

BAB II

PENDEKATAN DAN PEMECAHAN MASALAH

A. Bentuk Gelombang Listrik

Gelombang listrik merupakan bagian dari gelombang elektromagnetik yang tidak memiliki bentuk fisik. Untuk mempermudah melihat bentuk gelombang listrik perlu peralatan khusus yaitu osiloskop untuk menampilkan bentuk gelombang listrik secara digital. Bentuk gelombang listrik memiliki 3 karakteristik umum sebagai berikut :

1. Periodik (*Period*)

Periodik yaitu waktu yang dibutuhkan untuk menempuh 1 kali siklus gelombang bolak-balik, biasanya dinyatakan dengan “T” dengan satuan detik (*second*).

2. Frekuensi (*Frequency*)

Frekuensi adalah jumlah siklus gelombang listrik yang dihasilkan dalam 1 detik dengan rumus :

$$f = 1/T$$

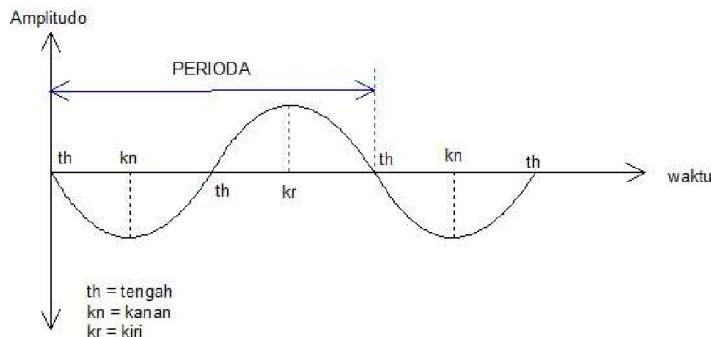
dimana :

f = frekuensi, dengan satuan Hertz (Hz)

T = periodik

3. Amplitudo (*Amplitude*)

Amplitudo adalah simpangan terjauh yang diukur dari titik keseimbangan dalam suatu gelombang.

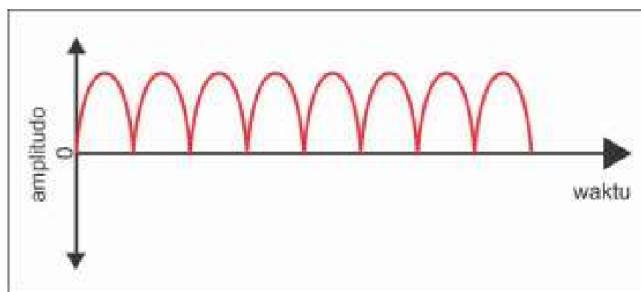


Gambar 1. Bentuk periode dan amplitudo
Sumber: (<https://rumus.co.id/rumus-amplitudo-beserta-contoh-solanya/>)

Secara garis besar, bentuk gelombang listrik dapat diklasifikasikan menjadi 2, yaitu :

4. *Uni-directional waveform*

Uni-directional waveform adalah bentuk gelombang listrik yang selalu berada dalam satu wilayah positif ataupun negatif dan tidak akan memotong titik sumbu nol.

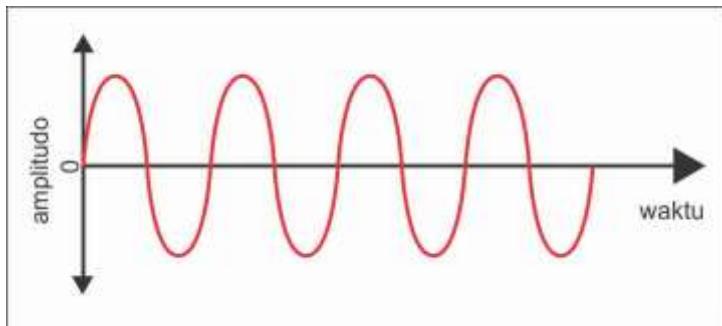


Gambar 2. *Uni-directional waveform*
Sumber: (https://learning.uonbi.ac.ke/courses/43_the_fullwave_rectifier1.html)

5. *Bi-directional waveform*

Bi-directional waveform adalah gelombang listrik yang bergantian bolak-balik dari positif ke negatif dan sebaliknya dengan melintasi titik sumbu nol. Oleh karena itu, *bi-directional waveform* sering disebut dengan bentuk gelombang

bolak balik (*Alternating waveform*). Bentuk gelombang *bi-directional waveform* yang paling umum adalah bentuk gelombang sinus (*sine waveform*).



Gambar 3. *Bi-directional waveform*

Sumber: (<https://www.gamry.com/waveform-generation-and-frequency-resolution/>)

Gelombang listrik mempunyai bentuk yang bermacam-macam dan dimanfaatkan untuk keperluan yang berbeda, diantaranya :

1. Gelombang Sinus

Bentuk gelombang sinus adalah salah satu bentuk gelombang yang paling umum ditemukan pada tegangan AC sebagai sumber listrik dari PLN, gelombang distribusi dalam teknik pemancar radio, dan lain-lain.

