agar dapat menjalankan inverter yang dibuat.
3. Bagaimana membuat program untuk menghasilkan sinus modifikasi 3 fasa.

1.3 Batasan Masalah

Pembatasan masalah untuk membatasi ruang lingkup agar pembahasan tidak terlalu jauh dari topik utama, yaitu:

1. Pembahasan cara kerja tentang inverter 3 fasa yang dibuat .
2. Rancangan menggunakan kontroler arduino uno sebagai kendali inverter 3 fasa.
3. Penggunaan ide arduino uno versi 1.6.5 sebagai perangkat pemrograman bahasa C.
4. Rancangan inverter berupa sinyal sinus modifikasi sehingga bentuk sinyal bukan sinus murni.

1.4 Tujuan

1. Merancang sebuah inverter 3 fasa dengan sinyal sinus modifikasi.
2. Merakit rangkaian pengendali dan *driver* inverter 3 fasa.
3. Membuat program bahasa C untuk kontroler arduino uno agar inverter dapat bekerja sebagai sumber 3 fasa.

1.5 Manfaat Perancangan

Manfaat yang diharapkan dari perancangan alat ini jika berhasil dalam uji cobanya adalah sebagai berikut :

a. Bagi Penulis

Manfaat perancangan alat ini bagi penulis yaitu menambah pengetahuan penulis dalam bidang yang dirancangan sehingga menjadikan alat yang tepat guna.

b. Bagi Pemakai

Dalam aplikasinya, inverter ini dapat digunakan pada perangkat rumah tangga sebagai alat penyimpan arus ketika di nyalakan dan begitu listrik padam arus yang disimpan tadi akan dikeluarkan sehingga dapat menghidupkan lampu dan lain lain tanpa adanya suara bising seperti generator.

c. Bagi Penulis yang akan datang

Perancangan ini dapat menambah wawasan serta dapat dipergunakan sebagai referensi agar bisa dikembangkan untuk perancangan selanjutnya dan bermanfaat dimasyarakat umum.

1.6 Metode Perancangan

Dalam pelaksanaan pembuatan Tugas Akhir ini, penulis menggunakan metode perancangan, adalah sebagai berikut:

- a. Studi literatur dan referensi, yaitu mempelajari buku-buku dan juga jurnal dari internet yang berhubungan dengan Mikrokontroler Atmega8 dan Modul tentang inverter.
- b. Studi konsultasi, yaitu berupa tanya jawab dengan dosen pembimbing ataupun orang-orang yang berkompeten dalam bidang mikrokontroler dan inverter.
- c. Metode pembuatan *software*, yaitu membuat suatu program yang akan digunakan dalam pembuatan tugas akhir ini yaitu menggunakan bahasa C
- d. Metode pembuatan *hardware*, yaitu menetapkan rangkaian elektronika dan mekanik yang akan dipakai dalam pembuatan Tugas Akhir ini.
- e. Studi praktik, yaitu melakukan percobaan dan penelitian untuk mendapatkan data-data dengan spesifikasi yang diinginkan.

1.7 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika pembahasan dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

Pembahasan tentang latar belakang perumusan masalah, tujuan penelitian, pembatasan masalah dan manfaat penelitian sistematika dan metodologi yang digunakan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Uraian tentang teori-teori pendukung yang ada dan berkaitan dengan pembahasan yang sedang dibuat.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Pembahasan tentang metodologi, lokasi penelitian, peralatan pendukung serta bahan bahan, prinsip kerja, diagram blok sistem dan *flowchart* sistem.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan tentang hasil rancangan yaitu hasil pengujian, analisa dan sebagainya.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dan saran, yaitu tentang kesimpulan hasil pengujian dan saran untuk menyempurnakan maupun mengembangkan sistem.

BAB 2

DASAR TEORI

2.1 Mikrokontroler Atmega8

Mikrokontroler *Automatic Voltage Regulator* (AVR) adalah mikrokontroler *Reduced Instruction Set Computer* (RISC) 8 bit berdasarkan arsitektur Harvard, yang dibuat oleh Atmel pada tahun 1996. AVR memiliki keunggulan dibandingkan dengan mikrokontroler lain, keunggulan AVR yaitu AVR memiliki kecepatan eksekusi program yang lebih cepat, karena sebagian besar instruksi di eksekusi dalam 1 *siklus clock*, lebih cepat dibandingkan MCS51 yang membutuhkan 12 *siklus clock* untuk mengeksekusi 1 instruksi.

Kata AVR dapat berarti berasal dari singkatan *Alf and Vegard* RISC sesuai dengan nama pengagas pertama. Saat ini ada yang menggunakan singkatan dari *Advanced Virtual Risc*. (Ardi Winoto, 2008)

Seri pertama mikrokontroler AVR yang dikeluarkan adalah mikrokontroler 8-bit dengan nama AT90S8515, dengan konfigurasi pin yang sama dengan mikrokontroler 8051, termasuk bus alamat dan bus data yang termultipleks.

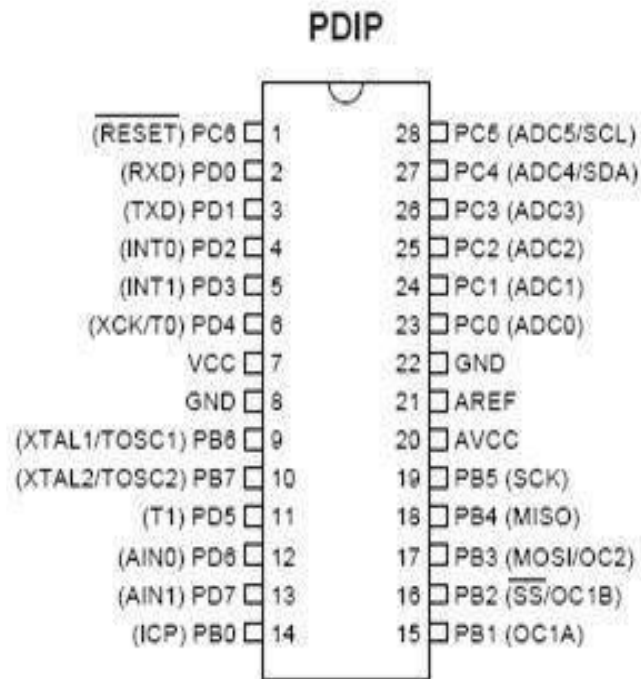
Atmega8 adalah *low power* mikrokontroler 8 bit dengan arsitektur RISC. Mikrokontroler ini dapat mengeksekusi perintah dalam satu periode *clock* untuk setiap instruksi. Mikrokontroler ini diproduksi oleh atmel dari seri AVR. Beberapa fitur yang dimiliki Atmega8 adalah 8 *kbyte flash* program, 512 *kbyte* EEPROM, 1 *kbyte* SRAM, 2 timer 8 bit dan 1 timer 16 bit, analog to digital converter, USART, Analog comparator, dan *two wire interface* (I2C). Terdapat dua jenis *package* di Atmega8 yaitu DIP *package* dan TQFP *package* yang lebih

dikenal dengan SMD (*Surface Mount Device*). Untuk jenis DIP *package* sangat mudah dalam mounting ke PCB, sedangkan TQFP *package* akan mendapatkan kesulitan selama penyolderannya sehingga bagi pemula disarankan untuk menggunakan DIP *package*.

Atmega8 adalah mikrokontroler CMOS 8-bit daya rendah berbasis arsitektur RISC yang ditingkatkan. Susunan pin-pin dari *Integrated Circuit* (IC) mikrokontroler Atmega8 diperlihatkan pada gambar dibawah ini. IC ini tersusun dari 28 pin yang memiliki beberapa fungsi tertentu.

2.1.1 Konfigurasi Pin ATmega 8

Berikut ini adalah gambar dari konfigurasi pin Atmega 8



Gambar 2.1 Konfigurasi Pin Atmega8

Sumber : Winoto, 2008

Penggunaan rangkaian mikrokontroler Atmega8 ada dua pilihan yaitu dengan menggunakan *board Atmega8 development board* yang sudah ada dipasaran atau dengan membuat sendiri rangkaian mikrokontroler tersebut. Jika menggunakan rangkaian mikrokontroler yang sudah tersedia dipasaran maka akan mempersingkat waktu pembuatan sistem karena hanya tinggal membeli rangkaian berupa kit dan hanya tinggal menggunakannya.

Chip yang dijelaskan di sini menggunakan kemasan *Parallel Dual In-line Package* (PDIP), untuk kemasan yang lain (TQFP, QFN / MLF) tidak jauh berbeda, untuk lebih jelasnya silahkan merujuk ke *data sheet*. Nama-nama pin di

atas usahakan lebih sering dikenal, hal ini berguna untuk penggunaan *pheripheral* internal.

Atmega8 memiliki 28 pin yang masing-masing pinnya memiliki fungsi yang berbeda-beda baik sebagai *port* ataupun sebagai fungsi yang lain. Berikut akan dijelaskan tentang kegunaan dari masing-masing kaki pada Atmega8.

a. VCC

Merupakan *supply* tegangan untuk digital.

b. GND

Merupakan *ground* untuk semua komponen yang membutuhkan *grounding*.

c. Port B

Adalah 8 buah pin mulai dari pin B.0 sampai dengan pin B.7. Tiap pin dapat digunakan sebagai *input* dan juga *output*. Port B merupakan sebuah 8-bit *bit-directional I/O port* dengan internal *pull-up resistor*. Sebagai input, pin – pin yang terdapat pada *port B* yang secara eksternal diturunkan, maka akan mengeluarkan arus jika *pull-up resistor* diaktifkan. Apabila ingin menggunakan tambahan kristal, maka cukup untuk menghubungkan kaki dari kristal ke kaki pada pin *port B*. Namun jika tidak digunakan, maka cukup untuk dibiarkan saja. Pengguna kegunaan dari masing – masing kaki ditentukan dari *clock fuse* setting-nya.

d. Port C

Port C merupakan sebuah 7-bit *bi-directional I/O* yang di dalam masing – masing pin terdapat *pull-up resistor*. Jumlah pin-nya hanya 7 buah mulai dari C.0 sampai dengan pin C.6. Sebagai keluaran/output, *port C* memiliki

karakteristik yang sama dalam hal kemampuan menyerap arus (*sink*) ataupun mengeluarkan arus (*source*).

e. *Reset/PC6*

Jika RSTDISBL Fuse diprogram, maka PC6 akan berfungsi sebagai pin I/O. Untuk diperhatikan juga bahwa pin ini memiliki karakteristik yang berbeda dengan pin-pin yang terdapat pada port C, tetapi jika RSTDISBL Fuse tidak diprogram, maka pin ini akan berfungsi sebagai input *reset*. Apabila level tegangan yang masuk ke pin ini rendah dan pulsa yang ada lebih pendek dari pulsa minimum, maka akan menghasilkan suatu kondisi *reset* meskipun *clock*-nya tidak berkerja.

f. *Port D*

Port D merupakan 8-bit *bi-directional I/O* dengan internal *pull-up resistor*. Fungsi dari *port* ini sama dengan *port-port* yang lain, namun pada *port* ini tidak terdapat kegunaan-kegunaan yang lain. Pada *port* ini hanya berfungsi sebagai masukan dan keluaran saja atau biasa disebut dengan I/O.

g. AVCC

Pada pin ini memiliki fungsi sebagai *power supply* tegangan untuk ADC. Untuk pin ini harus dihubungkan secara terpisah dengan VCC karena pin ini digunakan untuk analog saja, apabila ACD pada AVR tidak digunakan, tetap saja disarankan untuk menghubungkan secara terpisah dengan VCC. Cara menghubungkan AVCC adalah melewati *low-passfilter* setelah itu dihubungkan dengan VCC.

h. AREF

Merupakan pin referensi analog jika menggunakan ADC. Pada AVR status *Register* mengandung beberapa informasi mengenai hasil dari kebanyakan hasil eksekusi intruksi aritmatik. Informasi ini dapat digunakan untuk *altering* arus program sebagai kegunaan untuk meningkatkan performa pengoperasian. Perlu diketahui bahwa *register* ini di *update* setelah semua operasi *Arithmetic Logic Unit* (ALU). Hal tersebut seperti yang telah tertulis dalam *datasheet* khususnya pada bagian *Intruction Set Reference*.

Dalam hal ini untuk beberapa kasus dapat membuang kebutuhan penggunaan instruksi perbandingan yang telah didedikasikan serta dapat menghasilkan peningkatan dalam hal kecepatan dan kode yang lebih sederhana dan singkat. *Register* ini tidak secara otomatis tersimpan ketika memasuki sebuah rutin interupsi dan juga ketika menjalankan sebuah perintah setelah kembali dari interupsi. Namun hal ini harus dilakukan melalui *software*.

