

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Motor Sinkron

Motor sinkron, seperti namanya, menunjukkan motor yang berputar pada kecepatan konstan mulai tanpa beban sampai beban penuh. Kecepatannya adalah sama dengan kecepatan medan-magnet putar. Motor sinkron menggunakan satu-fase atau tiga-fase untuk membangkitkan medan magnet-putar dan interferensi elektromagnetis yang disuplai dengan arus searah. Rotor bertindak seperti magnet dan ditarik oleh medan stator yang berputar. Penarikan akan menghasilkan torsi pada rotor dan menyebabkan rotor berputar dengan medan. Motor sinkron tidak dapat berputar (*start* sendiri) dan harus dibawa pada kecepatan yang mendekati kecepatan sinkron sebelum motor dapat terus berputar sendiri.

Pada motor sinkron tiga-fase, rotor biasanya mempunyai dua lilitan: lilitan AC yang kemungkinan jenis sangkar tupai atau jenis rotor dan lilitan DC. Lilitan rotor AC membawa rotor sampai mendekati kecepatan sinkron, dimana lilitan rotor DC diberi energi dan motor mengunci satu-fase dengan medan yang berputar. Lilitan stator sama dengan lilitan fase rotor jenis sangkar tupai dan motor rotor lilit.

Motor sinkron tidak dapat *distart* dengan medan DC yang diberi tenaga. Pada keadaan ini, torsi bolak-balik dihasilkan pada rotor. Pada saat medan stator menyapu pada rotor, cenderung menyebabkan rotor mencoba berputar-pertama kali pada arah yang berlawanan dengan arah putaran medan berputar, dan bergantian dengan arah yang sama. Aksi ini terjadi sedemikian cepat sehingga motor tetap diam.

Untuk menjalankan (*start*) motor sinkron, rotor dihilangkan tenaganya. Motor dijalankan dengan cara yang sama seperti motor sangkar tupai atau rotor yang tergantung pada konstruksi rotor. Apabila rotor mencapai hampir 95% kecepatan sinkron, arus searah diberikan pada lilitan penguat. Arus searah menghasilkan kutub utara selatan yang pasti pada rotor, yang mengunci pada medan magnet putar dari stator dan memutar rotor pada kecepatan sinkron.

Motor sinkron tiga-fase dapat digunakan untuk perbaikan faktor daya. Motor ini dioperasikan dengan cara itu disebut kapasitor sinkron. Motor sangkar tupai pada motor rotor lilit adalah jenis motor induksi yang menyebabkan faktor daya ketinggalan. Faktor daya yang ketinggalan itu dapat dikoreksi dengan pemberian penguat lebih dari rotor motor sinkron.

Hal ini akan membuat faktor daya yang mendahului membatalkan faktor daya yang ketinggalan dari motor induksi. Medan DC yang diberi penguatan kurang akan menghasilkan faktor daya ketinggalan (jarang digunakan). Apabila medan pada umumnya diberi penguatan, motor sinkron akan berputar pada faktor daya di motor sinkron biasanya digunakan untuk menggerakkan beban yang mendekati putaran konstan dan jarang *starting* dan *stopping*. Jenis beban yang digunakan adalah generator DC, *blower*, dan kompresor (Andi, 2001).

2.1.1. Prinsip Kerja Motor Sinkron

Mesin sinkron mempunyai kumparan jangkar pada stator dan kumparan medan pada rotor. Kumparan jangkarnya berbentuk sama dengan mesin induksi, sedangkan kumparan medan mesin sinkron dapat berbentuk kutub sepatu (*salient*) atau kutub dengan celah udara sama rata (rotor silinder). Arus searah (DC) untuk menghasilkan fluks pada kumparan medan dialirkan ke rotor melalui cincin.

Apabila kumparan jangkar dihubungkan dengan sumber tegangan tiga fasa akan menimbulkan medan putar pada stator. Kutub medan rotor yang diberi penguat arus searah mendapat tarikan dari kutub medan putar stator hingga turut berputar dengan kecepatan yang sama (sinkron). Dilihat dari segi adanya interaksi dua medan magnet, maka kopel yang dihasilkan motor sinkron merupakan fungsi sudut kopelnya.

Pada beban nol, sumbu kutub medan putar berimpit dengan sumbu kumparan medan. Setiap penambahan beban membuat medan motor “tertinggal” sebentar dari medan stator, berbentuk sudut kopel, kemudian berputar dengan kecepatan yang sama lagi. Beban maksimum tercapai ketika sudut kopelnya bernilai 90° . penambahan beban lebih lanjut mengakibatkan hilangnya kekuatan kopel dan motor disebut kehilangan sinkronisasi.