2. Gelombang kotak/blok

Disebut gelombang kotak karena bentuk kurva perubahan tegangannya menyerupai balok-balok persegi. Pada gelombang kotak tegangan dari nol langsung berubah ke level tertinggi $+X$ volt, lalu bertahan pada level itu selama waktu tertentu (kurva bagian atas berbentuk lurus), kemudian berubah langsung ke level terendah $-X$ Volt dan bertahan pada level tersebut selama waktu tertentu

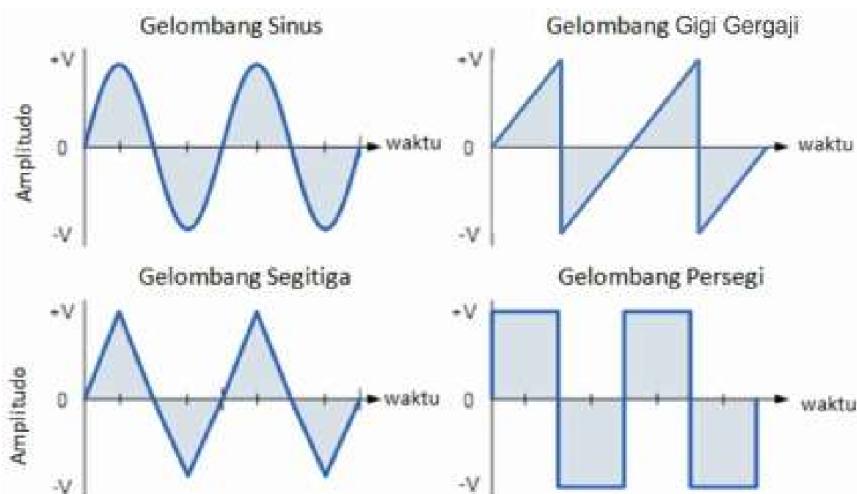
(kurva bagian bawah berbentuk lurus), dan kemudian langsung kembali pada titik sumbu nol lagi, dan begitu seterusnya.

3. Gelombang gigi gergaji

Disebut gelombang gigi gergaji karena gambaran kurva perubahan tegangannya berbentuk seperti gigi gergaji. Jenis gelombang ini biasanya digunakan untuk pen-triggeran dalam rangkaian digital, untuk pengoperasian pembengkok horizontal dalam rangkaian gambar televisi, dan lain-lain.

4. Gelombang segitiga

Dalam gelombang segitiga tegangan naik secara linier dari nol volt hingga mencapai level tertinggi $+X$ volt. Di puncak tegangan ini hanya berlangsung dalam sekejap (kurva berbentuk lancip), lalu langsung turun secara linier hingga mencapai level terendah $-X$ volt, lalu langsung naik kembali secara linier ke titik sumbu nol, dan begitu seterusnya.



Gambar 4. Bentuk Gelombang listrik

Sumber: (<https://teknikelektronika.com/pengertian-electrical-waveform-bentuk-gelombang-listrik-jenis-waveform/>)

Semua jenis gelombang yang telah disebutkan di atas termasuk dalam gelombang AC (*Alternating Current*) karena mempunyai perubahan-perubahan polaritas (positif dan negatif) dalam setiap periodenya. Ketika perubahan-perubahan tersebut hanya terjadi dalam satu arah polaritas saja, maka disebut dengan gelombang denyut. Gelombang denyut tersebut tetap dikategorikan sebagai bentuk gelombang listrik meskipun hanya berpolaritas tunggal (DC) karena denyut-denyut tersebut adalah bentuk perubahan tegangan dalam pola tertentu juga.

B. Jenis Rumah Tinggal Berdasarkan Golongan Pelanggan Listrik

Rumah adalah bangunan yang dijadikan tempat tinggal selama jangka waktu tertentu. Secara khusus, rumah mengacu pada konsep-konsep sosial kemasyarakatan yang terjalin di dalam bangunan tempat tinggal, seperti keluarga, hidup, makan, tidur, beraktifitas, dan lain-lain.

Orang biasanya berada di luar rumah untuk bekerja, bersekolah atau melakukan aktivitas lain dalam kegiatan sehari-hari. Aktivitas yang paling sering dilakukan di dalam rumah adalah beristirahat dan tidur. Selainnya, rumah berfungsi sebagai tempat beraktivitas antara anggota keluarga atau teman, baik di dalam maupun di luar rumah. Rumah dapat berfungsi sebagai tempat untuk menikmati kehidupan yang nyaman, tempat untuk berkumpulnya keluarga dan tempat untuk menunjukkan tingkat sosial dalam masyarakat.

Konstruksi rumah berbentuk ruangan yang dibatasi oleh dinding dan atap, memiliki jalan masuk berupa pintu dengan tambahan jendela. Ruangan di dalam

rumah terbagi menjadi beberapa ruangan yang berfungsi secara spesifik, diantaranya ruang kerja, ruang tamu, kamar tidur, kamar mandi, garasi, gudang, teras, dan lain-lain.

Rumah memiliki berbagai model dan tipe desain yang beragam, selain model rumah minimalis, terdapat juga beberapa model rumah kontemporer, rumah tradisional dan model rumah modern. Dengan adanya berbagai macam model dan jenis rumah, maka berbeda-beda juga kebutuhan daya listriknya yang disesuaikan dengan jenis dan jumlah beban yang ada di dalam rumah. Umumnya model rumah minimalis kebutuhan daya listriknya berbeda dari rumah modern, selain itu besar dan kecilnya rumah juga berpengaruh pada besar daya listrik yang dibutuhkan. Maka jenis dan ukuran rumah tinggal dapat dibedakan berdasarkan golongan pelanggan listriknya antara lain:

1. Golongan R-1

Golongan R-1 rumah tangga kecil dengan daya 450 VA sampai dengan daya 2.200 VA. Rumah golongan R-1 adalah rumah berukuran kecil sampai rumah berukuran menengah dengan beban berupa beban penerangan, beban induktif, sampai beban berupa *Air Conditioner* (AC). Selain itu golongan pelanggan ini juga biasa digunakan untuk usaha rumahan dengan skala kecil.



Gambar 5. Desain rumah tinggal ukuran kecil golongan pelanggan listrik R-1
Sumber: (<https://www.desainraya.com/denah-rumah-sederhana-sekali/>)

2. Golongan R-2

Golongan R-2 rumah tangga menengah dengan daya 3.500 VA sampai dengan daya 5.500 VA adalah rumah berukuran menengah sampai rumah berukuran besar dengan jumlah ruangan dan fungsi yang lebih banyak dari rumah berukuran kecil, sehingga beban berupa penerangan juga lebih banyak, selain beban penerangan umumnya juga ada beban induktif, dan juga beban berupa *air conditioner* yang lebih banyak dari rumah berukuran kecil. Selain itu golongan pelanggan ini juga biasa digunakan untuk usaha rumahan dengan skala kecil sampai menengah.