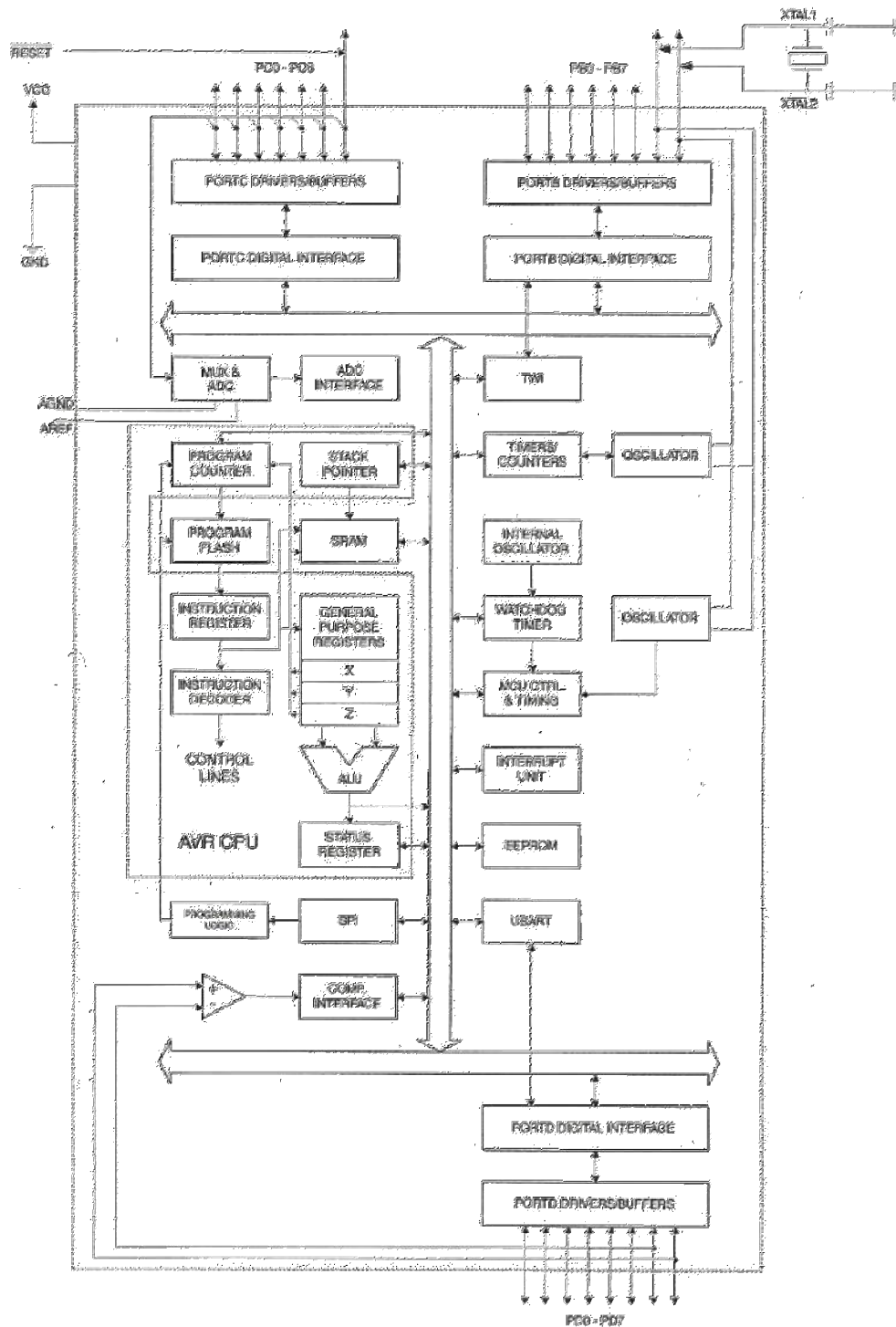
i. Bit 7 (1)

Merupakan bit *Global Interrupt Enable*. Bit ini harus di *set* supaya semua perintah interupsi dapat dijalankan. Untuk fungsi interupsi individual akan dijelaskan pada bagian yang lain. Jika bit ini di *reset*, maka semua perintah interupsi baik yang secara individual maupun yang secara umum akan diabaikan. Bit ini akan dibersihkan atau *cleared* oleh *hardware* setelah sebuah interupsi dijalankan dan akan di-*set* kembali oleh perintah *Return From Interrupt* (RETI). Bit ini juga dapat di-*set* dan di *reset* melalui aplikasi dengan instruksi SEI dan CLI.

j. Bit 6 (T)

Merupakan bit *Copy Storage*. Instruksi bit *Copy Instruction Bit Load* (BLD) dan *Bit Store* (BST) menggunakan bit ini sebagai asal atau tujuan untuk bit yang telah dioperasikan. Sebuah bit dari sebuah *register* dan *Register File* dapat disalin ke dalam bit ini dengan menggunakan intruksi BST, sebuah bit di dalam bit ini dapat disalin ke dalam sebuah bit di *register* pada *Register File* dengan menggunakan perintah BLD.

Berikut ini adalah gambar dari blog diagram mikrokontroler Atmega8



Gambar 2.2 Blok Diagram Atmega8

Sumber : Ekki, 2014

2.1.1 Memori AVR Atmega8

Memori atmega terbagi menjadi tiga yaitu :

1. Memori Flash

Memori flash adalah memori *Read Only Memory* (ROM) tempat kode-kode program berada. Kata *flash* menunjukkan jenis ROM yang dapat ditulis dan dihapus secara elektrik. *Memori flash* terbagi menjadi dua bagian yaitu bagian aplikasi dan bagian *boot*. Bagian aplikasi adalah bagian kode-kode program aplikasi berada. Bagian *boot* adalah bagian yang digunakan khusus untuk *booting* awal yang dapat diprogram untuk menulis bagian aplikasi tanpa melalui *programmer/downloader*, misalnya melalui USART.

2. Memori Data

Memori data adalah memori *Random Access Memory* (RAM) yang digunakan untuk keperluan program. *Memori data* terbagi menjadi empat bagian yaitu: 32 *General Purpose Register* (GPR) adalah *register* khusus yang bertugas untuk membantu eksekusi program oleh *Arithmatic Logic Unit* (ALU), dalam instruksi *assembler* setiap instruksi harus melibatkan GPR. Dalam bahasa C biasanya digunakan untuk variabel global atau nilai balik fungsi dan nilai-nilai yang dapat memperingan kerja ALU. Dalam istilah processor komputer sehari-hari GPR dikenal sebagai "*cache memory*".

I/O register dan *Additional I/O register* adalah *register* yang difungsikan khusus untuk mengendalikan berbagai *peripheral* dalam

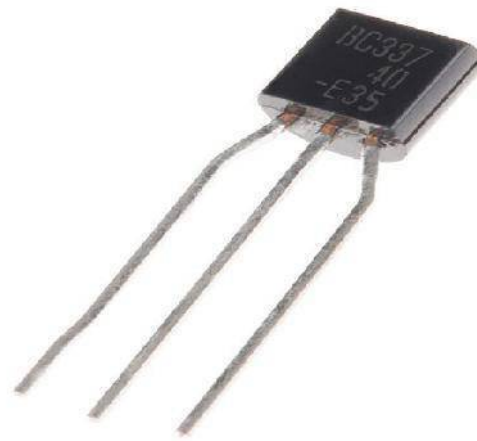
mikrokontroler seperti *pin port*, *timer/counter*, *usart* dan lain-lain. *Register* ini dalam keluarga mikrokontrol MCS51 dikenal sebagai *Special Function Register* (SFR).

3. EEPROM

EEPROM adalah memori data yang dapat mengendap ketika chip mati (*off*), digunakan untuk keperluan penyimpanan data yang tahan terhadap gangguan catu daya.

2.2 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 2.3 Transistor

Sumber: Dr. Ir. thomas Sri Widodo, 2013

Berikut ini adalah gambar jenis jenis transistor



Gambar 2.4 Jenis jenis Transistor

Sumber: Dr. Ir. thomas Sri Widodo, 2013

Pada umumnya, transistor memiliki 3 terminal yaitu *Basis (B)*, *Emitor (E)* dan *Colector (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 Colector*.

Transistor biasanya digunakan sebagai saklar elektronik, baik untuk kegunaan pada daya besar seperti saklar pada *power supply*, maupun digunakan pada daya rendah seperti gerbang logika. Ketika tegangan pada terminal *collector* memiliki beda potensial dengan tegangan pada catu daya yang diakibatkan oleh adanya tahanan beban, maka arus akan mengalir dari catu daya rangkaian menuju terminal *colector* dari transistor. Namun setelah beberapa saat ketika arus sudah mengisi terminal *collector* dan beda potensial antara tegangan pada terminal *colector* dengan tegangan pada catu daya semakin tipis akibat adanya arus yang mengalir maka suatu saat arus akan berhenti mengalir dikarenakan sudah tidak ada lagi bedapotensial antara tegangan catu daya dengan tegangan pada terminal *colector*. Pada saat ini, transistor dikatakan berada didalam kondisi satu rasi atau jenuh. Namun ketika tegangan pada terminal basis diterapkan oleh dan arus mengalir melalui kaki *basis*, maka arus pada terminal *colector* akan mengalir menuju *emitor*. Pada kondisi ini transistor dinamakan *cut off*, arus akan terus mengalir sampai pada suatu ketika dimana tegangan pada terminal *basis* tidak ada lagi sehingga arus tidak ada yang mengalir melalui *basis* dan menyebabkan arus pada terminal *collector* pun tidak lagi mengalir.

2.2.1 Cara kerja Transistor

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 yaitu 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). Ketebalan dari daerah perbatasan ini dapat diubah dengan perubahan tegangan yang diberikan, untuk mengubah ketebalan kanal konduksi tersebut.

2.3 Mosfet

Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor (MOSFET) adalah sebuah perangkat semikonduktor yang secara luas di gunakan sebagai *switch* dan sebagai penguat sinyal pada perangkat elektronik. MOSFET adalah inti dari sebuah *integrated Circuit* (IC) yang di desain dan di fabrikasi dengan *single chip* karena ukurannya yang sangat kecil. MOSFET memiliki empat gerbang terminal antara lain adalah *Source*(S), *Gate* (G), *Drain* (D) dan *Body*(B).

berikut adalah gambar mosfer (yang berada di lingkaran merah)



Gambar 2.5 Mosfet

Sumber : Rizky, 2019

MOSFET bekerja secara elektronik memvariasikan sepanjang jalur pembawa muatan (*electron* atau *hole*). Muatan listrik masuk melalui saluran pada *Source* dan keluar melalui *Drain*. Lebar saluran di kendalikan oleh tegangan pada

electrode yang disebut dengan *Gate* atau gerbang yang terletak antara *Source* dan *Drain*. ini terisolasi dari saluran di dekat lapisan.

2.3.1 Cara Kerja Mosfet

Tujuan dari MOSFET adalah mengontrol tegangan dan arus melalui antara *Source* dan *Drain*. Komponen ini hampir seluruhnya sebagai *switch*. Kerja MOSFET bergantung pada kapasitor MOS. Kapasitor MOS adalah bagian utama dari MOSFET. Permukaan semikonduktor pada lapisan oksida di bawah yang terletak di antara terminal sumber dan saluran pembuangan. Hal ini dapat dibalik dari tipe-p ke n-type dengan menerapkan tegangan gerbang positif atau negatif masing-masing. Ketika kita menerapkan tegangan gerbang positif, lubang yang ada di bawah lapisan oksida dengan gaya dan beban yang menjijikkan didorong ke bawah dengan substrat.

Daerah penipisan dihuni oleh muatan negatif terikat yang terkait dengan atom akseptor. Elektron mencapai saluran terbentuk. Tegangan positif juga menarik elektron dari sumber n dan mengalirkan daerah ke saluran. Sekarang, jika voltase diterapkan antara saluran pembuangan dan sumber, arus mengalir bebas antara sumber dan saluran pembuangan dan tegangan gerbang mengendalikan elektron di saluran. Alih-alih tegangan positif jika kita menerapkan tegangan negatif, saluran lubang akan terbentuk di bawah lapisan oksida.

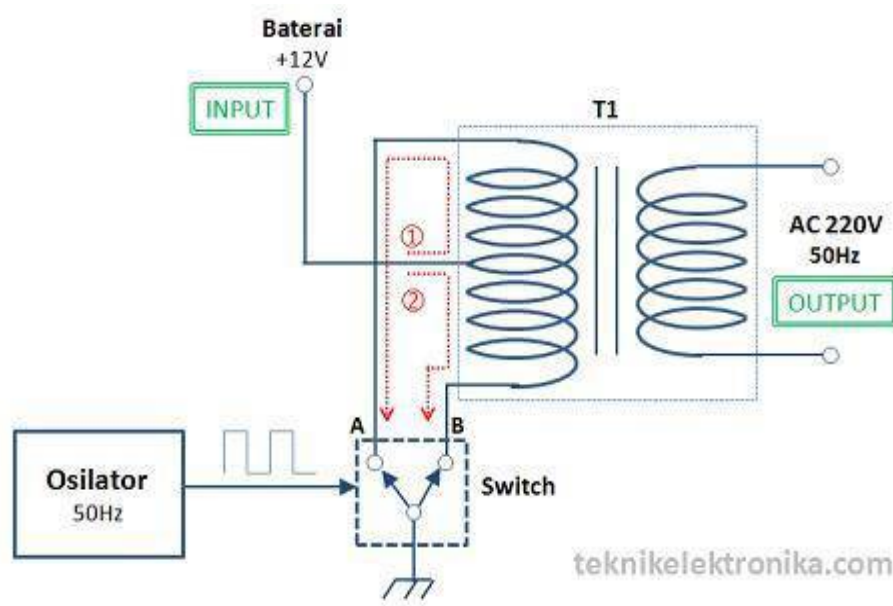
2.4 Inverter 3 Fasa

Inverter adalah suatu rangkaian atau perangkat elektronika yang dapat mengubah arus listrik searah (DC) ke arus listrik bolak-balik (AC) pada tegangan dan frekuensi yang dibutuhkan sesuai dengan perancangan rangkaiannya. Sumber-sumber arus listrik searah atau arus DC yang merupakan *Input* dari *Power Inverter* tersebut dapat berupa baterai, aki maupun sel surya (*Solar Cell*). Inverter ini akan sangat bermanfaat apabila digunakan di daerah-daerah yang memiliki keterbatasan pasokan arus listrik AC. Dengan adanya *Power Inverter*, kita dapat menggunakan aki ataupun sel surya untuk menggerakkan peralatan-peralatan rumah tangga seperti televisi, kipas angin, komputer atau bahkan kulkas dan mesin cuci yang pada umumnya memerlukan sumber listrik AC yang bertegangan 220 V ataupun 110 V.

Bentuk-bentuk Gelombang yang dapat dihasilkan oleh *Power Inverter* diantaranya adalah gelombang persegi (*square wave*), gelombang sinus (*sine wave*), gelombang sinus yang dimodifikasi (*modified sine wave*) dan gelombang modulasi pulsa lebar (*pulse width modulated wave*) tergantung pada desain rangkaian inverter yang bersangkutan. Namun pada saat ini, bentuk-bentuk gelombang yang paling banyak digunakan adalah bentuk gelombang sinus (*sine wave*) dan gelombang sinus yang dimodifikasi (*modified sine wave*). Sedangkan Frekuensi arus listrik yang dihasilkan pada umumnya adalah sekitar 50 Hz atau 60 Hz dengan Tegangan *Output* sekitar 120 V atau 240 V. Output Daya listrik yang paling umum ditemui untuk produk-produk konsumen adalah sekitar 150 W hingga 3000 W.