Dalam motor induksi tidak terdapat kumparan medan, sehingga sumber pembangkit fluks hanya diperoleh dari daya masuk, stator, daya masuk untuk pembangkit fluks merupakan daya induktif, oleh karenanya motor induksi bekerja pada faktor kerja terbelakang. Pada motor sinkron terdapat dua sumber pembangkit fluks yaitu arus AC dan arus DC pada rotor. Bila arus medan pada rotor cukup untuk membangkitkan fluks (ggm) yang diperlukan motor, maka stator tidak perlu memberikan arus pemagnetan atau daya reaktif dan motor bekerja pada faktor kerja=1. Kalau arus medan pada rotor kurang (penguat berkurang), stator akan bekerja menarik arus pemagnetan dari jala-jala, sehingga motor bekerja pada faktor kerja terbelakang. Sebaliknya bila arus medan pada rotor berlebih (penguat berlebih), kelebihan fluks (ggm) ini harus diimbangi, dan stator akan menarik arus yang bersifat kapasitif dari jala-jala, sehingga motor bekerja pada faktor kerja terdahulu. Dengan demikian jelas bahwa faktor kerja motor sinkron dapat diatur dengan mengubah-ubah harga arus medan (Dermawan, 2006).

2.2. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah suatu *chip* berupa IC (*Integrated Circuit*) yang dapat menerima sinyal *input*, mengolahnya dan memberikan sinyal *output* sesuai dengan program yang diisikan ke dalamnya. Sinyal *input* mikrokontroler berasal dari sensor yang merupakan informasi dari lingkungan sedangkan sinyal *output* ditujukan kepada aktuator yang dapat memberikan efek ke lingkungan. Jadi secara sederhana mikrokontroler dapat diibaratkan sebagai otak dari suatu perangkat/produk yang mampu berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya.

Mikrokontroler pada dasarnya adalah komputer dalam satu *chip*, yang di dalamnya terdapat mikroprosesor, memori, jalur *Input/Output* (I/O) dan perangkat pelengkap lainnya. Kecepatan pengolahan data pada mikrokontroler lebih rendah jika dibandingkan dengan PC. Meskipun kecepatan pengolahan data dan kapasitas memori pada mikrokontroler jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan komputer personal, namun kemampuan mikrokontroler sudah cukup untuk dapat digunakan pada banyak aplikasi terutama karena ukurannya yang kompak. Mikrokontroler

sering digunakan pada sistem yang tidak terlalu kompleks dan tidak memerlukan kemampuan komputasi yang tinggi (Sugiarti, 2013).



Gambar 2.1. Chip Mikrokontroler

(Sumber : <https://www.duniaelektronika.net/chip-mikrokontroler/>, diakses pada 10 Mei 2016)

Secara sederhana, komputer akan menghasilkan *output* spesifik berdasarkan *inputan* yang diterima dan program yang dikerjakan. Seperti umumnya komputer, mikrokontroler adalah alat yang mengerjakan instruksi-instruksi yang diberikan kepadanya. Artinya, bagian terpenting dan utama dari suatu sistem terkomputerisasi adalah program itu sendiri yang dibuat oleh seorang programmer. Program ini menginstruksikan komputer untuk melakukan jalinan yang panjang dari aksi-aksi sederhana untuk melakukan tugas yang lebih kompleks yang diinginkan oleh programmer.

Mikrokontroler tersusun dalam satu *chip* dimana prosesor, memori, dan I/O terintegrasi menjadi satu kesatuan kontrol sistem sehingga mikrokontroler dapat dikatakan sebagai komputer mini yang dapat bekerja secara inovatif sesuai dengan kebutuhan sistem. Sistem *running* bersifat berdiri sendiri tanpa tergantung dengan komputer sedangkan parameter komputer hanya digunakan untuk *download* perintah instruksi atau program. Langkah-langkah untuk *download* komputer dengan mikrokontroler sangat mudah digunakan karena tidak menggunakan banyak perintah. Pada mikrokontroler tersedia fasilitas tambahan untuk pengembangan memori dan I/O yang disesuaikan dengan kebutuhan sistem. Harga untuk memperoleh alat ini lebih murah dan mudah didapat (Sugiarti, 2013).

2.2.1. Mikrokontroler ATMEGA128



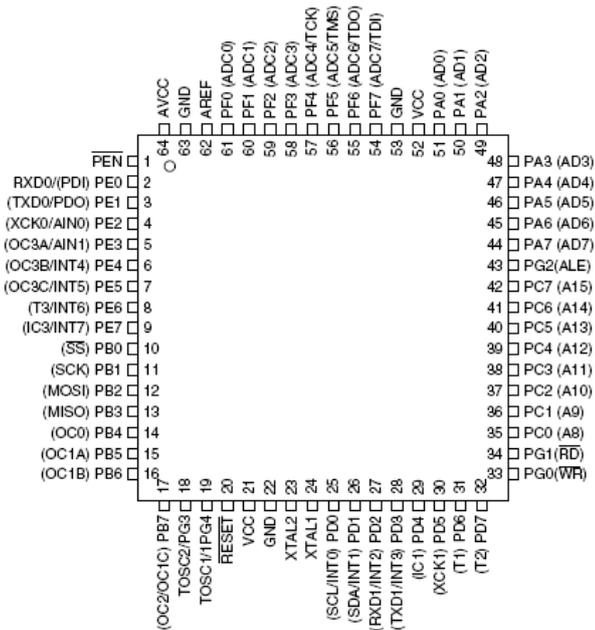
Gambar 2.2. ATMega 128

(Sumber : <https://www.duniaelektronika.net/mikrokontroler/atmega-128/>, diakses pada 10 Mei 2016)