Gambar 6. Desain rumah tinggal ukuran sedang golongan pelanggan listrik R-2

Sumber: (<https://www.dekoruma.com/artikel/7410/referensi-denah-rumah-sederhana>)

3. Golongan R-3

Golongan R-3 rumah tangga besar dengan daya 6.600 VA ke atas adalah rumah berukuran besar atau rumah mewah. Ruangan dan fasilitas pada rumah besar dan mewah lebih banyak dari pada rumah berukuran kecil dan rumah ukuran menengah, sehingga beban penerangan, beban induktif dan beban berupa pendingin ruangan juga lebih banyak dan bermacam-macam dan dengan kapasitas besar. Selain itu golongan pelanggan ini juga biasa digunakan untuk usaha rumahan dengan skala kecil sampai menengah.



Gambar 7. Rumah tinggal ukuran besar golongan pelanggan listrik R-3
Sumber: (<https://polarumah.com/desain-rumah-minimalis-3-kamar/>)

Selain golongan pelanggan listrik diatas masih ada golongan pelanggan listrik lainnya antara lain:

1. B2 bisnis menengah di tegangan rendah dengan daya 6.600 VA hingga 200 kVA.
2. B3 bisnis besar di tegangan rendah dengan daya di atas 200 kVA.
3. P1 kantor pemerintahan di tegangan rendah dengan daya 600 VA hingga 200 kVA
4. P2 kantor pemerintahan di tegangan menengah dengan daya di atas 200 kVA.
5. P3 penerangan jalan umum di tegangan rendah.

C. Komponen Utama dan Pendukung

1. Akumulator (AKI)

Akumulator atau Aki biasa disebut juga baterai merupakan komponen yang memiliki fungsi untuk menyimpan energi listrik. Akumulator ini diberikan tenaga listrik berasal dari dinamo arus searah. Di dalam akumulator tenaga

(energi listrik) ini mengerjakan proses-proses kimia, sehingga dapat dikatakan bahwa tenaga listrik dari luar diubah menjadi tenaga kimia di dalam akumulator dan kemudian tersimpan di dalamnya (F. Suryatmo, 2008).

Baterai pada rangkaian inverter memiliki peranan yang sangat penting dan tidak dapat digantikan dengan sistem yang lain. Fungsi utama baterai atau aki pada rangkaian inverter yaitu sebagai sumber utama listrik arus searah. Selanjutnya baterai sangat peka terhadap pengisian berlebih (*overcharging*) dan pengosongan berlebih (*too deep discharging*). (Sukandarrumidi, Herry Zadrak Kotta, Djoko Wintolo; 2013)

Pada umumnya alat proyek akhir ini hanya beroperasi pada saat sumber listrik PLN padam saja, sehingga pada saat sumber listrik PLN menyala maka aki akan terisi daya listriknya dengan media pengisian berupa charger aki. Dalam penggunaannya akumulator dapat diklasifikasikan menjadi 2 jenis yaitu primer dan sekunder.

a. Primer

Akumulator atau baterai primer hanya digunakan dalam satu kali pemakaian saja. Pada waktu baterai dipakai, material dari salah satu elektroda menjadi larut dalam elektrolit dan tidak dapat dikembalikan dalam keadaan semula. Oleh karena itu jenis baterai primer dipergunakan hanya sekali, tanpa dapat diisi kembali. Jenis baterai primer ini biasa kita gunakan untuk lampu senter atau radio.

b. Sekunder

Akumulator atau baterai sekunder ini lain dengan baterai primer, dimana baterai dapat dipakai dan diisi berulangkali. Baterai jenis seperti ini biasa kita jumpai misalnya pada aki motor, dan tentunya pada proyek akhir ini juga menggunakan baterai jenis sekunder. Satuan dalam baterai yang perlu diperhatikan AH yang merupakan singkatan dari Ampere Hour yaitu jumlah arus yang bisa dikeluarkan dalam satuan jam.



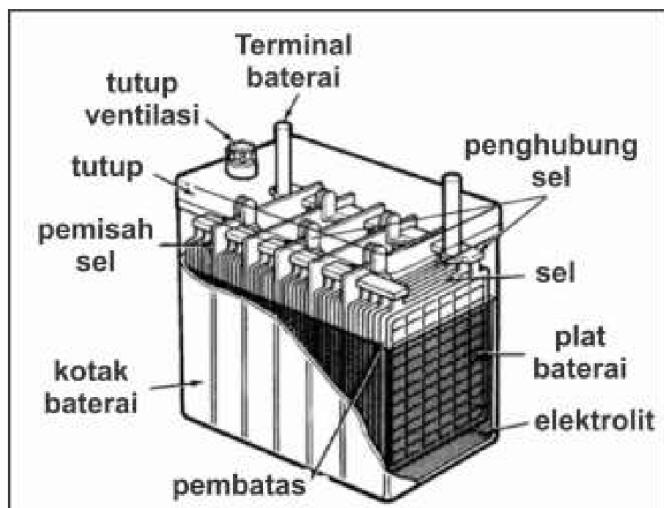
Gambar 8. Bentuk Fisik Akumulator Sekunder

Sumber: www.milankomputer.com

Akumulator secara umum tersusun oleh beberapa bagian yang memiliki fungsi masing-masing, berikut bagian-bagian dari akumulator dan penjelasannya:

- a. Kotak (container) memiliki fungsi sebagai pelindung, kotak merupakan bagian terluar dari akumulator.
- b. Sel-unit dasar yang dapat mengubah energi kimia menjadi energi listrik.
- c. Pelat elektroda, tempat terjadinya reaksi dan penyimpanan muatan listrik.
- d. Kutub (pol) media penyalur muatan listrik dari baterai ke bagian luar.