2.4.1 Prinsip Kerja Inverter 3 fasa

Sederhananya, suatu Power Inverter yang dapat mengubah arus listrik DC ke arus listrik AC ini hanya terdiri dari rangkaian Osilator, rangkaian Saklar (*Switch*) dan sebuah Transformator (trafo) CT seperti yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.6 Inverter 3 Fasa

Sumber :teknikelektronika.com

Sumber daya yang berupa arus listrik DC dengan tegangan rendah (contoh 12 V) diberikan ke *Center Tap* (CT) Sekunder Transformator sedangkan dua ujung Transformator lainnya (titik A dan titik B) dihubungkan melalui saklar (switch) dua arah ke *ground* rangkaian. Jika saklar terhubung pada titik A akan menyebabkan arus listrik jalur 1 mengalir dari terminal positif baterai ke CT Primer Transformator yang kemudian mengalir ke titik A Transformator hingga ke *ground* melalui saklar. Pada saat saklar dipindahkan dari titik A ke titik B, arus

listrik yang mengalir pada jalur 1 akan berhenti dan arus listrik jalur 2 akan mulai mengalir dari terminal positif baterai ke CT Primer Transformator hingga ke *ground* melalui Saklar titik B. Titik A, B dan Jalur 1, 2 dapat dilihat pada gambar diatas.

Peralihan *ON* dan *OFF* atau A dan B pada Saklar (*Switch*) ini dikendalikan oleh sebuah rangkaian Osilator yang berfungsi sebagai pembangkit frekuensi 50 Hz yaitu mengalihkan arus listrik dari titik A ke titik B dan titik B ke titik A dengan kecepatan 50 kali per detik. Dengan demikian, arus listrik DC yang mengalir di jalur 1 dan jalur 2 juga bergantian sebanyak 50 kali per detik juga sehingga ekuivalen dengan arus listrik AC yang berfrekuensi 50 Hz. Sedangkan komponen utama yang digunakan sebagai *switch* di rangkaian *switch* inverter tersebut pada umumnya adalah MOSFET ataupun transistor.

Sekunder Transformator akan menghasilkan *Output* yang berupa tegangan yang lebih tinggi (contohnya 120 V atau 240 V) tergantung pada jumlah lilitan pada kumparan sekunder transformator atau rasio lilitan antara primer dan sekunder transformator yang digunakan pada inverter tersebut. Secara teoritis digunakan rumus

$$P = V \times I \times \cos \varphi \times \sqrt{3}$$

Dimana P = Daya (W)

V = Tegangan (V)

I = Arus (I)

Karena berhubungan dengan potensiometer, maka menggunakan frekuensi maksimum 50 Hz, rumus yang digunakan berkaitan dengan inverter adalah

$$V = I \times R$$

$$V = I \times Z$$

$$V = I \times (R + jXC)$$

Ket R = Reaktansi (Ω)

Z = Impedansi (Ω)

XC = Reaktansi Kapasitif (Ω)

Nilai XC diperoleh dari

$$XC = -1 : (\omega C)$$

$$\omega = 2 \times \pi \times f \times C$$

Ket $\pi = 3,14$

F = frekuensi (Hz)

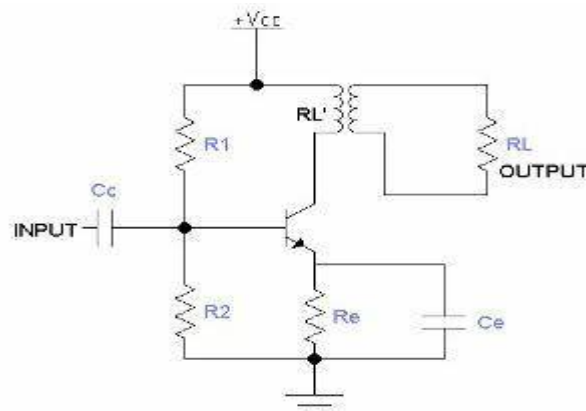
C = Kapasitansi (F)

Maka rumus impedansi

$$Z = R - j \frac{1}{2 \times \pi \times f \times C}$$

2.5 Penguat Daya

Merupakan suatu rangkaian yang digunakan untuk menguatkan atau memperbesar sinyal masukan. Akan tetapi, proses yang terjadi sebenarnya adalah sinyal *input* direplika atau di *copy* lalu kemudian direka kembali menjadi sebuah sinyal yang lebih besar dan tentunya lebih kuat. Penguat daya biasanya digunakan pada rangkaian elektronika sebagai penguat sinyal informasi sebelum dikirimkan, sehingga penguat daya ini sangat penting, mengingat informasi yang dikirimkan dapat langsung sampai ke tujuan tanpa ada yang terhilang di tengah jalan. Salah satu contoh yaitu penguat daya audio (*power amplifier*) yang merupakan pesawat elektronika yang memiliki fungsi sebagai penguat sinyal suara yang berasal dari *tape recorder*, radio, *CD player*, *preamp mic* atau sebagainya. Pada saat tertentu alat elektronika tersebut nantinya akan mengalami penurunan akibat sering digunakan atau lainnya, penurunan tersebut dapat berupa kekuatan suara yang keluar dari perangkat tersebut. Agar pada rangkaian penguat daya kembali memiliki *output* besar, maka harus didorong dengan perangkat tambahan.



Gambar 2.7 Penguat Daya

Sumber : DP Sasongko, 2003

Hal tersebut tentunya membutuhkan *power amplifier* atau penguat daya. Dengan menggunakan penguat daya 50 W dirancang berdasarkan diagram aplikasi lembar data LM3876. Beberapa modifikasi dari rangkaian tersebut telah dibuat agar nantinya menghasilkan kinerja yang lebih baik. Untuk rangkaian penguat daya ini dibekali dengan bipolar kapasitor elektrolitik C7 yang merupakan masukan dari DC kapasitor decoupling. R4 merupakan resistansi masukan, sedangkan R2 dan R1 dari kapasitor elektrolitik bipolar C5 membentuk rangkaian umpan balik.

Untuk C1, C2 merupakan filter / by pass kapasitor untuk rel pasokan positif, sedangkan pada C4 dan C3 adalah filter / by pass kapasitor untuk suplay negatif. Resistor mengumpan balik R2 dan menetapkan gain dari penguat. Sedangkan L1 memberikan impedansi tinggi terhadap frekuensi yang tinggi, sehingga R7 dapat memisahkan beban kapasitif. Untuk R3 adalah resistansi bisu yang dapat memungkinkan 0,5 mA yang dapat di tarik dari pin 8 untuk dapat mengaktifkan fungsi bisu OFF. S1 adalah saklar bisu, sedangkan resistor R6 dan kapasitor K8 membentuk jaringan Zobel yang dapat meningkatkan stabilitas frekuensi tinggi penguat dan tentu saja mencegah osilasi.

Amplifier akan menguatkan signal suara yaitu memperkuat signal arus (I) dan tegangan (V) listrik dari inputnya menjadi arus listrik dan tegangan yang lebih besar (daya lebih besar) dibagian *output* nya. Besarnya penguatan ini sering dikenal dengan istilah *gain*. Nilai dari *gain* yang dinyatakan sebagai fungsi penguat frekuensi audio, *gain power amplifier* antara 20 kali sampai 100 kali dari signal *input*. Jadi *gain* merupakan hasil bagi dari daya di bagian *output* (P_{out})

dengan daya di bagian *inputnya* (P_{in}) dalam bentuk fungsi frekuensi. Ukuran dari *gain* (G), ini biasanya memakai *decibel* (dB). Dalam bentuk rumus hal ini dinyatakan sebagai berikut:

$$G(\text{dB})=10\log(P_{out}/P_{in}).$$

Dimana:

G = Gain dalam satuan dB

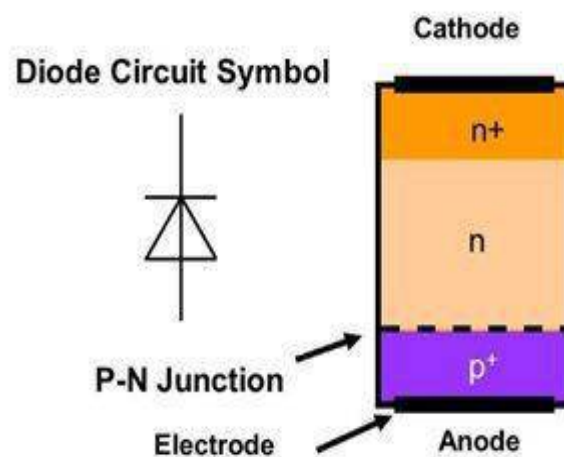
P_{out} = Power atau daya pada bagian Output

P_{in} = Power atau daya pada bagian Input

P_{out} adalah *Power* atau daya pada bagian *output*, dan P_{in} adalah daya pada bagian *inputnya*. Dalam bagian rangkaian *amplifier* pada proses penguatan audio ini terbagi menjadi dua kelompok bagian penting yaitu bagian penguat signal tegangan (V) kebanyakan menggunakan susunan transistor darlington, dan bagian penguat arus susunannya transistor paralel dan masing-masing transisistor berdaya besar dan menggunakan sirip pendingin untuk membuang panas ke udara, sekarang ini banyak yang menggunakan transistor simetris komplementer.

2.6 Dioda

Dioda adalah komponen elektronika yang terdiri dari dua kutub dan berfungsi menyearahkan arus. Komponen ini terdiri dari penggabungan dua semikonduktor yang masing-masing diberi doping (penambahan material) yang berbeda dan tambahan material konduktor untuk mengalirkan listrik.



Gambar 2.8 Dioda, Simbol dan Komponennya

Sumber: Alfa Nicko, 2012

Struktur utama dioda adalah dua buah kutub elektroda berbahan konduktor yang masing-masing terhubung dengan semikonduktor silikon jenis p dan silikon jenis n. Anoda adalah elektroda yang terhubung dengan silikon jenis p dimana elektron yang terkandung lebih sedikit dan katoda adalah elektroda yang terhubung dengan silikon jenis n dimana elektron yang terkandung lebih banyak. Pertemuan antara silikon n dan silikon p akan membentuk suatu perbatasan yang disebut *P-N Junction*.

Material semikonduktor yang digunakan umumnya berupa silikon atau germanium. Adapun semikonduktor jenis p diciptakan dengan menambahkan

material yang memiliki elektron valensi kurang dari 4 (Contoh: Boron) dan semikonduktor jenis n diciptakan dengan menambahkan material yang memiliki elektro valensi lebih dari 4 (Contoh: Fosfor).

2.6.1 Cara Kerja Dioda

Secara sederhana, cara kerja dioda dapat dijelaskan dalam tiga kondisi, yaitu kondisi tanpa tegangan (*unbiased*), diberikan tegangan positif (*forward biased*), dan tegangan negatif (*reverse biased*).

2.6.1.1 Kondisi Tanpa Tegangan

Pada kondisi tidak diberikan tegangan akan terbentuk suatu perbatasan medan listrik pada daerah P-N junction. Hal ini terjadi diawali dengan proses difusi, yaitu Bergeraknya muatan elektro dari sisi n ke sisi p. Elektron-elektron tersebut akan menempati suatu tempat di sisi p yang disebut dengan holes. Pergerakan elektron-elektron tersebut akan meninggalkan ion positif di sisi n, dan holes yang terisi dengan elektron akan menimbulkan ion negatif di sisi p. Ion-ion tidak bergerak ini akan membentuk medan listrik statis yang menjadi penghalang pergerakan elektron pada dioda.

2.6.1.2 Kondisi Tegangan Positif (*Forward-Bias*)

Pada kondisi ini, bagian anoda disambungkan dengan terminal positif sumber listrik dan bagian katoda disambungkan dengan terminal negatif. Adanya tegangan eksternal akan mengakibatkan ion-ion yang menjadi penghalang aliran listrik menjadi tertarik ke masing-masing kutub. Ion-ion negatif akan tertarik ke sisi anoda yang positif, dan ion-ion positif akan tertarik ke sisi katoda yang negatif. Hilangnya penghalang-penghalang tersebut akan memungkinkan

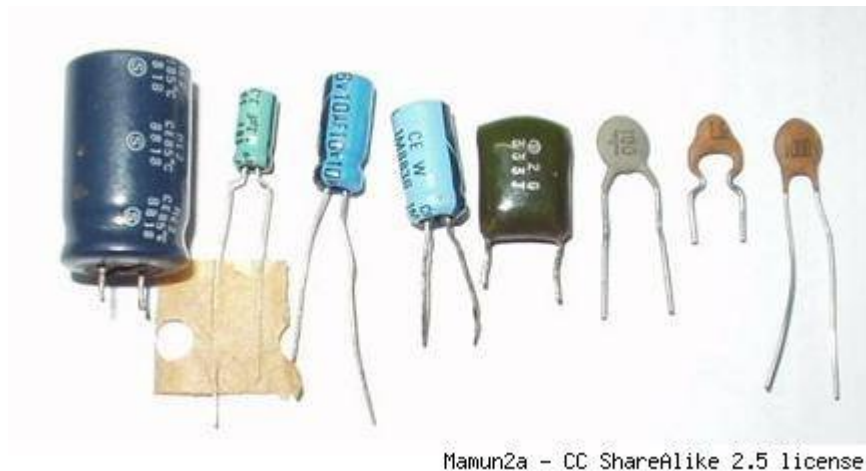
pergerakan elektron di dalam dioda, sehingga arus listrik dapat mengalir seperti pada rangkaian tertutup.