Mikrokontroler ATmega 128 merupakan salah satu varian dari mikrokontroler AVR 8-bit. Selain memori, fitur yang dimiliki oleh mikrokontroler atmega128 ini adalah pada perangkat *peripheral interfacenya*, yaitu memiliki 2 buah 8-bit *Timer/Counter*, 2 buah expand 16-bit *Timer/Counter*, RTC (*Real Time Counter*) dengan *oscillator* yang terpisah, 2 buah 8-bit *channel PWM*, 6 PWM *channel* dengan resolusi pemrograman dari 2 sampai 16 bits, *output compare modulator*, 8-*channel 10-bit ADC*, 2 buah TWI (*Two Wire Interface*), 2 buah serial USARTs, *Master/Slave SPI serial interface*, *Programmable Watchdog Timer* dengan *On-chip Oscillator*, *On-chip analog comparator*, dan memiliki 53 *programmable I/O*. Sistem minimum merupakan suatu rangkaian minimalis yang dirancang atau dibuat agar suatu mikrokontroler dapat berfungsi dan bekerja dengan semestinya.

Desain sistem minimum yang terdiri dari beberapa led indikator dan 2 port *I/O expansion*, selain itu juga dilengkapi dengan rangkaian referensi clock, rangkaian reset, dan port pemrograman ISP. Pada rangkaian sistem minimum ini juga harus diperhatikan bahwa pin PEN harus pada kondisi *pull up* (Pin PEN dihubungkan dengan catuan atau vcc yang diberi tahanan). Selain itu juga perlu diperhatikan bahwa untuk konfigurasi programing mikrokontroler atmega 128 ini menggunakan ISP, pin MOSI *downloader* terhubung dengan pin RX0 mikrokontroler, sedangkan pin MISO *downloader* terhubung dengan pin TX0 mikrokontroler, Dan pin SCK dan pin *Reset downlaoder* masing masing

terhubung dengan pin SCK dan pin Reset mikrokontroler. Port-port I/O dan *peripheral interface* pada Mikrokontroler ATmega 128 yang telah terhubung dengan sistem minimum dapat langsung dihubungkan ke perangkat-perangkat atau komponen lainnya untuk diintegrasikan menjadi suatu sistem atau rangkaian elektronika yang lebih kompleks (*Futurlec, 2011:04*).



Gambar 2.3. Data Sheet ATmega 128

(Sumber : <http://www.atmel.com/products/microcontrollers/avr/default.aspx>, diakses pada 10 Mei 2016)

2.3. *Liquid Crystal Display (LCD)*

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah komponen elektronika yang digunakan untuk menampilkan suatu karakter baik itu berupa angka, huruf, simbol atau karakter tertentu sehingga tampilan tersebut dapat dilihat secara visual. Pada rangkaian ini LCD digunakan untuk menampilkan informasi mengenai kerja alat penghancur sampah organik. Kemampuan LCD tidak hanya menampilkan angka, tetapi juga huruf, kata dan semua sarana simbol dengan lebih bagus dan serbaguna dari pada penampil-penampil yang menggunakan *seven segment LED (Light Emitting Diode)* pada umumnya. Salah satu variasi bentuk dan ukuran yang tersedia dan digunakan pada peralatan ini adalah 20 x 4 karakter. Sementara pada

modul LCD terdapat 2 jalur catu untuk *back lighting*. Dengan demikian semua dapat ditampilkan dalam kondisi cahaya kecil (*Wasito,1983:2*).



Gambar 2.4. LCD 20x4

(Sumber : <https://www.widgeneering.com/lcd-20-4/>, diakses pada 12 Mei 2016)

2.3.1. Karakteristik LCD

Menurut *Wasito (1983)* Ada beberapa karakteristik yang dimiliki dari modul LCD 20 x 4 sebagai berikut :

1. Karakter generator ROM dengan 192 tipe karakter
2. Karakter generator RAM dengan 192 tipe karakter
3. 80 x 8 bit *display* data RAM
4. Dapat diantarmukakan secara langsung dengan pin-pin mikrokontroller ATmega16
5. Dilengkapi fungsi tambahan; *display clear, cursor home, display on-off, display character blink, cursor shift* dan *display shift*.
6. Internal Data
7. Reset pada saat *power on*
8. Tegangan +5 Volt DC

2.3.2. Fungsi-Fungsi Pin Modul LCD

Menurut *Wasito (1983)* Modul LCD berukuran 20 karakter x 4 baris dengan fasilitas *back lighting* memiliki 16 pin yang terdiri atas 8 jalur data, 3 jalur control, dan jalur-jalur catu daya.