- e. Elektrolit terdiri atas campuran kimia asam dengan air yang membuat muatan listrik bergerak.
- f. Grid (kisi-kisi) merupakan tempat menempelnya komponen aktif dan berfungsi sebagai penyalur muatan.
- g. Separator adalah pemisah elektroda positif dan elektroda negatif.
- h. Konstruksi pelat (jumlah, ketebalab, dan tipe), akan mempengaruhi kinerja baterai.

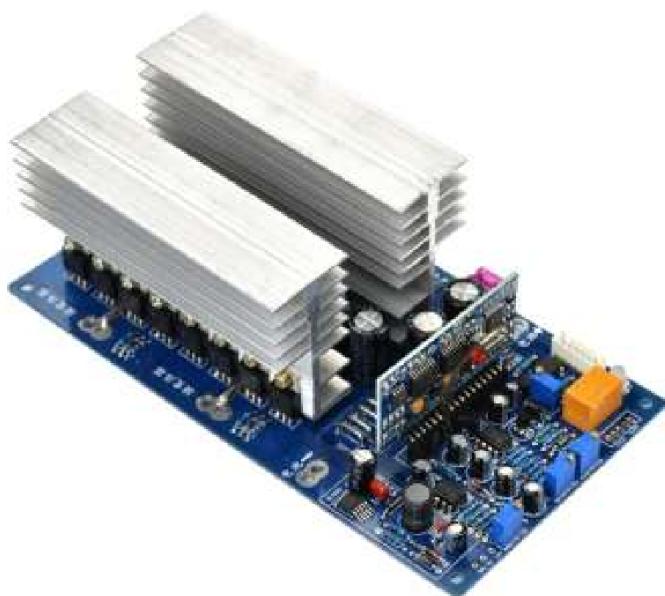


Gambar 9. Bagian-Bagian dari Akumulator
Sumber : www.kitapunya.net

2. Inverter

Inverter adalah perangkat elektronika yang dipergunakan untuk mengubah tegangan DC (*Direct Current*) menjadi tegangan AC (*Alternating Current*). Output suatu inverter dapat berupa tegangan AC dengan bentuk gelombang sinus (*sine wave*), gelombang kotak (*square wave*) dan sinus modifikasi (*sine wave modified*). Sumber tegangan input inverter dapat

menggunakan baterai, tenaga surya, atau sumber tegangan DC yang lain. Inverter dalam proses konversi tegangan DC menjadi tegangan AC membutuhkan suatu penaik tegangan berupa step up transformer.



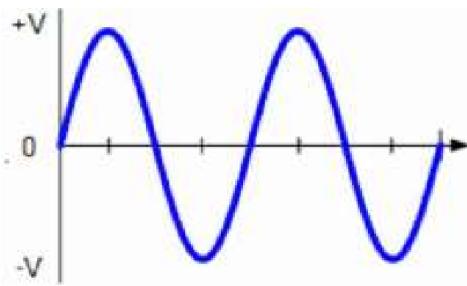
Gambar 10. Bentuk Fisik Inverter
Sumber: electronisaz.com

Inverter juga dapat dibedakan dengan cara pengaturan tegangannya, yaitu :

- a. *Voltage Fed Inverter* (VFI) yaitu inverter dengan tegangan input yang diatur konstan.
- b. *Current Fed Inverter* (CFI) yaitu inverter dengan arus input yang diatur konstan.
- c. *Variable dc linked inverter* yaitu inverter dengan tegangan input yang dapat diatur.

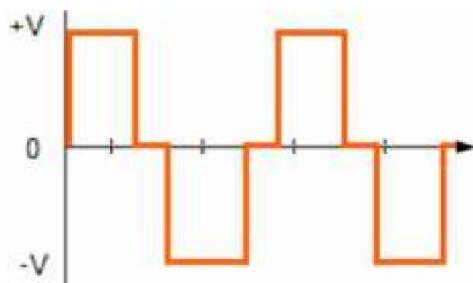
Berdasarkan bentuk gelombang output-nya inverter dapat dibedakan menjadi :

- a. *Sine wave inverter*, yaitu inverter yang memiliki tegangan output dengan bentuk gelombang sinus murni. Inverter jenis ini dapat memberikan supply tegangan ke beban (Induktor) atau motor listrik dengan efisiensi daya yang baik.



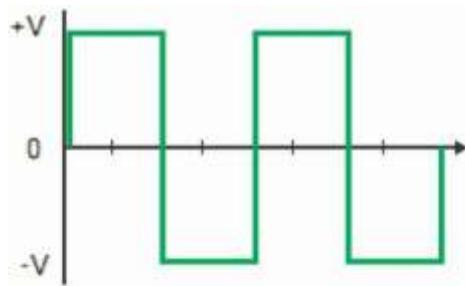
Gambar 11. Bentuk gelombang keluaran *sine wave inverter*
Sumber: (<https://wagan.com/blog/msw-psw/>)

- b. *Sine wave modified inverter*, yaitu inverter dengan tegangan output berbentuk gelombang kotak yang dimodifikasi sehingga menyerupai gelombang sinus. Inverter jenis ini memiliki efisiensi daya yang rendah apabila digunakan untuk mensupply beban induktor atau motor listrik.



Gambar 12. Bentuk gelombang keluaran *sine wave modified inverter*
Sumber: (<https://wagan.com/blog/msw-psw/>)

- c. *Square wave inverter*, yaitu inverter dengan output berbentuk gelombang kotak, inverter jenis ini tidak dapat digunakan untuk mensupply tegangan ke beban induktif atau motor listrik.