2.6.1.3 Kondisi Tegangan Negatif (*Reverse-Bias*)

Pada kondisi ini, bagian anoda disambungkan dengan terminal negatif sumber listrik dan bagian katoda disambungkan dengan terminal positif. Adanya tegangan eksternal akan mengakibatkan ion-ion yang menjadi penghalang aliran listrik menjadi tertarik ke masing-masing kutub. Pemberian tegangan negatif akan membuat ion-ion negatif tertarik ke sisi katoda (n-type) yang diberi tegangan positif, dan ion-ion positif tertarik ke sisi anoda (p-type) yang diberi tegangan negatif. Pergerakan ion-ion tersebut searah dengan medan listrik statis yang menghalangi pergerakan elektron, sehingga penghalang tersebut akan semakin tebal oleh ion-ion. Akibatnya, listrik tidak dapat mengalir melalui dioda dan rangkaian diibaratkan menjadi rangkaian terbuka.

2.7 Kapasitor

Kapasitor adalah suatu komponen elektronika yang berfungsi untuk menyimpan arus listrik dalam bentuk muatan. Sebuah kapasitor pada dasarnya terbuat dari dua buah lempengan logam yang saling sejajar satu sama lain dan diantara kedua logam tersebut terdapat bahan isolator yang sering disebut dielektrik.



Mamun2a - CC ShareAlike 2.5 license

Gambar 2.9 Kapasitor

Sumber: Syafi'i Abdurrahman, 2017

Fungsi kapasitor adalah pada rangkaian rangkaian elektronika biasanya adalah sebagai berikut:

1. Kapasitor sebagai kopling, dilihat dari sifat dasar kapasitor yaitu dapat dilalui arus ac dan tidak dapat dilalui arus dc dapat dimanfaatkan untuk memisahkan 2 buah rangkaian yang saling tidak berhubungan secara dc tetapi masih berhubungan secara ac (signal), artinya sebuah kapasitor berfungsi sebagai kopling atau penghubung antara 2 rangkaian yang berbeda.

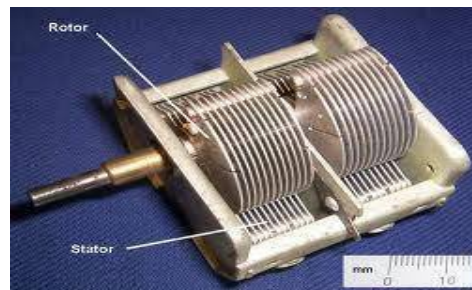
2. Kapasitor berfungsi sebagai filter pada sebuah rangkaian *power supply*, yang saya maksud disini adalah kapasitor sebagai *ripple filter*, disini sifat dasar kapasitor yaitu dapat menyimpan muatan listrik yang berfungsi untuk memotong tegangan *ripple*.
3. Kapasitor sebagai penggeser fasa.
4. Kapasitor sebagai pembangkit frekuensi pada rangkaian osilator.
5. Kapasitor digunakan juga untuk mencegah percikan bunga api pada sebuah saklar. (Syafi'I Abdurrahman, 2017)

2.7.1 Jenis – Jenis Kapasitor

Berdasarkan bahan dielektrik dan penggunaannya, kapasitor dibagi menjadi beberapa jenis seperti berikut :

a. Kapasitor Variabel (*Varco*)

Kondensator variabel dan *trimmer* adalah jenis kondensator yang kapasitasnya bisa diubah-ubah. Kondensator ini dapat berubah kapasitasnya karena secara fisik Kapasitor ini menggunakan udara sebagai bahan dielektriknya. Kapasitor jenis ini menggunakan pelat yang tidak dapat digerakkan (*stator*) dan pelat yang dapat digunakan (rotor). Varco biasanya terbuat dari bahan aluminium. Dengan memutar tombol, luas pelat yang berhadapan dapat diatur sehingga kapasitas-kapasitor dapat diubah. Dengan mengubah kapasitas kapasitor, frekuensi sirkuit yang dicari dapat disetel.

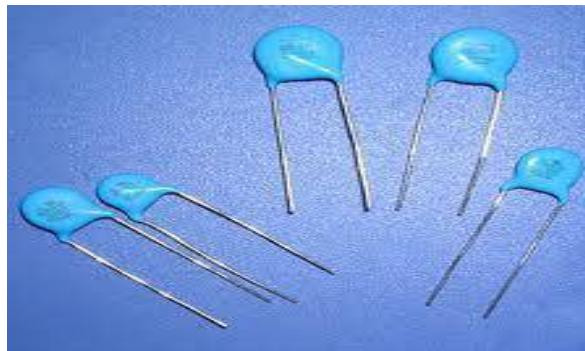


Gambar 2.10 Kapasitor Variabel

Sumber: Syafi'i Abdurrahman, 2017

b. Kapasitor Keramik

Kapasitor keramik mempunyai dielektrik yang terbuat dari keramik. Kapasitor ini memiliki elektroda logam dan dielektriknya terdiri atas campuran titanium oksida dan oksida lain. Kekuatan dielektriknya baik sekali sehingga mempunyai kapasitas yang besar. Meskipun demikian, ukuran kapasitor keramik relatif kecil. Kapasitor keramik digunakan untuk meredam bunga api, seperti pada bunga api yang timbul pada platina kendaraan bermotor.



Gambar 2.11 Kapasitor Keramik

Sumber: Syafi'i Abdurrahman, 2017

Kapasitor Keramik bentuknya ada yang bulat tipis, ada yang persegi empat berwarna merah, hijau, coklat dan lain-lain. Dalam pemasangan di papan rangkaian (PCB), boleh dibolak-balik karena tidak mempunyai kaki positif dan negatif.

c. Kapasitor Polyester

Kapasitor Polyester merupakan kapasitor yang isolatornya terbuat dari sebuah Polyester dengan bentuk persegi empat. Kapasitor ini dapat dipasang terbalik dalam suatu rangkaian elektronika (tidak memiliki polaritas arah).

d. Kapasitor Kertas

Kapasitor kertas merupakan kapasitor yang isolatornya terbuat dari suatu kertas dan umumnya nilai dari kapasitor kertas ini yang berkisar diantara 300 pf hingga 4 μF . Kapasitor kertas tidak memiliki suatu polaritas arah atau dapat dipasang bolak balik dalam suatu rangkaian elektronika.

e. Elektrolit (Elco)

Kapasitor elektrolit atau *Electrolytic Condenser (Elco)* adalah kondensator yang biasanya berbentuk tabung, mempunyai dua kutub kaki berpolaritas positif dan negatif, ditandai oleh kaki yang panjang positif sedangkan yang pendek negatif atau yang dekat tanda minus (-) adalah kaki negatif. Nilai kapasitansya dari 0,47 μF (mikroFarad) sampai ribuan mikroFarad dengan voltase kerja dari beberapa volt hingga ribuan volt.



Gambar 2.12 Kapasitor Elektrolit

Sumber: Syafi'i Abdurrahman, 2017

Kapasitor elektrolit mempunyai dielektrik berupa oksida aluminium. Elektroda positif terbuat dari bahan logam, seperti aluminium dan tantalum, sedangkan elektroda negatif terbuat dari bahan elektrolit. Bahan dielektrik

digunakan untuk melapisi elektroda negatif. Tebal lapisan oksida sekitar 0,0001 mm. Kapasitor ini hanya digunakan pada tegangan DC yang berdenyut pada rangkaian radio, televisi, telepon, telegraf, peluru kendali, dan perlengkapan komputer. Fungsi elco adalah sebagai perata denyut arus listrik. Kerusakan umum pada kondensator elektrolit di antaranya adalah :

- a. Kering (kapasitasnya berubah)
- b. Konsleting
- c. Meledak

dikarenakan salah dalam pemberian tegangan positif dan negatifnya, jika batas maksimum voltase dilampaui juga bisa meledak. (Syafi'I Abdurrahman, 2017)

2.8 Resistor

Resistor merupakan komponen elektronik yang memiliki dua pin dan didesain untuk mengatur tegangan listrik dan arus listrik, dengan resistansi tertentu (tahanan) dapat memproduksi tegangan listrik di antara kedua pin, nilai tegangan terhadap resistansi berbanding lurus dengan arus yang mengalir.

Resistor digunakan sebagai bagian dari rangkaian elektronik dan sirkuit elektronik dan merupakan salah satu komponen yang paling sering digunakan. Resistor dapat dibuat dari bermacam-macam komponen dan film, bahkan kawat resistansi (kawat yang dibuat dari paduan resistivitas tinggi seperti nikel-kromium).

Resistor dapat diintegrasikan kedalam sirkuit hibrida dan papan sirkuit cetak, bahkan sirkuit terpadu. Ukuran dan letak kaki bergantung pada desain sirkuit, kebutuhan daya resistor harus cukup dan disesuaikan dengan kebutuhan arus rangkaian agar tidak terbakar. (Syafi'I Abdurrahman, 2017)

2.8.1 Jenis – Jenis Resistor

Dilihat dari fungsinya resistor dibagi menjadi beberapa jenis, yaitu :

1. Resistor Tetap

Resistor tetap merupakan resistor yang mempunyai nilai hambatan tetap. Biasanya terbuat dari karbon, kawat atau panduan logam. Pada resistor tetap nilai resistansi biasanya ditentukan dengan kode warna resistor yang termasuk resistor jenis ini adalah :

a. Resistor Kawat

Resistor kawat adalah jenis resistor generasi pertama yang lahir pada saat rangkaian elektronika masih menggunakan tabung hampa (*vacuum tube*). Bentuknya bervariasi dan memiliki ukuran yang cukup besar. Resistor kawat ini biasanya banyak dipergunakan dalam rangkaian *power* karena memiliki resistansi yang tinggi dan tahan terhadap panas yang tinggi. Jenis lainnya yang masih dipakai sampai sekarang adalah jenis resistor dengan lilitan kawat yang dililitkan pada bahan keramik, kemudian dilapisi dengan bahan semen. Rating daya yang tersedia untuk resistor jenis ini adalah dalam ukuran 1 watt, 2 watt, 5 watt, dan 10 watt.

b. Resistor Batang Karbon/Arang

Pada awalnya, resistor ini dibuat dari bahan karbon kasar yang diberi lilitan kawat yang kemudian diberi tanda dengan kode warna berbentuk gelang dan pembacaannya dapat dilihat pada tabel kode warna. Jenis resistor ini juga

merupakan jenis resistor generasi awal setelah adanya resistor kawat. Sekarang sudah jarang untuk dipakai pada rangkaian-rangkaian elektronika.



Gambar 2.13 Resistor Batang Karbon

Sumber: Syafi'i Abdurrahman, 2017

c. Resistor Keramik / Porselin

Resistor ini terbuat dari keramik yang dilapisi dengan kaca tipis. Jenis resistor ini telah banyak digunakan dalam rangkaian elektronika saat ini karena bentuk fisiknya kecil dan memiliki resistansi yang tinggi. Resistor ini memiliki rating daya sebesar 1/4 watt, 1/2 watt, 1 watt, dan 2 watt.

2. Resistor Variabel

Resistor variabel (*variable resistor* atau *varistor*) adalah resistor yang nilai tahanannya dapat berubah atau dapat diubah. Ada bermacam-macam resistor variabel antara lain :

a. Potensiometer

Potensiometer adalah resistor tiga terminal yang nilai tahanannya dapat diubah dengan cara menggeser (untuk potensio jenis geser) atau memutar tuasnya.

b. Trimpot

Trimpot adalah potensiometer yang cara mengubah nilai tahanannya dengan cara mentrim dengan menggunakan obeng trim.

c. PTC (*Positif Temperatur Control*)

PTC termasuk jenis thermistor, yaitu resistor yang nilai tahanannya dipengaruhi oleh suhu. Nilai hambatan PTC saat dingin adalah sangat rendah, tetapi saat suhu PTC naik maka nilai hambatannya juga ikut naik.

d. NTC (*Negative Temperatur Control*)

NTC juga termasuk jenis thermistor, yaitu resistor yang nilai tahanannya dipengaruhi oleh suhu, tetapi NTC kebalikan dari PTC, dimana nilai tahanan NTC saat dingin sangat tinggi, tetapi saat suhu NTC semakin naik, maka nilai tahanannya akan semakin mengecil bahkan nol.

e. LDR (*Light Depending Resistor*)

LDR adalah merupakan resistor peka cahaya atau biasa disebut dengan foto resistor, dimana nilai resistansinya akan menurun jika ada penambahan intensitas cahaya yang mengenainya.

2.9 Arduino Uno

Arduino adalah pengendali mikro single-board yang bersifat open-source, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Hardware dalam arduino memiliki prosesor Atmel AVR dan menggunakan *software* dan bahasa sendiri.

Arduino Uno adalah salah satu produk berlabel arduino yang sebenarnya adalah suatu papan elektronik yang mengandung mikrokontroler Atmega8 (sebuah keping yang secara fungsional bertindak seperti sebuah komputer). Piranti ini dapat dimanfaatkan untuk mewujudkan rangkaian elektronik dari yang sederhana hingga yang kompleks. Pengendalian LED hingga pengontrolan robot dapat diimplementasikan dengan menggunakan papan berukuran relatif kecil ini. Bahkan dengan penambahan komponen tertentu, piranti ini bisa dipakai untuk pemantauan kondisi pasien di rumah sakit dan pengendalian alat-alat di rumah. (Sumber: B. Gustomo, 2015)

Berikut adalah tabel *Index Board* Arduino

Mikrokontroler	ATmega328
Tegangan pengoperasian	5V
Tegangan input yang disarankan	7-12V
Batas tegangan input	6-20V
Jumlah pin I/O digital	14 (6 di antaranya menyediakan keluaran PWM)
Jumlah pin input analog	6
Arus DC tiap pin I/O	40 mA
Arus DC tiap pin 3,3	50 mA
Memori flash	32 KB (ATmega328), sekitar 0.5 KB digunakan oleh bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Clock speed	16 Mhz

Tabel 2.1Index Board Arduino

Sumber: B. Gustomo, 2015



Gambar 2.14 Arduino Uno

Sumber: B. Gustomo, 2015

2.9.1 Spesifikasi Hardware arduino uno

- a. 14 pin IO Digital (pin 0–13)

Sejumlah pin digital dengan nomor 0–13 yang dapat dijadikan input atau output yang diatur dengan cara membuat program IDE.