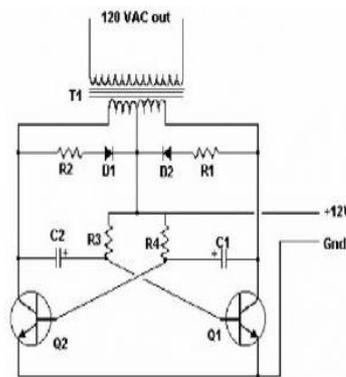
- a. Pin 1 dan 2

Merupakan sambungan catu daya, Vss dan Vdd. Pin Vdd dihubungkan dengan tegangan positif catu daya sedangkan Vss pada 0 Volt atau *ground*.

- b. Pin 3
Merupakan pin *control Vcc* yang digunakan untuk mengatur kontras *display*
- c. Pin 4
Merupakan pin *control Vcc* yang digunakan untuk mengatur kontras *display*
- d. Pin 5
Merupakan *Read atau Write (R/W)*. Cara memfungsikan perintah *Write* adalah R/W *low* atau menulis karakter ke modul R/W *high* untuk membaca data karakter atau informasi status registernya.
- e. Pin 6
Merupakan *Enable €*. *Input* ini digunakan untuk *transfer actual* perintah-perintah atau karakter antara modul dengan hubungan data.
- f. Pin 7 sampai 14
Pin 7 sampai 14 adalah 8 jalur data (D0-D7) dimana data dapat di *transfer* ke *display*.
- g. Pin 15 sampai 16
pin 15 atau A(+) mempunyai *level DC+5V* dan berfungsi sebagai LED *backlight* +, sedangkan pin 16 atau K (-) memiliki level 0 V dan berfungsi sebagai LED *backlight* (Wasito, 1983).

2.4. *Inverter*

Rangkaian *inverter* adalah sebuah kesatuan elektronika yg mempunyai kegunaan untuk merubah arus tegangan dari AC jadi DC. Tidak hanya berfungsi untuk merubah sebuah arus tegangan, rangkaian ini juga bisa dipakai buat menurunkan maupun menaikkan tegangan. Dengan fungsi kedua tersebut, maka kita bisa menghasilkan tegangan *output* yang sesuai dengan pengaturan kita sendiri (Sirizar, 2011).



Gambar 2.5. *Inverter Sederhana*
(Sirizar 2011:02)

2.4.1. Prinsip Kerja *Inverter*

Prinsip kerja *inverter* dapat dijelaskan dengan menggunakan 4 saklar. Bila sakelar S1 dan S2 dalam kondisi on maka akan mengalir aliran arus DC ke beban R dari arah kiri ke kanan, jika yang hidup adalah saklar S3 dan S4 maka akan mengalir aliran arus DC ke beban R dari arah kanan ke kiri. *Inverter* biasanya menggunakan rangkaian modulasi lebar pulsa (*pulse width modulation* – PWM) dalam proses konversi tegangan AC menjadi tegangan DC (Sirizar 2011:02).

2.5. Catu Daya

Catu daya atau sering disebut dengan *Power Supply* merupakan suatu rangkaian yang paling penting bagi sistem elektronika. Ada dua sumber catu daya yaitu sumber AC dan sumber DC. Sumber AC yaitu sumber tegangan bolak-balik, sedangkan sumber tegangan DC merupakan sumber tegangan searah. Catu daya merupakan penyuplai daya pada modul yang akan digunakan. Pencatu daya yang diambil dari tegangan jala-jala PLN kemudian disearahkan terlebih dahulu menjadi tegangan DC.

Sumber tegangan bila diamati sumber AC tegangan berayun sewaktu-waktu pada kutub positif dan sewaktu-waktu pada kutub negatif, sedangkan sumber DC selalu pada satu kutub saja, positif saja atau negatif saja. Sumber AC dapat

disearahkan menjadi sumber DC dengan menggunakan rangkaian penyearah yang dibentuk dari dioda.

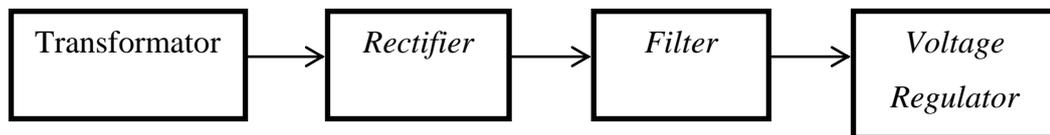
Ada tiga macam rangkaian penyearah dasar yaitu penyearah setengah gelombang, gelombang penuh dan sistem jembatan. Tegangan DC juga dapat diperoleh dari baterai. Dengan penggunaan baterai ditawarkan sumber tegangan DC yang stabil dan portable namun dapat habis tergantung kapasitas baterai tersebut. Tegangan yang tersedia dari suatu sumber tegangan yang ada biasanya tidak sesuai dengan kebutuhan. Untuk itu diperlukan suatu regulator tegangan yang berfungsi untuk menjaga agar tegangan bernilai konstan pada nilai tertentu. Regulator tegangan ini biasanya berupa IC dengan kode 78xx atau 79xx. Untuk seri 78xx digunakan untuk regulator tegangan DC positif, sedangkan 79xx digunakan untuk regulator DC negatif. Nilai xx menandakan tegangan yang akan diregulasikan (*Malvino, 1986:45*).