Gambar 13. Bentuk gelombang keluaran *square wave inverter*
Sumber: (<https://wagan.com/blog/msw-psw/>)

3. Transformator

Transformator merupakan alat yang dapat memindahkan tenaga listrik antara dua rangkaian listrik melalui induksi elektromagnetik. Prinsip kerja dari Transformator atau trafo yaitu ketika tegangan masukan AC pada bagian primer trafo menimbulkan fluks magnet yang menyambungkan ke lilitan sekunder. Fluks magnet ini menginduksi GGL dalam lilitan sekunder. Trafo memiliki beberapa jenis seperti *Step-Up* untuk penaik tegangan, *Step-Down* untuk penurun tegangan, Trafo Isolasi, Auto transformator, dan lainnya. Dalam pembuatan proyek akhir ini menggunakan Trafo *Step-Down*, yang digunakan untuk sensor tegangan AC dengan gabungan rangkaian lainnya.



Gambar 14. Trafo Step-Down 1 A
Sumber : teknikelektronika.com

4. Low Voltage Disconnect (LVD)

Perangkat elektromekanik, *Low Voltage Disconnect* terdiri dari sebuah kontaktor dan sebuah solenoid yang berfungsi sebagai saklar otomatis pada saat kondisi tertentu. Fungsi utama pemutus tegangan rendah yaitu sebagai pengaman baterai dari penggunaan berlebih selama pemadaman listrik yang lama ketika tidak ada sumber daya cadangan yang tersedia. Saat diberi picuan dari arus dari aki, pemutus tegangan rendah mengalirkan arus dari baterai ke beban. Saat daya baterai habis dan mencapai ambang tegangan rendah yang telah ditetapkan sebelumnya, logika dari rangkaian pengontrol menghilangkan energi solenoid. Tindakan ini akan membuka kontaktor dan memutus arus DC, sehingga mematikan beban dan menjaga baterai. (Chris Searles, 1997)

Pelepasan energi pada baterai atau aki sebagai sumber arus searah ke beban berupa inverter dapat rusak, apabila melebihi pelepasan ketika aliran listrik dari PLN terputus untuk periode yang lama. Apabila nilai tegangan dari aki dibawah nilai yang ditetapkan maka nilai tegangan input inverter akan kurang, jika nilai input inverter kurang maka nilai tegangan pada terminal output trafo juga akan berkurang. Dalam beberapa kasus, peralatan elektronika akan rusak apabila sumber tegangannya kurang dari batas nilai sumber tegangan yang ditentukan. Untuk melindungi aki dan peralatan lainnya supaya tidak rusak dan membantu menghindari segala hal yang berhubungan dengan situasi pelepasan yang berlebihan, maka dari itu rangkaian LVD sangat penting.

LVD dipasang antara baterai dengan inverter. Unit secara terus-menerus akan memonitor tegangan baterai dan jika turun dibawah tegangan ambang (*threshold*) maka LVD akan memutuskan beban untuk menghindari pelepasan energi lebih lanjut. Kemudian ketika aki sedang mengisi dan tegangan naik di atas tegangan ambang maka secara otomatis aki akan terkoneksi ke beban kembali. Titik hubung dan titik *cutoff* ini adalah tergantung dari pengaturan penggunanya.



Gambar 15. Low Voltage Cutoff 12V
Sumber : ebay.com

5. Charger AKI

“Pengisi baterai, atau pengisi daya adalah perangkat yang digunakan untuk memasukkan energi ke sel sekunder atau baterai yang dapat diisi ulang dengan memaksa arus listrik melewatinya” (Musthafa Nusaiba, 2018). *Charger* aki yang baik akan memperpanjang usia pakai aki. Maka kemampuan *charger* aki harus disesuaikan dengan kapasitas dan jenis dari aki yang akan diisi dayanya.

Saat ini sudah banyak *charger* aki yang dilengkapi dengan kemampuan untuk memutus arus pengisian secara otomatis apabila tegangan aki yang diisi dayanya sudah mencapai nilai maksimal. Setiap jenis aki memiliki batas maksimal nilai tegangan yang berbeda-beda, maka dari itu *charger* aki yang baik yaitu pengguna dapat mengatur nilai maksimal tegangan pengisiannya sesuai kapasitas dan jenis aki tersebut. Dengan adanya fasilitas kontrol nilai tegangan maksimal aki, diharapkan aki tidak cepat rusak dan usia pakainya bisa lama.

Jenis charger aki diantaranya yaitu sebagai berikut :

a. *Overnight Charger*

Sesuai namanya *overnight charger* yaitu charger aki dengan kemampuan pengisian daya aki yang lambat. *Overnight charger* ini belum memiliki kontrol tegangan penuh baterai.



Gambar 16. Cas aki 1 ampere
Sumber: bukalapak.com

b. *Rapid Charger*

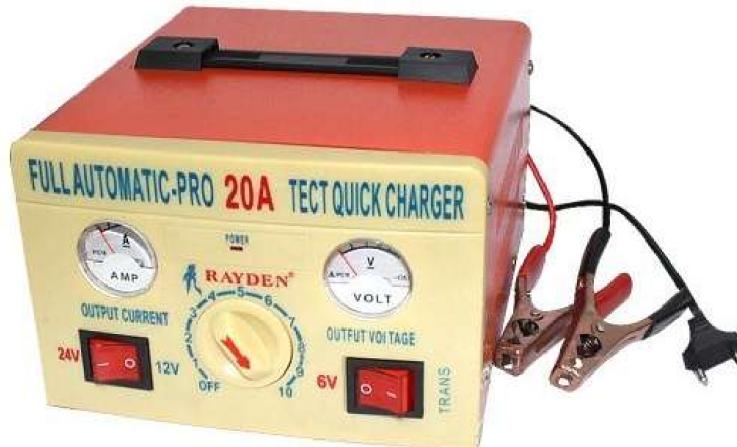
Rapid charger memiliki kemampuan mengisi daya baterai diatas *overnight charger*. Dalam kecepatan dalam mengisi aki, *rapid charger* dapat mengisi aki dalam kondisi kosong hingga kondisi daya penuh dalam 3 – 6 jam. Charger ini juga dilengkapi dengan sensor suhu sebagai pengaman apabila aki rusak.