- b. 6 pin *Input* Analog (pin 0–5)

Sejumlah pin analog bernomor 0–5 yang dapat digunakan untuk membaca nilai *input* yang memiliki nilai analog dan mengubahnya ke dalam angka antara 0 dan 1023.

c. 6 pin *Output Analog* (pin 3, 5, 6, 9, 10 dan 11)

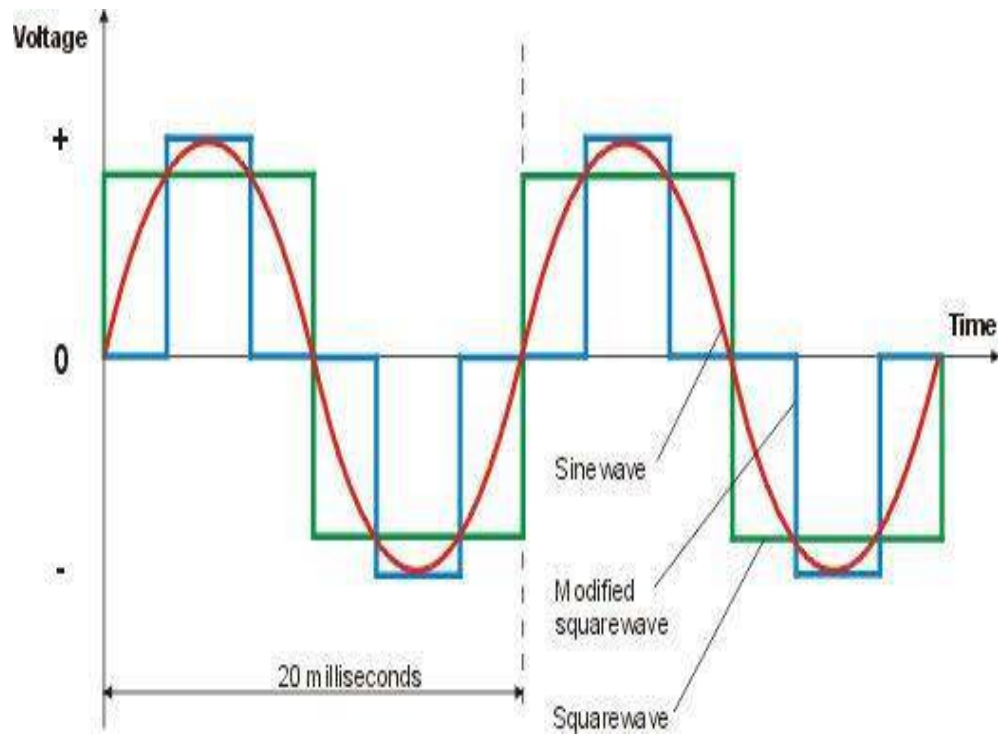
Sejumlah pin yang sebenarnya merupakan pin digital tetapi sejumlah pin tersebut dapat diprogram kembali menjadi pin *output analog* dengan cara membuat programnya pada IDE.

Papan Arduino Uno dapat mengambil daya dari USB port pada komputer dengan menggunakan USB *charger* atau dapat pula mengambil daya dengan menggunakan suatu AC adapter dengan tegangan 9 V. Jika tidak terdapat *power supply* yang melalui AC adapter, maka papan Arduino akan mengambil daya dari USB port. Tetapi apabila diberikan daya melalui AC adapter secara bersamaan dengan USB port maka papan Arduino akan mengambil daya melalui AC adapter secara otomatis. (Sumber: B. Gustomo, 2015)

2.10 *Modified Sine Wave*

Modified Sine Wave disebut juga ‘*Modified Square Wave*’ atau ‘*Quasy Sine Wave*’ karena gelombang *modified sine wave* hampir sama dengan *square wave*, namun pada *modified sine wave* outputnya menyentuh titik 0 untuk beberapa saat sebelum pindah ke positif atau negatif. Selain itu karena *modified sine wave* mempunyai *harmonic distortion* yang lebih sedikit dibanding *square wave* maka dapat dipakai untuk beberapa alat listrik seperti komputer, tv, lampu namun tidak bias untuk beban-beban yang lebih sensitive.

Berikut adalah gambar dari *modified sine wave*



Gambar 2.15 Modified Sine Wave

Sumber : Myra, 2018

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metodologi

Metodologi merupakan cara atau metode yang digunakan dalam penelitian maupun perancangan. Dalam hal ini, metode yang dipergunakan adalah merancang objek penelitian yang menjadi bahan pembahasan dan analisa, yaitu sebuah inverter 3 fasa. Perancangan dilakukan dengan tahapan-tahapan standar mulai dari perakitan dan hingga pengujian.

3.2 Lokasi Penelitian

Universitas Panca Budidi Jalan Jendral Gatot Subroto, Simpang Tanjung, Medan Sunggal, Simpang Tj. Medan Sunggal, Kota Medan, Sumatera Utara 20122

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Peralatan

- 1 Peralatan Komputer/Laptop
- 2 Alat-alat Ukur Tegangan (Multi Tester Digital)
- 3 Perkakas Listrik atau Toolset
- 4 Mesin Bor, Gergaji dan sebagainya
- 5 Software Pendukung/ Program dll.

3.3.2 Bahan Bahan

- 1 ICmikrokontroler atmega8
- 2 IC AN 7805
- 3 Kapasitor 1000uF/50V, 10uF/50V
- 4 Transistor
- 5 Kristal osilator 4 mHz
- 6 Resistor 10K dll.
- 7 IGBT
- 8 Dioda Silikon
- 9 PCB Rangkaian dan Casis
- 10 Kabel - Kabel dan Terminal
- 11 Soket IC 28 pin
- 12 Mosfet
- 13 Terminal Kabel dan sebagainya
- 14 Lampu 100 watt.
- 15 Baterai 12 volt

3.4 Prinsip kerja

Kerja alat dimulai saat catu daya diaktifkan. Terdapat 2 bagian terpisah yaitu proses untuk mengubah tegangan rendah DC menjadi tegangan AC 220 V. Proses ini dilakukan oleh rangkaian *switching* transistor mosfet dari sumber baterai ke beban yaitu trafo *step up*. Proses *switching* dilakukan untuk menaikkan tegangan melalui trafo *step up* dengan prinsip induksi medan listrik. Hal ini dilakukan oleh seperangkat transistor mosfet pada bagian primer trafo.

1. Proses *switching* tersebut akan menyebabkan terinduksinya tegangan primer ke kumparan skunder dengan level tegangan lebih tinggi. Tegangan tersebut kemudian disearahkan dan disimpan pada kapasitor sebagai penyimpan muatan dan perata.
2. Tahap berikutnya adalah mengubah tegangan arus searah yang dihasilkan oleh rangkaian sebelumnya menjadi arus 3 fasa. Bagian ini memiliki kontroler terpisah dari rangkaian sebelumnya. Kontroler pada tahap ini akan mengatur proses *switching* untuk menghasilkan arus 3 fasa. Pengaturan dilakukan dengan mengatur waktu *switching* IGBT, terdapat 6 IGBT yang bekerja bergantian sesuai fasenya.

Kontroler mengatur perioda waktu dengan cara memberikan pulsa keluaran berupa logika ke optokopel. Optokopel berfungsi sebagai perantara untuk memisahkan *grounding* tegangan rendah dan tegangan tinggi. *Output* optokopel dihubungkan dengan *input* IGBT yaitu masukan *gate*. Jika *gate* berlogika 1 maka IGBT akan *on* dan sebaliknya jika logika adalah 0 maka IGBT akan *off*. Beda fase

antara fasa 1 dengan fasa lain adalah 120 derajat dengan selisih waktu 6,6 ms jika frekuensi adalah 50 Hz.

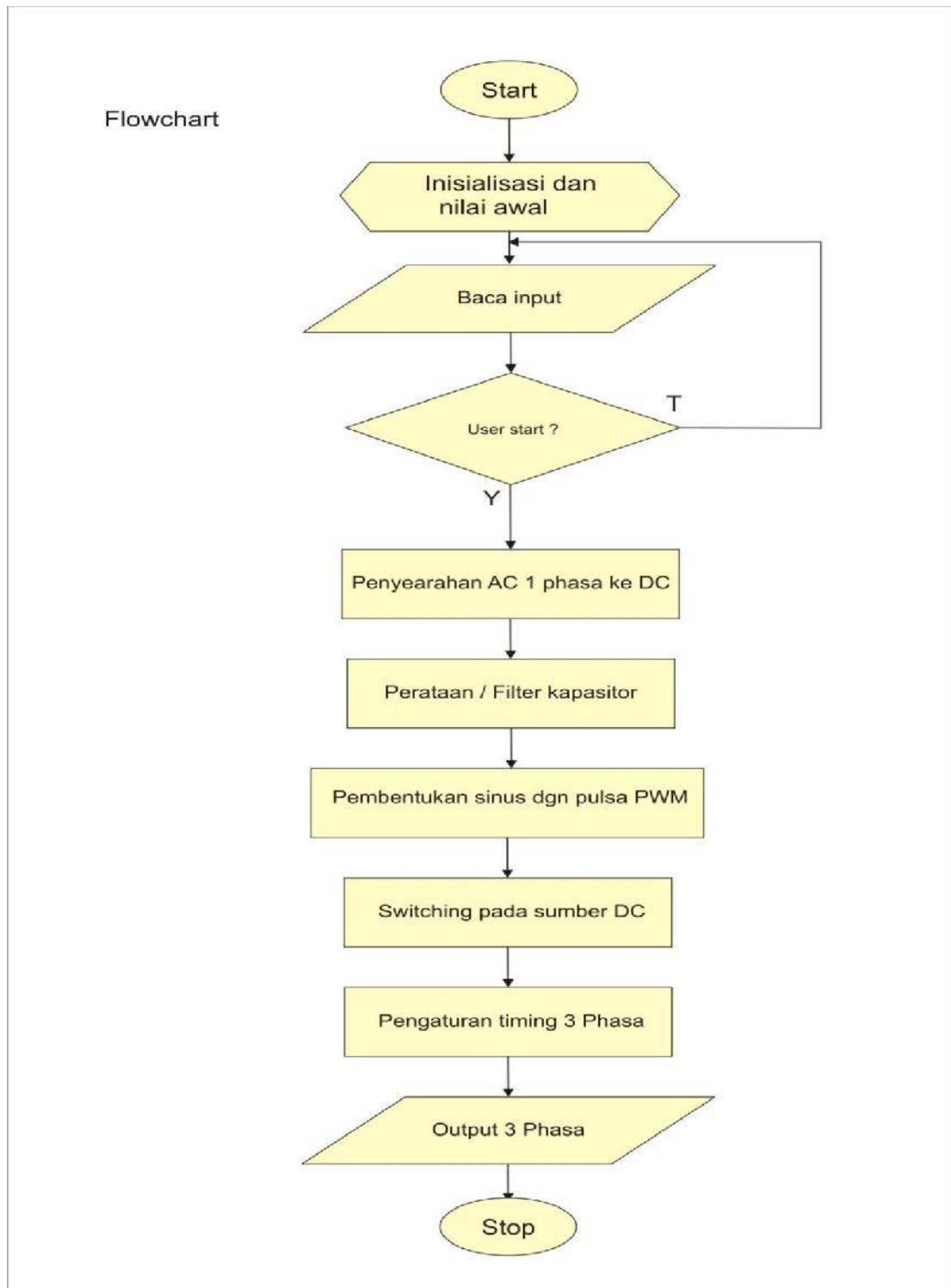
3.5 Perancangan Software

Perancangan *software* pada proses inverter ini dapat dimulai dengan membuat *flowchart* untuk proses kerja pada alat, setelah itu akan dirancang pembuatan program untuk alat yang akan dibuat.

3.5.1 Flowchart Rancangan Alat

flowchart untuk perancangan alat inverter 3 fasa dapat dilihat pada gambar berikut

:



Gambar 3.1 Flowchart

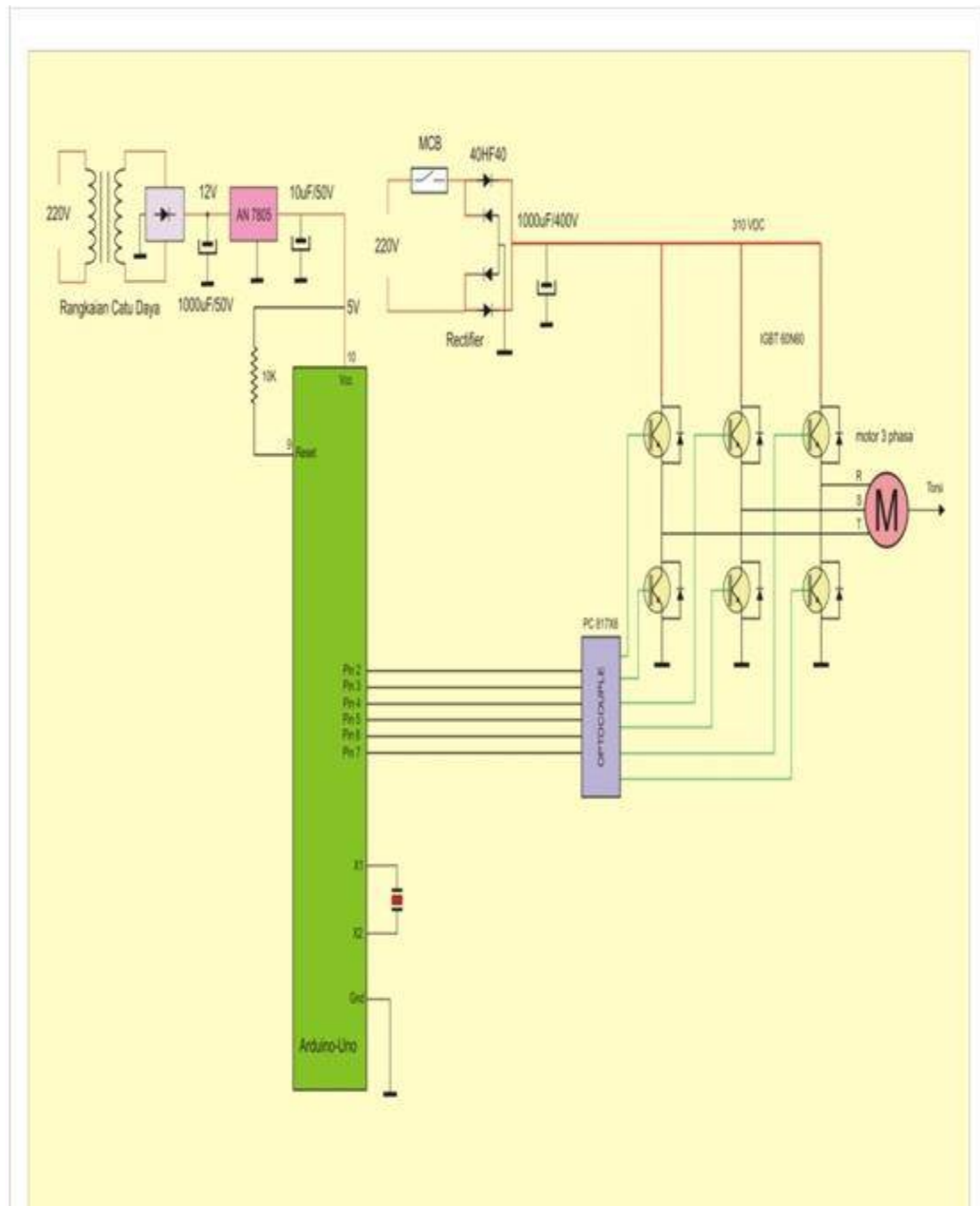
Sumber : Rizky, 2019

Flowchart adalah diagram alir yang menjelaskan aliran kerja program didalam mikrokontroler. Dalam hal ini yaitu sistem pengubah arus listrik 1 phasa menjadi 3 fasa. Saat *start*, program akan melakukan inisialisasi *input* dan *output* kemudian dilanjutkan dengan proses penyearahan oleh rangkaian dioda dan kapasitor. Setelah itu,program akan membaca *setpoint* kecepatan melalui potensiometer. Setelah membaca *setpoint*, program akan mengatur frekuensi *switching* dan mengeluarkannya pada driver untuk dikuatkan. Hasil penguatan digunakan untuk mengaktifkan IGBT yang mengalirkan arus ke motor. Selain mengatur frekuensi,program juga akan mengatur fase arus sehingga menjadi arus 3 phasa.

3.6 Perancangan Hardware

Perancangan *hardware* untuk alat perancang inverter ini dapat diawali dengan membuat diagram blok. Dimana tiap-tiap blok saling berhubungan antara yang satu dengan yang lainnya. Diagram blok memiliki beberapa fungsi yakni : menjelaskan cara kerja suatu rancangan secara sederhana, menganalisa cara kerja rangkaian, mempermudah memeriksa kesalahan suatu rancangan yang dibangun.

3.6.1 Blok Diagram



Gambar 3.2 Block Diagram

Sumber : Rizky, 2019

Blok diagram sistem yang diperlihatkan pada gambar diatas merupakan gambaran umum bagian-bagian sistem yaitu mulai dari input hingga *output* serta komponen-komponen utama yang ada pada sistem. Dalam hal ini, input berasal dari sumber listrik yang tersimpan pada baterai 12 V. Baterai sebagai penyimpan energi akan mensuplai energi untuk menggerakkan motor 3 fasa. *Output* rangkaian inverter adalah *driver* atau penguat arus yang terdiri dari beberapa transistor *switching*. Rancangan ini menggunakan transistor IGBT sebagai driver *output* karena output bekerja pada tegangan 220 V dengan arus yang cukup besar. 6 buah transistor IGBT digunakan sebagai driver untuk mengalirkan arus 3 fasa ke motor induksi. Bagian pemroses sinyal digunakan kontroler atmega 8 untuk mengatur proses *switching* gelombang 3 fasa. Kontroler atmega adalah sebuah IC kontroler yang dapat diprogram sesuai kebutuhan. Dalam hal ini kontroler diprogram untuk menghasilkan pulsa pwm dengan perioda tertentu agar terbentuk gelombang 3 fasa.

3.6.2 Prinsip Kerja

Kerja alat dimulai saat catu daya diaktifkan. Terdapat 2 bagian terpisah yaitu proses untuk mengubah tegangan rendah DC menjadi tegangan AC 220 V. Proses ini dilakukan oleh rangkaian *switching* transistor mosfet dari sumber baterai ke beban yaitu trafo *step up*. Proses *switching* dilakukan untuk menaikkan tegangan melalui trafo *step up* dengan prinsip induksi medan listrik. Hal ini dilakukan oleh seperangkat transistor mosfet pada bagian primer trafo. Proses *switching* tersebut akan menyebabkan terinduksinya tegangan primer ke kumparan skunder dengan level tegangan lebih tinggi. Tegangan tersebut kemudian disearahkan dan disimpan pada kapasitor sebagai penyimpan muatan dan perata. Demikianlah proses kerja tahap pertama. Tahap berikutnya adalah mengubah tegangan arus searah yang dihasilkan oleh rangkaian sebelumnya menjadi arus 3 fasa. Bagian ini memiliki kontroler terpisah dari rangkaian sebelumnya. Kontroler pada tahap ini akan mengatur proses *switching* untuk menghasilkan arus 3 fasa. Pengaturan dilakukan dengan mengatur waktu *switching* IGBT, terdapat 6 IGBT yang bekerja bergantian sesuai fasenya. Kontroler mengatur perioda waktu dengan cara memberikan pulsa keluaran berupa logika ke optokopel. Optokopel berfungsi sebagai perantara untuk memisahkan *grounding* tegangan rendah dan tegangan tinggi. *Output* optokopel dihubungkan dengan input IGBT yaitu masukan gate. Jika gate berlogika 1 maka IGBT akan *on* dan sebaliknya jika logika adalah 0 maka IGBT akan *off*. Beda fase antara fasa 1 dengan fasa lain adalah 120 derajat dengan selisih waktu 6,6 ms jika frekuensi adalah 50Hz.

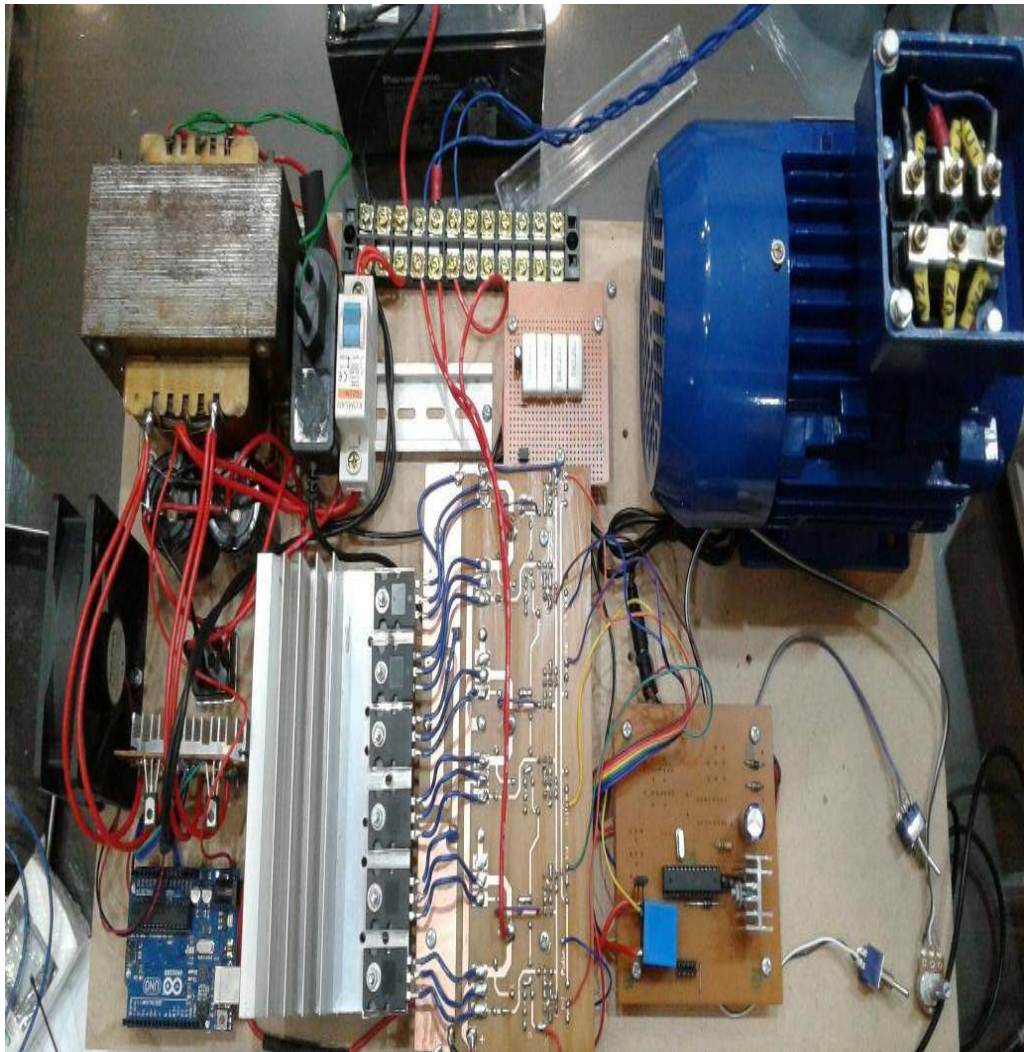
BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas hasil penelitian dan hasil pengujian sebagai bagian dari proses rancang bangun sistem. Pengujian dilakukan dengan beberapa tahap yaitu pada masing masing bagian atau blok hingga pengujian keseluruhan sistem. Untuk melakukan pengujian dibutuhkan beberapa alat pendukung misalnya alat ukur listrik, alat ukur gelombang listrik, trafo slide regulator dan sebagainya.

4.1 Hasil Penelitian

Hasil yang diperoleh adalah sebuah objek yang digunakan untuk penelitian dan pembahasan berkaitan dengan judul yang diangkat yaitu rangkaian inverter 3 fasa. Sebuah rangkaian inverter 3 fasa berhasil dibuat dan berhasil menjalankan sebuah motor ac 3 fasa. Rangkaian terdiri dari beberapa blok atau bagian yang memiliki fungsi kerja masing-masing. Mulai dari bagian penyearahan ac ke dc, bagian kontrol pulsa pwm, bagian *switching* dc ke ac dan bagian pengontrol frekuensi *output* inverter. Sebagai beban untuk menguji inverter yang dibuat digunakan motor 3 fasa 1/2 hp. Motor dipasang pada output inverter 3 fasa yaitu R-S-T dengan format delta. Pengujian dilakukan dengan mengukur parameter tegangan, arus, frekuensi dan rpm motor dengan kondisi tanpa beban dan berbeban. Singkat kata, sebuah inverter telah berhasil dibuat dan diuji menggunakan motor 3 fasa dengan hasil yang cukup memuaskan walaupun masih terdapat banyak kekurangan dan kelemahan yang harus disempurnakan. Bagian berikut ini akan dibahas hasil pengujian yang dilakukan.



Gambar 4.1 Hasil Capture Rangkaian Inverter 3 Fasa.

Sumber : Rizky, 2019

4.2 Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan secara bertahap mulai dari input hingga output. Input sistem adalah tegangan 1 fasa yang disearahkan menjadi DC. Oleh karena itu, bagian input adalah rangkaian penyearah yang terdiri dari dioda jembatan dan kapasitor. Untuk menguji proses penyearahan digunakan sebuah *slide regulator* yaitu sebuah trafo yang dapat diatur tegangan keluarannya. *Slide regulator* transformer mengeluarkan tegangan 0 hingga 220 V AC. Output ini diberikan pada masukan penyearah, kemudian diukur tegangan keluaran setelah diubah menjadi DC. Pengujian dilakukan dengan pemberian tegangan secara bertahap mulai dari minimum hingga maksimum. Berikut adalah hasil pengukuran rangkaian penyearah.

4.2.1 Pengujian Inverter 3 Fasa

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengukur tegangan keluaran tiap fasa dengan masukan DC yang variatif mulai dari 0 hingga 160 V. Hasil pengukuran yang dilakukan adalah sebagai berikut:

Input		Output Inverter		
V _{in} (VAC)	VDC	R(VAC)	S(VAC)	T(VAC)
0	0	0	0	0
10	13,07	10,89	10,35	10,65
20	27,31	21,23	20,47	20,47
30	41,49	30,17	30,23	30,68
40	55,24	38,19	40,24	40,61
50	69,42	49,27	50,28	50,59
60	83,42	62,12	61,32	62,05
70	97,29	74,19	74,21	75,97
80	111,21	86,80	86,89	87,45
90	121,38	98,35	97,38	98,05
100	139,29	110,19	109,27	110,85
110	153,31	120,32	120,21	120,39
120	168,19	134,39	133,28	134,05
130	181,35	146,55	145,22	145,60
140	195,67	158,32	158,49	159,15
150	211,39	169,27	169,23	170,33
160	222,27	182,29	181,67	182,93

Tabel 4.1 Pengujian Inverter 3 Fasa

Sumber : Rizky, 2019

Catatan:

Pengujian diatas dilakukan dengan frekuensi konstan yaitu 50 Hz. Dimana *input* diberikan melalui slide regulator dengan kenaikan tegangan secara bertahap.



Gambar 4.2 Foto Proses Pengukuran Output Inverter

Sumber : Rizky, 2019

4.2.2 Pengujian *Output* Inverter Dengan Beban Resistif Lampu Pijar 100 W

Untuk menguji beban resistif dari inverter dapat digunakan lampu pijar 100 W. 3 buah lampu pijar dirangkai menjadi 3 masukan U-V-W untuk masukan dari inverter hubungan bintang. Pengujian dimulai dengan frekuensi 0 hingga 50 Hz. Pengukuran arus, tegangan dan frekuensi dilakukan dengan alat yang sama seperti pengukuran sebelumnya. Hasil pengukuran adalah sebagai berikut.