2.5.1 Prinsip Kerja Catu Daya

Arus Listrik yang kita gunakan di rumah, kantor dan pabrik pada umumnya adalah dibangkitkan, dikirim dan didistribusikan ke tempat masing-masing dalam bentuk arus bolak-balik atau arus AC (*Alternating Current*). Hal ini dikarenakan pembangkitan dan pendistribusian arus listrik melalui bentuk arus bolak-balik (AC) merupakan cara yang paling ekonomis dibandingkan dalam bentuk arus searah atau arus DC (*Direct Current*). Hampir setiap peralatan Elektronika memiliki sebuah rangkaian yang berfungsi untuk melakukan konversi arus listrik dari arus AC menjadi arus DC dan juga untuk menyediakan tegangan yang sesuai dengan rangkaian elektronika-nya. Rangkaian yang mengubah arus listrik AC menjadi DC ini disebut dengan DC *Power Supply* atau dalam bahasa Indonesia disebut dengan Catu daya DC. DC *Power Supply* atau Catu Daya ini juga sering dikenal dengan nama “Adaptor”.

Sebuah DC *Power Supply* atau Adaptor pada dasarnya memiliki 4 bagian utama agar dapat menghasilkan arus DC yang stabil. Keempat bagian utama tersebut diantaranya adalah *Transformer, Rectifier, Filter dan Voltage Regulator*. Sebelum kita membahas lebih lanjut mengenai prinsip kerja DC power supply,

sebaiknya kita mengetahui blok-blok dasar yang membentuk sebuah DC power supply atau pencatu daya ini. Dibawah ini adalah diagram blok DC *power supply* (Adaptor) pada umumnya (Vongola-f, 2013:1).



Gambar 2.6. Blok Diagram DC *Power Supply*

(Dickson,Kho 2014:05)

Berikut ini adalah penjelasan singkat tentang prinsip kerja DC *Power Supply* (Adaptor) pada masing-masing blok berdasarkan Diagram blok diatas.

a. Transformator (Transformer/Trafo)

Transformator (Transformer) atau disingkat dengan Trafo yang digunakan untuk DC *Power supply* adalah Transformer jenis *Step-down* yang berfungsi untuk menurunkan tegangan listrik sesuai dengan kebutuhan komponen Elektronika yang terdapat pada rangkaian adaptor (DC *Power Supply*). Transformator bekerja berdasarkan prinsip Induksi elektromagnetik yang terdiri dari 2 bagian utama yang berbentuk lilitan yaitu lilitan primer dan lilitan sekunder. lilitan primer merupakan *input* dari pada transformator sedangkan *output*-nya adalah pada lilitan sekunder. meskipun tegangan telah diturunkan, *output* dari transformator masih berbentuk arus bolak-balik (arus AC) yang harus diproses selanjutnya.

b. Rectifier (Penyearah Gelombang)

Rectifier atau penyearah gelombang adalah rangkaian elektronika dalam *power supply* (catu daya) yang berfungsi untuk mengubah gelombang AC menjadi gelombang DC setelah tegangannya diturunkan oleh Transformator *Step down*. Rangkaian *Rectifier* biasanya terdiri dari komponen dioda. Terdapat 2 jenis rangkaian *Rectifier* dalam *Power Supply* yaitu “*Half Wave Rectifier*” yang hanya

terdiri dari 1 komponen Dioda dan “*Full Wave Rectifier*” yang terdiri dari 2 atau 4 komponen dioda.

c. *Filter (Penyaring)*

Dalam rangkaian *power supply* (Adaptor), *filter* digunakan untuk meratakan sinyal arus yang keluar dari *rectifier*. *Filter* ini biasanya terdiri dari komponen kapasitor (Kondensator) yang berjenis *elektrolit* atau ELCO (*Electrolyte Capacitor*).

d. *Voltage Regulator (Pengatur Tegangan)*

untuk menghasilkan tegangan dan arus DC (arus searah) yang tetap dan stabil, diperlukan *voltage regulator* yang berfungsi untuk mengatur tegangan sehingga tegangan *output* tidak dipengaruhi oleh suhu, arus beban dan juga tegangan *input* yang berasal *output filter*. *Voltage Regulator* pada umumnya terdiri dari Dioda Zener, Transistor atau IC (*Integrated Circuit*). Pada DC *power supply* yang canggih, biasanya *voltage regulator* juga dilengkapi dengan *short circuit protection* (perlindungan atas hubung singkat), *current limiting* (pembatas arus) ataupun *over voltage protection* (perlindungan atas kelebihan tegangan) (Dickson, Kho 2014:05).