Gambar 17. Cas aki 5 ampere
Sumber: tokopedia.com

c. *Fast Charger*

Fast charger memiliki kemampuan mengisi daya aki dalam waktu yang cepat. Charger ini dapat mengisi aki jenis NiCd dan NiMH hanya dalam waktu kurang dari 1 jam.



Gambar 18. Cas aki 20 ampere
Sumber: tokopedia.com

6. Lampu Indikator

Lampu indikator yaitu sebuah lampu yang dirangkai pada sirkuit listrik atau perangkat yang menyala ketika sirkuit ditutup atau berlaku kondisi tertentu.

Pada sebuah perangkat listrik bisa terdapat satu atau lebih lampu indikator sesuai dengan kebutuhan dan kondisi yang berlaku. Lampu indikator memiliki dimensi dan tegangan kerja yang berbeda-beda disesuaikan dengan tegangan kerja pada sirkuit listrik yang ada.

Lampu indikator biasanya menempel pada bagian sisi *casing* perangkat listrik atau *box panel* yang dapat dilihat dari bagian luar *casing* atau *box panel*. Dengan adanya lampu indikator, maka dapat mempermudah dalam pengawasan kondisi yang berlaku tanpa harus membuka *casing* atau *box panel*.

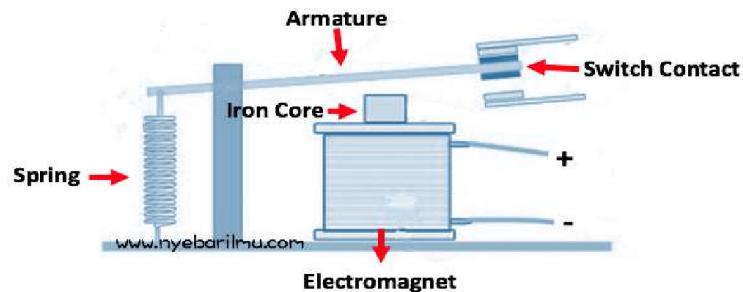


Gambar 19. Bentuk Fisik Lampu Indikator
Sumber : indiamart.com

7. Relay 220VAC

Relay merupakan jenis golongan saklar yang beroperasi berdasarkan prinsip elektromagnetik yang dimanfaatkan untuk menggerakkan kontaktor guna menyambungkan rangkaian secara tidak langsung. Tertutup dan terbukanya kontaktor disebabkan oleh adanya efek induksi magnet yang dihasilkan dari kumparan inductor yang dialiri arus listrik. Perbedaan relay dengan saklar yaitu

penggerak kontaktor pada saklar untuk kondisi *on* atau *off* dilakukan manual tanpa perlu arus listrik, sedangkan relay membutuhkan arus listrik.



Gambar 20. Bagian dari Relay
Sumber : www.nyebarilmu.com

Cara kerja kontaktor yaitu seperti gambar diatas dapat diketahui bahwa sebuah iron core atau inti besi diberikan lilitan kumparan *coil* agar terciptanya gaya elektromagnetik. Dari timbulnya gaya elektromagnetik tersebut akan menarik *armature* dan terjadi perpindahan posisi dengan ditahan memakai *spring*, sehingga terjadi pensaklaran atau *switch contact* yang membuat perubahan kondisi awal mulai dari tertutup menjadi terbuka.



Gambar 21. Bentuk Fisik Relay 220VAC 14 pin
Sumber : aliexpress.com

8. Stop Kontak

Stop kontak merupakan material instalasi listrik yang berfungsi sebagai muara penghubung antara arus listrik dengan peralatan listrik. Agar alat listrik terhubung dengan stop kontak, maka diperlukan kabel dan steker atau colokan yang nantinya akan ditancapkan pada stop kontak (Baskoro, 2017).

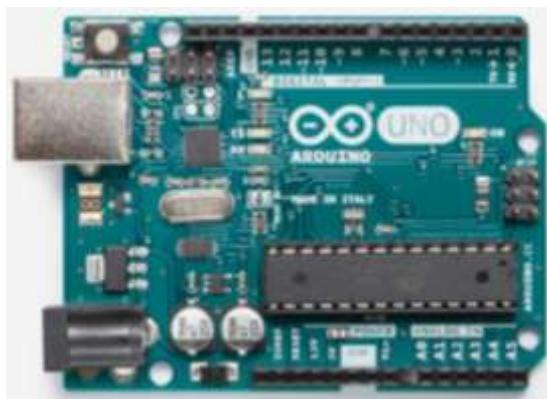


Gambar 22. Bentuk Fisik Stop Kontak
(Sumber : <http://brocoindustries.com/standard-new-gee.php>)

9. Mikrokontroler

Menurut Abdul Kadir (2013 : 16), Arduino Uno R3 adalah salah satu produk berlabel arduino yang sebenarnya adalah suatu papan elektronik yang mengandung mikrokontroler ATMega328 (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.



Gambar 23. Bentuk Fisik ArduinoUno R3
Sumber: (<https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>)

Arduino Uno R3 memiliki 14 pin digital pin input analog dan output (6 pin dapat digunakan sebagai PWM), input analog, jack DC-in, serta tombol reset. Pin-pin ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung kerja mikrokontroler, dapat terhubung ke PC dengan koneksi kabel USB dan sumber tegangan didapat dari adaptor atau baterai untuk menggunakannya. Berikut adalah spesifikasi Arduino Uno R3 tertuang dalam tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Arduino Uno R3

Mikrokontroler	Atmega328
Operasi Tegangan	5 Volt
Input Tegangan	7-11 Volt
Input Tegangan Batas	6-20 Volt
Pin I/O Digital	14 (6 untuk PWM)
Pin Analog	6
Arus DC Tiap Pin I/O	50mA
Arus DC ketika 3,3V	50mA
Memory Flash	32KB (Atmega328) dan 0,5 KB digunakan oleh bootloader
SRAM	2 KB (Atmega328)
EEPROM	1 KB (Atmega328)
Kecepatan Clock	16 MHz

(Sumber: Datasheet Arduino Uno R3)