Freq (Hz)	Vout (V)	Ir (A)	Is (A)	It (A)	$I \text{ rata rata (A)}$ $\frac{Ir + Is + It}{3}$	I rata-rata (A) secara Teoritis
0	0	0	0	0	0	0
10,2	98	0,44	0,47	0,43	0,44	0,30
14,9	124	0,47	0,48	0,47	0,47	0,45
20,3	129	0,43	0,46	0,45	0,44	0,43
25,1	138	0,47	0,44	0,48	0,46	0,40
30,4	154	0,48	0,49	0,47	0,48	0,36
35,1	169	0,49	0,48	0,45	0,47	0,32
40,7	187	0,42	0,43	0,43	0,43	0,29
45,2	201	0,47	0,46	0,46	0,46	0,27
49,9	219	0,48	0,49	0,48	0,48	0,24

Tabel 4.2 Pengujian *Output* Inverter dengan Beban Lampu 100 W

Sumber : Rizky, 2019

Perhitungan secara analisis teoritis

Sebagai contoh perhitungan arus rata-rata secara teoritis pada kondisi tegangan *output* 124 V dengan frekuensi 14,9 Hz dan Kapasitansi 10 μF .

Diketahui

- Daya (P) : 100 W

- Tegangan keluar (Vout) : 124 V

Maka Irata rata ?

$$P = V \times I_s \times \cos \varphi \times \sqrt{3}$$

$$100 = 124 \times I_s \times \cos 0.85 \times 1,73$$

$$\text{Maka } I_s = \frac{100}{124 \times 1,73} = 0,466 \text{ A}$$

$$V = I_s \times R$$

$$220 = 0,466 \times R$$

$$R = 472,10 \Omega$$

$$V = I_r \times Z$$

$$V = I_r \times \left(R - j \left(\frac{1}{2\pi f C} \right) \right)$$

$$220 = I_r \times \left(472,10 - j \left(\frac{1}{2 \times 3,14 \times 14,9 \times 10^{-6}} \right) \right)$$

$$220 = I_r \times (472,10 - j106)$$

Karena masih dalam bentuk bilangan rectangular, maka harus di ubah ke dalam bilangan polar

$$\sqrt{472,10^2 + 106,87^2} \angle \tan^{-1} \frac{106,87}{472,10}$$

$$=484,04 \angle 12,7$$

$$\text{Maka } 220 = I_r \times 484,04$$

$$I_r = 0.45 \text{ A}$$

4.2.1 Pengujian Baterai 12 V dengan menggunakan beban 370 W

Untuk menguji berapa lama ketahanan baterai 12 V ini dapat menggunakan motor dengan beban 370 W. Pengujian dimulai dengan frekuensi 0 hingga 50 Hz. Pengukuran arus, tegangan dan frekuensi dilakukan dengan alat yang sama seperti pengukuran sebelumnya. Hasil pengukuran adalah sebagai berikut.

Freq (Hz)	Waktu (jam) / pengujian	Waktu (jam) / Secara teoritis
12	7,150	7,168
19	3,502	3,549
29	2,292	2,300
39	1,418	1,428
49	1,320	1,327

Tabel 4.3 Pengujian Baterai 12 V dengan Beban 370 W

Sumber : Rizky, 2019

Perhitungan secara analisis teoritis baterai 12 V/50Ah saat frekuensi 49 Hz.

Diketahui

$$P = 370 \text{ W}$$

$$A_{ki} = 12 \text{ V}/50 \text{ Ah}$$

maka didapat

$$P = V \times I_s$$

$$370 = 12 \times I_s$$

$$I_s = \frac{370}{12} = 30,833 \text{ A}$$

$$V = I_s \times R$$

$$12 = 30,833 \times R$$

$$R = 0,389 \Omega$$

$$V = I_r \times \left(R - j \left(\frac{1}{2 \pi f C} \right) \right)$$

$$12 = I_r \times \left(0,389 - j \left(\frac{1}{2 \times 3,14 \times 49 \times 10^{-6}} \right) \right)$$

$$12 = I_r (0,389 - j0,324)$$

$$12 = I_r \times 0,4945$$

$$I_r = 24,29 \Omega$$

$$\text{Waktu pemakaian} = 50 \text{ Ah}/I_r$$

$$= \frac{50}{24,29}$$

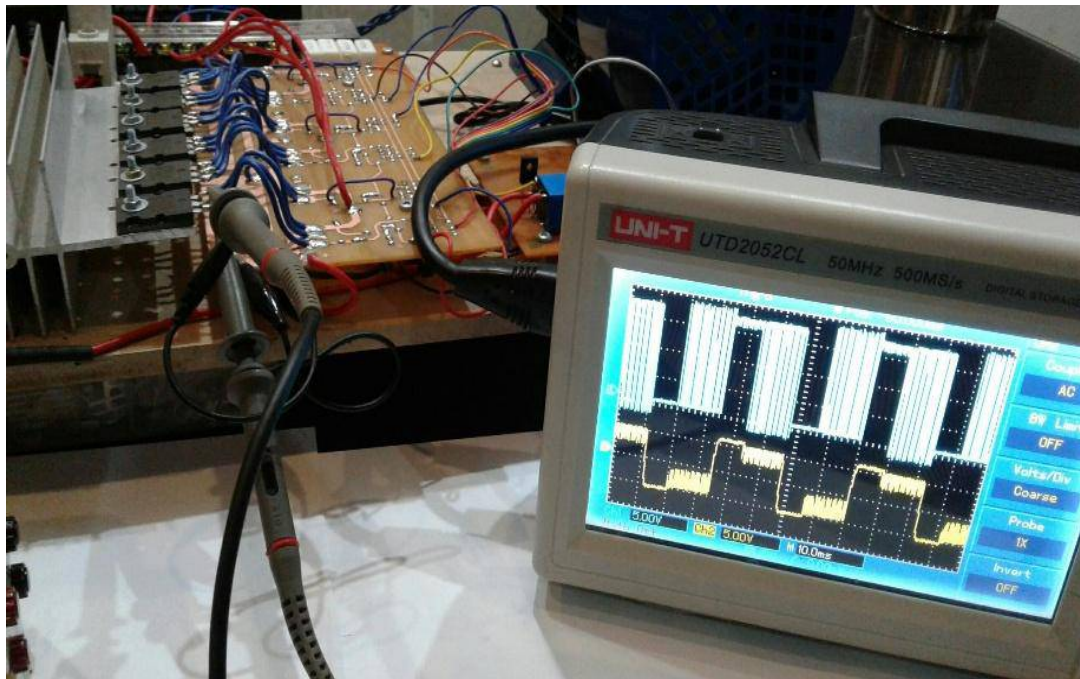
$$= 2,054 \text{ jam efisiensi aki sebesar } 20 \%$$

$$= 2,054 - 0,411 \text{ jam}$$

$$= 1,647 \text{ jam (1 jam 32 menit 7 detik)}$$

4.2.2 Pengujian Penguat IGBT

Pengujian penguat IGBT dilakukan dengan cara mengukur tegangan *input* dan *output* IGBT yaitu pada *gate* dan kolektor IGBT. Karena masukan dan keluaran IGBT adalah pulsa atau gelombang maka pengukuran hanya dapat dilakukan dengan menggunakan osiloskop. Rangkaian diaktifkan kemudian ukur tegangan pada *gate* dan kolektor dengan osiloskop. Gambar berikut menampilkan hasil pengukuran yang dilakukan.



Gambar 4.3 Foto Hasil Pengukuran dengan Osiloskop.

Sumber : Rizky, 2019

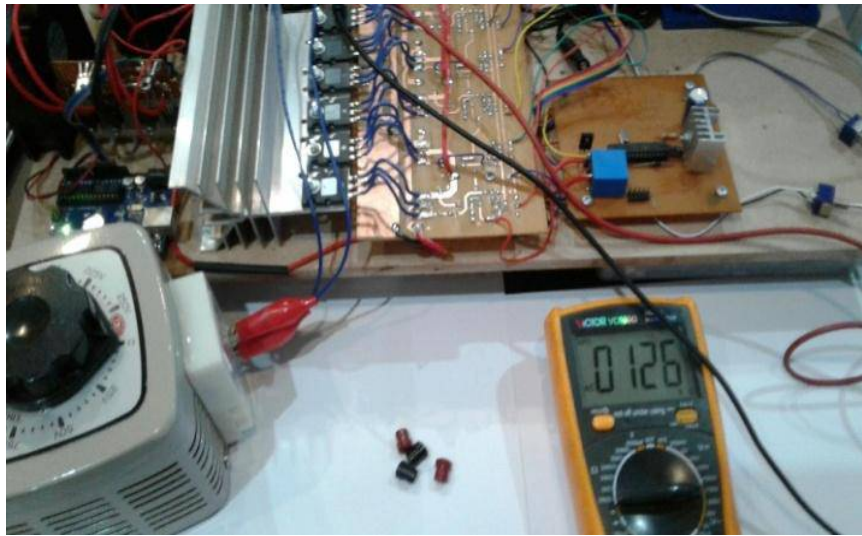
Grafik warna biru adalah pengukuran pada kolektor IGBT, sedangkan warna kuning pada *gate*. Skala perbandingan osiloskop adalah kali 10.

Gambar berikutnya adalah gambar peralatan dan hasil pengujian yang dilakukan pada alat yang dibuat.



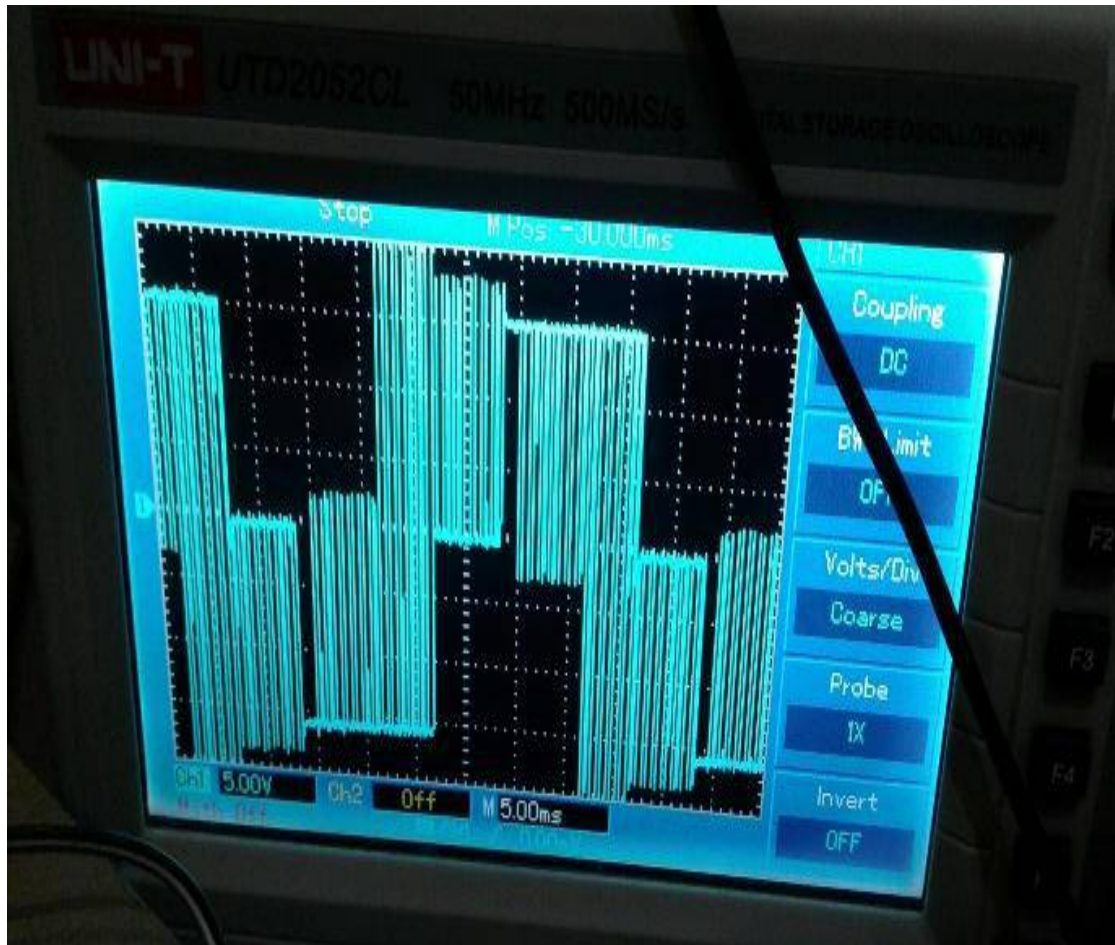
Gambar 4.4 Slide Regulator Transformer 0 – 250 V.

Sumber : Rizky, 2019



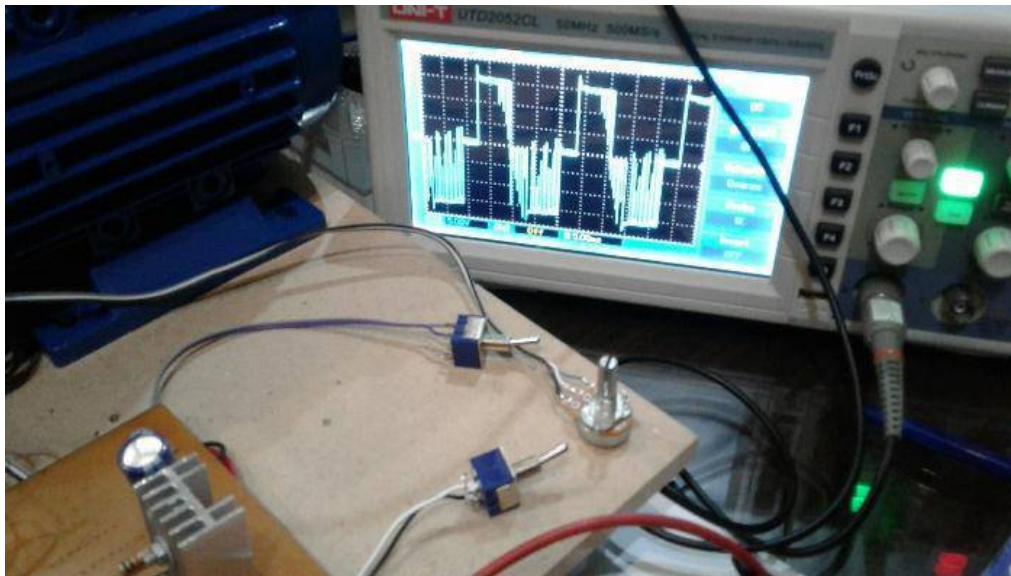
Gambar 4.5 Hasil Pengukuran Tegangan Output.