2.6. Phototransistor Sebagai Sensor

Phototransistor merupakan komponen elektronika yang berfungsi sebagai detector cahaya, phototransistor terdiri dari satu buah transistor dan satu buah LED. Bahan utama dari phototransistor adalah silikon atau germanium.

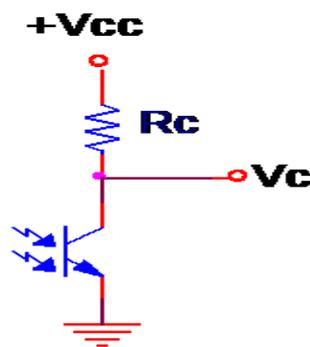


Gambar.2.7. Photo Transistor

(Sumber : <https://www.tech-faq.com/phototransistor/>, diakses pada 20 Mei 2016)

2.6.1. Prinsip Kerja Phototransistor

Phototransistor jika dilihat dari cara kerjanya hampir sama dengan sebuah saklar cahaya, apabila sebuah phototransistor terkena sinar infra merah maka kaki *colector-emitter* akan tersambung dan berfungsi sebagai saklar yang terhubung singkat. Akan tetapi apabila phototransistor tidak terkena cahaya infra merah atau hanya terkena cahaya biasa maka kaki *colector-emitter* tidak terhubung (Fadhilah 01:2014).



Gambar 2.8. Rangkaian Photo Transistor
(Fadhilah 01:2014)

2.7. IC (*Integrated Circuit*)

Rangkaian terpadu (*Integrated Circuit*) adalah suatu rangkaian elektronik yang dikemas menjadi satu kemasan yang kecil. Beberapa rangkaian yang besar dapat diintegrasikan menjadi satu dan dikemas dalam kemasan yang kecil. Suatu IC yang kecil dapat memuat ratusan bahkan jutaan komponen. Berikut ini kelompok-kelompok IC berdasarkan jumlah komponen yang dikandungnya :

1. *Small-Scale Integration* (SSI)

IC dengan maksimum 100 komponen elektronik

2. *Medium-Scale Integation* (MSI)

IC dengan 3000 sampai 100000 komponen elektronik

3. *Large-Scale Intagration* (LSI)

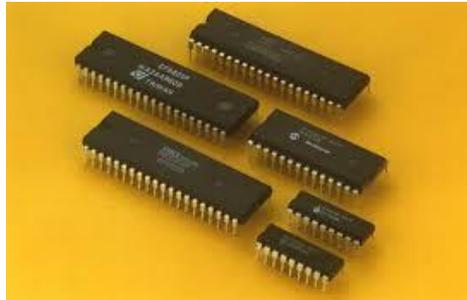
IC dengan 3000 sampai 100000 komponen elektronik

4. *Very Large-Scale Integration* (VLSI)

IC dengan 100000 sampai dengan 1000000 komponen elektronik

5. *Ultra Large-Scale Integration (ULSI)*

IC dengan lebih dari 1 juta komponen elektronik



Gambar 2.9. *Integrated Circuit (IC)*

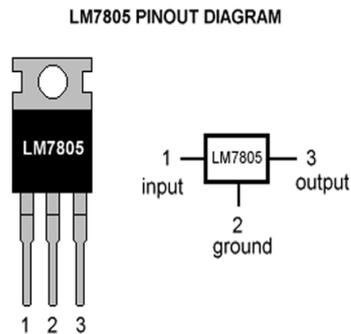
(Saint 2015:01)

Pada rangkaian alat penghancur sampah organik, IC yang digunakan ialah IC 7805, IC ULN 2803A. Berikut penjelasan mengenai IC yang dipakai pada alat penghancur sampah organik :

2.7.1. IC LM 7805

Menurut *Indraharja (2012)* IC LM 7805 (regulator) adalah untuk menstabilkan tegangan dari catu daya bila terjadi perubahan tegangan, Keuntungan memakai IC LM 7805, yaitu :

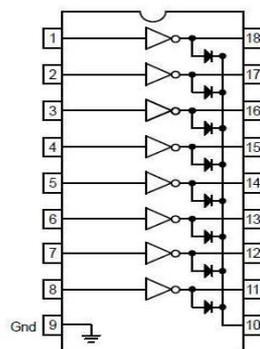
1. Mempunyai proteksi terhadap arus hubungan singkat
2. Mempunyai tegangan *output* yang konstan
3. Mempunyai arus rendah
4. Memiliki *ripple output* yang sangat kecil
5. Pembiayaan rendah



Gambar 2.10. IC 7805
(salinsalim 2014:12)

2.8. *Driver* IC ULN 2803A

Komponen utama pembentuk rangkaian *driver* berupa IC ULN 2803A yang merupakan transistor darlington dan relay. ULN 2803 adalah *chip Integrated Circuit* (IC) berupa rangkaian transistor Darlington dengan tegangan tinggi. Hal ini memungkinkan untuk membuat antarmuka sinyal dengan beban tegangan tinggi. *Chip* mengambil sinyal tingkat rendah dan arus rendah dan bertindak sebagai relay, yaitu menyalakan atau mematikan tingkat sinyal yang lebih tinggi di sisi yang berlawanan.