Arduino Uno R3 dapat diberikan *power* melalui *power supply*. *Power supply* dapat berupa adaptor atau baterai. Jika *supply* tegangan kurang dari 7 Volt, kadangkala pin 5 V akan menyuplai kurang dari 5 Volt dan *board* dapat menjadi tidak stabil. Rekomendasi tegangan yang dianjurkan adalah 7 – 12 Volt. Penjelasan pada pin *power* adalah sebagai berikut:

a. Vin

Tegangan *input* ke papan Arduino Uno R3 ketika menggunakan tangan dari luar (koneksi USB atau tegangan yang diregulasikan). Pengguna dapat memberikan tegangan melalui pin ini, atau jika tegangan suplai menggunakan *power jack*, aksesnya menggunakan pin ini.

b. 5 Volt

Regulasi *power supply* digunakan untuk *power* mikrokontroler dan komponen lainnya pada board. 5 Volt dapat melalui Vin menggunakan regulator pada papan, atau *supply* oleh USB atau *supply* regulasi 5 Volt lainnya.

c. 3,3 Volt

Supply 3,3 Volt didapat oleh regulator yang ada di papan. Arus maksimumnya adalah 50mA.

d. Pin Ground

Berfungsi sebagai jalur *ground* pada papan Arduino.

e. Memori

Atmega328 memiliki 32 KB *fash* memori untuk menyimpan kode, juga 2 KB yang digunakan untuk *bootloader*. Amega328 memiliki 2KB SRAM dan 1 KB untuk EEPROM (yang dapat dibaca dan ditulis dengan perpustakaan atau *library* EEPROM).

Arduino lainnya, atau mikrokontroler lainnya. Atmega328 menyediakan UART TTL (5V) komunikasi serial, yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan pin 1 (TX). *Firmware* arduiono menggunakan USB *driver* standar COM, dan tidak ada *driver* eksternal yang dibutuhkan. Namun, pada *Windows*, file .inf diperlukan. Perangkat lunak Arduino termasuk *monitor serial* yang memungkinkan data sederhana dikirim ke *board* Arduino. RX dan TX LED di

board akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui chip USB-to-serial dan koneksi USB ke komputer.

10. Integrated Development Enviromet (IDE)

Berupa *software* Arduino yang meliputi Integrated Development Enviromet (IDE) untuk menulis program arduino memerlukan instalasi driver untuk menghubugkan dengan komputer. Pada IDE terdapat contoh program dan *library* untuk pengembangan program. IDE software Arduino yang digunakan diberi nama sketch. Bisa dilihat pada Gambar 3. Nampak program ini cukup sederhana dan mudah dipahami cara penggunaanya. Terdapat juga ikon ikon yang menarik (Dinata, 2016).

Kode Program Arduino biasa disebut *sketch* dan dibuat menggunakan bahasa pemrograman C. Program atau *sketch* yang sudah selesai ditulis di *Arduino* IDE bisa langsung *dicompile* dan *diupload* ke *Arduino Board*. Agar program dapat berjalan dengan baik maka perlu setidaknya dua bagian fungsi yaitu **setup()** yang dipanggil hanya satu kali, biasanya untuk inisialisasi program (setting input atau setting serial, dan lain-lain). Dan **loop()** tempat untuk mengeksekusi program secara berulang, biasanya untuk membaca input, atau men-trigger output. Tampilan *software* arduino dapat dilihat pada Gambar 24.



Gambar 24. Software Arduino
(Sumber : Integrated Development Enviromet)

```
void setup() {  
  
  // put your setup code here, to run once:  
  
}  
  
void loop() {  
  
  // put your main code here, to run repeatedly:  
  
}
```

a. Setup()

Setup() function hanya dipanggil satu kali saja saat program mulai berjalan. Fungsi *setup()* berguna untuk melakukan inisialisasi mode pin atau untuk memulai komunikasi serial. *Setup()* ini harus ada meskipun tidak ada program yang akan dieksekusi. Contohnya:

```
void setup()  
  
{  
  
    pinMode (pin,OUTPUT) ; // sets pin sebagai output  
  
    void loop()  
  
{  
  
    // put your main code here, to run repeatedly:  
  
}  
  
}
```

b. *Loop()*

Setelah menyiapkan inisialisasi pada *setup()*, berikutnya membuat fungsi *loop()*. Sesuai dengan namanya , fungsi ini akan mengulang program yang ada secara terus-menerus ,sehingga program akan brubsh dsn merespons sesuai masukan . Fungsi *loop()* ini akan secara aktif mengontrol *board* Arduino.

Contoh penggunaan *loop()* seperti berikut.

```
void loop() {  
  
    digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH); // menyalaikan ‘pin’ on
```

```
delay(1000); // memberikan selama 1 detik  
digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW); // menyalakan ‘pin’ low  
delay(1000); // memberikan selama 1 detik  
}
```

D. Jenis Beban Listrik Rumah Tinggal

Beban listrik adalah suatu alat atau benda yang dapat bekerja atau berfungsi apabila dialiri arus listrik yang berpotensial, artinya dapat bekerja dengan memanfaatkan energi listrik. Beban listrik sudah menjadi kebutuhan pokok dalam kehidupan masyarakat saat ini sehingga sangat mudah ditemukan di berbagai tempat. Dalam kehidupan saat ini manusia tidak dapat dipisahkan dengan beban listrik, begitu juga kehidupan di rumah tinggal. Terdapat berbagai jenis beban listrik pada rumah tinggal, beban listrik tersebut dibagi dalam 3 jenis yaitu :

1. Beban Resistif

Prinsip kerja beban resistif adalah resistan atau hambatan. Apabila beban tersebut dialiri arus listrik maka arus listrik yang melalui beban tersebut adalah arus nominal pada beban dan memiliki nilai yang tetap. Beban resistif ini memiliki sifat yang pasif dalam artian beban ini hanya mengkonsumsi energi listrik serta menghambat aliran muatan electron yang melewatkinya sehingga menimbulkan energi panas. Karena sifatnya yang pasif maka beban resistif tidak mampu memproduksi energi listrik, sehingga faktor dayanya tetap atau tidak dipengaruhi oleh faktor daya, nilai cosphi-nya tetap 1. Contoh beban listrik yang bersifat resistif adalah lampu pijar, setrika, teko listrik, dan alat-alat rumah tangga yang bersifat pemanas lainnya.