Sumber : Rizky, 2019



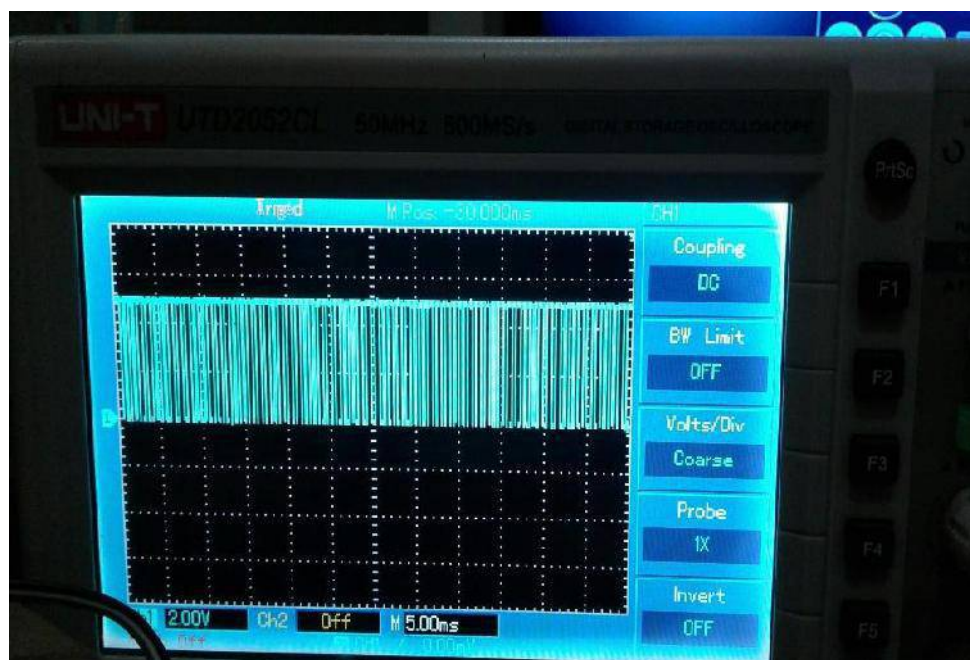
Gambar 4.6 Grafik Osiloskop Tegangan *Output* Inverter Termodulasi PWM.

Sumber : Rizky, 2019



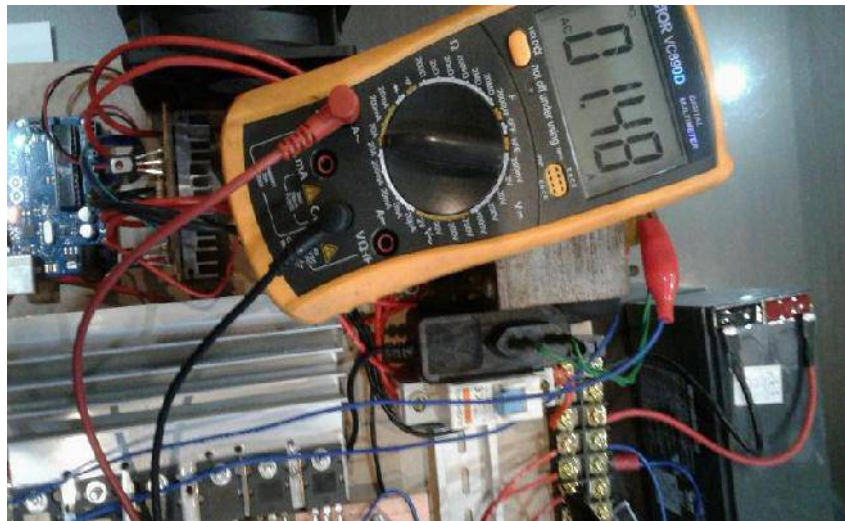
Gambar 4.7 Bentuk Gelombang Pada Output IGBT.

Sumber : Rizky, 2019



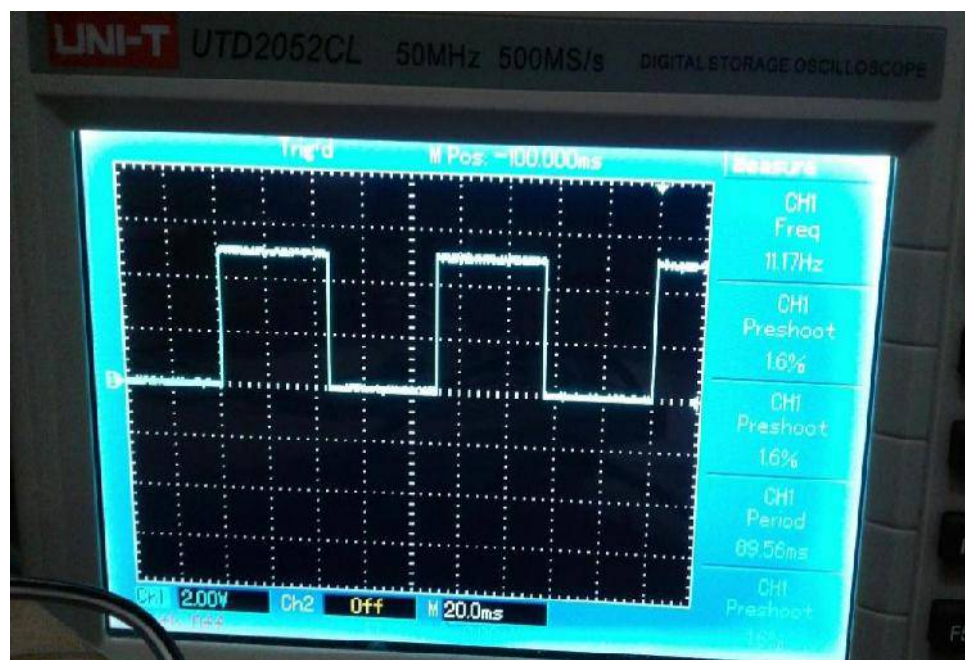
Gambar 4.8 Bentuk Gelombang Modulasi PWM

Sumber : Rizky, 2019



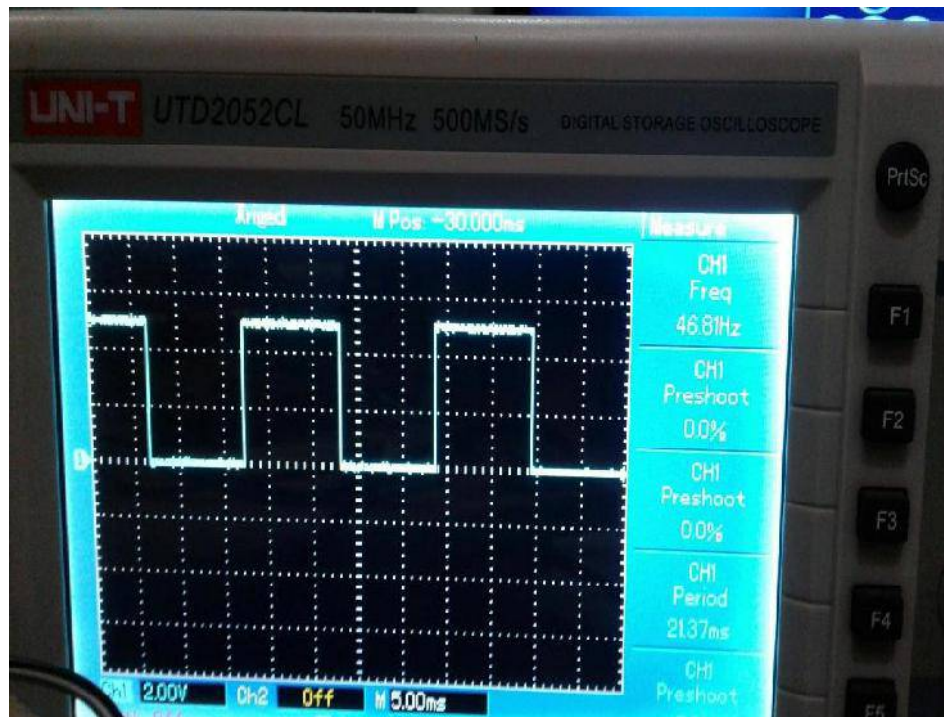
Gambar 4.9 Proses Pengukuran Arus *Output* Inverter dengan Beban Penuh.

Sumber : Rizky, 2019



Gambar 4.10 Gelombang *Pulsa Switching* Keluaran Frekuensi 11,17 Hz.

Sumber : Rizky, 2019



Gambar 4.11 Gelombang Pulsa pada Keluaran Kontroler Frekuensi 46,81 Hz.

Sumber : Rizky, 2019

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pelaksanaan perancangan alat hingga pengujian dan pembasan sistem maka dapat ditarik kesimpulan antara lain :

1. Alat dapat berjalan dengan baik
2. Inverter bekerja pada frekuensi antara 5 Hz sampai 50 Hz dengan step 5 Hz.
3. Tegangan output dari inverter sebesar 218 V AC pada frekuensi 50 Hz.

Untuk mendapatkan tegangan output maksimal sampai 220 V AC 3 fasa pada inverter bisa didapat dari pemilihan komponen switching yang tepat, dalam hal ini adalah tipe mosfet.

4. Alat ini dapat bertahan hingga 7 jam lebih dengan beban sampai 370 W pada tegangan 12 V.

5.2 Saran

Dalam pengerjakan dan penyelesaian Tugas Akhir ini tentu tidak lepas dari berbagai macam kekurangan dan kelemahan, baik itu pada sistem maupun pada peralatan yang telah dibuat. Untuk memperbaiki kekurangan-kekurangan dari peralatan, maka perlu melakukan hal-hal sebagai berikut:

1. Inverter ini dapat dikembangkan dengan menambah filter harmonisa pada sisi *outputnya*.
2. Sebelum melakukan pengujian pastikan motor induksi sesuai dengan kapasitas baterai.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi Nugroho, S.T. 2015. teori dioda .<https://www.studiobelajar.com/dioda/>, 5 Maret 2019.
- Ahmad, Fajar. 2015. TeoriTransistor. <https://fajarahmadfauzi.wordpress.com/2015/06/30/transistor/>, 5 Maret 2019.
- Ardiansyah, Firman. 2015. teori penguat daya <https://www.scribd.com/doc/60126843/Penguat-Daya>, 5 Maret 2019.
- Bahri, s. (2019). Optimasi cluster k-means dengan modifikasi metode elbow untuk menganalisis disrupsi pendidikan tinggi.
- Diantoro, m., maftuha, d., suprayogi, t., iqbal, m. R., mufti, n., taufiq, a., ... & hidayat, r. (2019). Performance of pterocarpus indicus willd leaf extract as natural dye tio2-dye/ito dssc. Materials today: proceedings, 17, 1268-1276.
- Dickson Kho, 2018. Teori inverter 3 fasa. <https://teknikelektronika.com/pengertian-inverter-prinsip-kerja-powerinverter/>, 5 Maret 2019.
- Hamdani, h., tharo, z., & anisah, s. (2019, may). Perbandingan performansi pembangkit listrik tenaga surya antara daerah pegunungan dengan daerah pesisir. In seminar nasional teknik (semnastek) uisu (vol. 2, no. 1, pp. 190-195).
- Hariyanto, e., iqbal, m., siahaan, a. P. U., saragih, k. S., & batubara, s. (2019, march). Comparative study of tiger identification using template matching approach based on edge patterns. In journal of physics: conference series (vol. 1196, no. 1, p. 012025). Iop publishing.
- Jurnal arduino. <http://eprints.polsri.ac.id/3975/3/3./BAB2/fix.pdf>, 5 Maret 2019.
- Lubis, a., & batubara, s. (2019, december). Sistem informasi suluk berbasis cloud computing untuk meningkatkan efisiensi kinerja dewan mursyidin tarekat naqsyabandiyah al kholidiyah jalaliyah. In prosiding simantap: seminar nasional matematika dan terapan (vol. 1, pp. 717-723).
- Maulana, 2014. Teori dasar MOSFET. <https://maulana.lecture.ub.ac.id › files › 2014/03 › Teori-Dasar-MOSFET-Metal.html>, 5 Maret 2019.
- Putra, randi rian, et al. "decision support system in selecting additional employees using multi-factor evaluation process method." (2019).

- Putra, randi rian. "sistem informasi web pariwisata hutan mangrove di kelurahan belawan sicanang kecamatan medan belawan sebagai media promosi." jurnal ilmiah core it: community research information technology 7.2 (2019).
- Rahmaniar, r. (2019). Model flash-nr pada analisis sistem tenaga listrik (doctoral dissertation, universitas negeri padang).
- Sidik, a. P., efendi, s., & suherman, s. (2019, june). Improving one-time pad algorithm on shamir's three-pass protocol scheme by using rsa and elgamal algorithms. In journal of physics: conference series (vol. 1235, no. 1, p. 012007). Iop publishing.
- Sulistianingsih, i., suherman, s., & pane, e. (2019). Aplikasi peringatan dini cuaca menggunakan running text berbasis android. It journal research and development, 3(2), 76-83.
- Tasril, v., wijaya, r. F., & widya, r. (2019). Aplikasi pintar belajar bimbingan dan konseling untuk siswa sma berbasis macromedia flash. Jurnal informasi komputer logika, 1(3).
- Teori kapasitor. <https://studylibid.com/doc/943186/kapasitor-adalah-suatu-komponen-elektronika-yang-berfungsi.html>, 5 Maret 2019.
- Wijaya, rian farta, et al. "aplikasi petani pintar dalam monitoring dan pembelajaran budidaya padi berbasis android." rang teknik journal 2.1 (2019).
- Winoto, Ardi. 2008. *Mikrokontroller AVR Atmega8/32/16/8535 dan pemrogramannya dengan bahasa C pada WIN AVR + CD*. Informatika : Bandung.