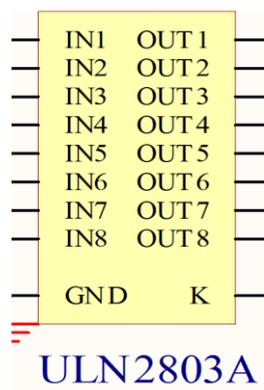


Gambar 2.11. Konfigurasi Driver ULN2803A
(Lareno,2013)

Di sisi *output* ULN2803 umumnya berada pada selang nilai 50V/500mA, sehingga dapat mengoperasikan beban kecil secara langsung. Pada aplikasi lain, sering digunakan untuk daya kumparan dari satu atau lebih relay, yang

memungkinkan tegangan yang lebih tinggi atau arus yang lebih kuat dikontrol oleh sinyal tingkat rendah. Dalam aplikasi arus kuat (listrik) ULN2803 menggunakan tingkat rendah (TTL) sinyal untuk mengaktifkan ataupun mematikan sinyal tegangan atau arus yang lebih tinggi pada sisi *output*. Secara fisik ULN2803 adalah konfigurasi IC 18-pin dan berisi delapan transistor NPN. Pin 1 sampai 8 menerima sinyal tingkat rendah, pin 9 sebagai *grounding* (untuk referensi tingkat sinyal rendah). Pin 10 adalah COM pada sisi yang lebih tinggi dan umumnya akan dihubungkan ke tegangan positif. Pin 11-18 adalah *output* (Pin 1 untuk Pin 18, Pin 2 untuk 17 dst). ULN2803 datang dalam konfigurasi IC 18-pin dan mencakup delapan (8) transistor (Lareno, 2013:03).

2.8.1. Fungsi Bagian *Driver* IC ULN 2803A



Gambar 2.12. Susunan Rangkaian *Driver* IC ULN2803A

(Lareno : 2013)

Berdasarkan gambar 2.12, driver IC ULN2803 ini terdiri dari IN1 sampai IN8, OUT1 sampai dengan OUT8, GND dan K. IN merupakan *input driver* dimana kaki IN1 sampai IN8 ini akan disambungkan ke kaki mikrokontroler ATmega 128. GND sebagai *ground* dan K merupakan Vcc dari *driver* IC ULN2803A. Sedangkan OUT merupakan *output* dari *driver*, *output driver* yang terdiri dari OUT1 sampai dengan OUT8 ini disambungkan ke *Optoisolator*. *Optoisolator* biasanya digunakan sebagai antarmuka (*interface*) antara rangkaian pengendali dengan rangkaian daya (*triac*) dan juga sebagai pengaman rangkaian pengendali (Lareno : 2013)

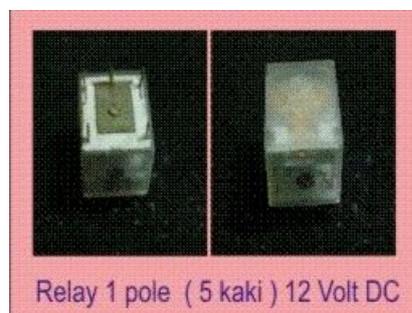
2.9. Relay

Relay adalah komponen elektronika berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. Secara prinsip, relay merupakan tuas saklar dengan lilitan kawat pada batang besi (solenoid) di dekatnya. Ketika solenoid dialiri arus listrik, tuas akan tertarik karena adanya gaya magnet yang terjadi pada solenoid sehingga kontak saklar akan menutup. Pada saat arus dihentikan, gaya magnet akan hilang, tuas akan kembali ke posisi semula dan kontak saklar kembali terbuka. Relay yang paling sederhana ialah relay elektromekanis yang memberikan pergerakan mekanis saat mendapatkan energi.

Dalam pemakaiannya biasanya relay yang digerakkan dengan arus DC dilengkapi dengan sebuah dioda yang di paralel dengan lilitannya dan dipasang terbalik yaitu anoda pada tegangan (-) dan katoda pada tegangan (+). Ini bertujuan untuk mengantisipasi sentakan listrik yang terjadi pada saat relay berganti posisi dari *on* ke *off* agar tidak merusak komponen di sekitarnya.