2. Beban Induktif

Beban induktif adalah beban yang prinsip kerjanya adalah sistem induksi magnetik atau medan magnet. Arus listrik yang mengalir melalui beban tersebut akan disimpan dalam bentuk medan magnet karena arus listrik yang mengalir akan terinduksi dan dirubah menjadi medan magnet sehingga dapat tersimpan. Misalnya motor listrik ketika digerakkan dengan cara dialiri arus listrik maka nilai arus *start* nya akan 3 kali lebih besar dari arus nominal, dan ketika motor listrik telah *running* maka nilai arus listrik akan sama dengan nilai arus nominal. Contoh beban listrik yang bersifat induktif adalah pompa air, blender, kipas angin dan alat-alat yang memanfaatkan energi listrik untuk menghasilkan energi gerak sebagai penggerak beban utama.

3. Beban Kapasitif

Beban yang bersifat kapasitif memiliki sifat yang sama dengan kapasitor (C). Hampir sama dengan inductor yang menyimpan energi listrik, tetapi beban yang bersifat kapasitif menyimpan energi listrik listrik murni. Beban kapasitif memang hamper tidak ditemukan pada rumah tinggal, namun pada industri-industri besar yang menggunakan penggerak berupa motor listrik memerlukan kapasitor untuk menghemat daya.

E. Perbandingan dengan Alat yang Sudah Ada Sebelumnya

Proyek akhir *powerbank* untuk suplay daya beban pada rumah tinggal merupakan pengembangan dari proyek akhir dengan judul RANCANG BANGUN INVERTER DC KE AC SATU FASA MODE PUSH PULL BERBASIS ARDUINO yang disusun oleh Anang Supriyanto Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta. Proyek akhir sebelumnya merupakan pembangkitan arus listrik boalk-balik dengan sumber arus listrik searah. Pembangkitan gelombang menggunakan arduino dengan driver berupa rangkaian mosfet dan trafo berfungsi sebagai penaik nilai tegangan. Pembangkitan gelombang menggunakan arduino akan menghasilkan sinyal *flip flop high* dan *low* dengan jeda 20ms secara terus menerus. Rangkaian inverter ini terdapat rangkaian *low pass filter* yang berfungsi meneruskan sinyal-sinyal yang memiliki frekuensi di bawah frekuensi transisinya dan melemahkan sinyal-sinyal frekuensi yang memiliki frekuensi di atas frekuensi transisinya. Setelah sinyal dari arduino melewati *low pass filter*, kemudian

sinyal tersebut masuk pada rangkaian *driver* sebagai penguat. Rangkaian *driver* tersebut terdiri dari dua komponen utama yaitu mosfet dan transformator center tap, tipe penguat yang digunakan yaitu tipe *push pull* dengan mosfet IRFP460. Penggunaan relay pada proyek akhir tersebut dimaksudkan sebagai pengaman pada inverter jika terjadi *drop* tegangan berlebih akibat besarnya beban yang dipakai, pada saat percobaan relay diatur pada *range* 60volt.

Pengujian pada proyek akhir dengan judul RANCANG BANGUN INVERTER DC KE AC SATU FASA MODE PUSH PULL BERBASIS ARDUINO menggunakan sumber listrik arus searah berupa aki 12volt 7Ah, dengan beban daya terbesar berupa solder 40 Watt dan beban dengan daya terkecil berupa lampu dengan daya 5 Watt. Pada saat pengukuran dengan beban solder 40 Watt daya yang dikeluarkan inverter sebesar 41 Watt dengan drop tegangan 42 volt. Pengukuran dengan beban lampu 5 Watt daya yang dikeluarkan inverter sebesar 13 Watt dengan drop tegangan sebesar 13 volt.

Pengembangan dari proyek akhir dengan judul RANCANG BANGUN INVERTER DC KE AC SATU FASA MODE PUSH PULL BERBASIS ARDUINO, maka pada proyek akhir *powerbank* untuk suplay daya beban pada rumah tinggal ditambahkan beberapa komponen pendukung. Komponen pendukung tersebut berupa cas aki otomatis, pemutus tegangan rendah, dan relay sebagai *automatic transfer switch*. Sedangkan pembangkit gelombang untuk inverter pada perangkat masih sama, yaitu berupa arduino. Selain itu kapasitas dari alat proyek akhir *powerbank* untuk suplay daya beban pada rumah tinggal dapat dengan mudah di sesuaikan

dengan kebutuhan penggunanya dengan cara menambah jumlah mosfet pada *driver* dan menambah kapasitas trafo *step up*. *Powerbank* untuk suplay daya beban pada rumah tinggal secara khusus digunakan sebagai sumber listrik alternatif pada saat sumber listrik dari PLN pada rumah tinggal padam. Pada saat sumber listrik dari PLN kembali terhubung, maka cas aki akan aktif untuk mengisi daya aki dan akan secara otomatis memutus pengisian aki pada saat daya aki penuh. Pengaturan batas pemutusan pengisian daya aki dapat diatur oleh pengguna. Pada saat digunakan sebagai sumber listrik alternatif, pemutus tegangan rendah akan berfungsi sebagai pengaman aki. Cara kerjanya yaitu pemutus tegangan rendah akan secara otomatis memutus aliran listrik dari aki yang masuk ke inverter saat daya aki habis. Nilai batas pemutusan pada pemutus tegangan rendah juga dapat diatur oleh pengguna sesuai dengan spesifikasi aki yang digunakan.