Konfigurasi dari kontak-kontak relay ada tiga jenis, yaitu :

1. *Normally Close* (NC) : Saklar terhubung dengan kontak ini saat relay tidak aktif atau dapat dikatakan saklar dalam kondisi terbuka.
2. *Normally Open*(NO): Saklar terhubung dengan kontak ini saat relay aktif atau dapat dikatakan saklar dalam kondisi tertutup.
3. *Change Over* (CO): Relay mempunyai kontak tengah yang normal tertutup, tetapi ketika relay dicatu kontak tengah tersebut akan membuat hubungan dengan kontak-kontak yang lain.



Gambar 2.13. Relay

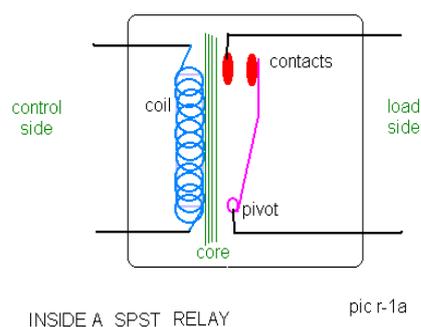
(Concordia, 2009:1)

Penggunaan relay perlu memperhatikan tegangan pengontrolnya serta kekuatan relay men-*switch* arus atau tegangan. Biasanya ukurannya tertera pada *body* relay. Sebaiknya relay difungsikan 80% saja dari kemampuan maksimalnya agar aman, lebih rendah lagi lebih aman. Relay jenis lain ada yang namanya *reedswitch* atau relay lidi. Relay jenis ini berupa batang kontak terbuat dari besi pada tabung kaca kecil yang dililitin kawat. Pada saat lilitan kawat dialiri arus, kontak besi tersebut akan menjadi magnet dan saling menempel sehingga menjadi saklar yang *on*. Ketika arus pada lilitan dihentikan medan magnet hilang dan kontak kembali terbuka.

2.9.1. Prinsip Kerja Relay

Relay terdiri dari *coil* dan *contact*. *Coil* adalah gabungan kawat yang mendapat arus listrik, sedang *contact* adalah sejenis saklar yang pergerakannya tergantung dari ada tidaknya arus listrik di *coil*. *Contact* ada 2 jenis : *normally open* (kondisi awal sebelum diaktifkan *open*), dan *normally closed* (kondisi awal sebelum diaktifkan *close*).

Secara sederhana berikut ini prinsip kerja dari relay yaitu ketika *coil* mendapat energi listrik (*energized*), akan timbul gaya elektromagnet yang akan menarik armature yang berpegas, dan *contact* akan menutup.



Gambar 2.14. Prinsip Kerja Relay

(Risky: 2011;05)

Relay dapat bekerja karena adanya medan magnet yang digunakan untuk menggerakkan saklar. Saat kumparan diberikan tegangan sebesar tegangan kerja relay maka akan timbul medan magnet pada kumparan karena adanya arus yang

mengalir akan menarik saklar dari kontak NC ke kontak NO. Jika tegangan pada kumparan dimatikan maka medan magnet pada kumparan akan hilang sehingga pegas akan menarik saklar ke kontak NC.

2.9.2. *Solid State Relay (SSR)*

SSR (*solid-state relay*) tidak mempunyai kumparan dan kontak sesungguhnya. Sebagai pengganti, digunakan alat penghubung semikonduktor seperti transistor bipolar, MOSFET, SCR, atau triac. Relai solid state tidak mempunyai bagian yang berputar, relai tersebut tahan terhadap guncangan dan getaran serta ditutup rapat terhadap kotoran dan kelembaban.

SSR merupakan aplikasi pada pengisolasian rangkaian control tegangan-rendah dari rangkaian beban-daya-tinggi. Diagram blok dari relai solid state yang dirangkai secara *optis* diperlihatkan pada gambar berikut.

Dioda yang memancarkan cahaya (LED) yang digabungkan pada rangkaian *input* menyala mengeluarkan cahaya apabila kondisi pada rangkaian benar-benar untuk mengaktifkan relai. Cahaya LED pada fototransistor, yang kemudian menghantar, menyebabkan arus *trigger* diberikan pada triac. Jadi *output* terisolasi dari *output* dengan LED sederhana dan susunan fototransistor, persis seperti elektromagnet terisolasi dengan *input* dari kontak penghubungan pada EMR konvensional karena sorotan sinar digunakan sebagai medium kontrol, maka tidak ada tegangan naik atau desah listrik yang dihasilkan pada sisi beban dari relai yang dapat dikirimkan pada sisi kontrol relai. Paling sering, pendekatan kotak-hitam yang ada pada skema untuk menyajikan relai. Rangkaian internal tidak akan diperlihatkan dan hanya hubungan *input* dan *output* pada kotak yang akan diberikan

Relai solid state dapat digunakan untuk mengontrol beban AC atau DC. Jika relai dirancang mengontrol beban AC, digunakan triac untuk menghubungkan beban dengan lin. Relai solid state dimaksudkan untuk digunakan sebagai pengontrol DC, mempunyai transistor daya dibandingkan dengan triac yang dihubungkan pada rangkaian beban. Apabila tegangan *input*

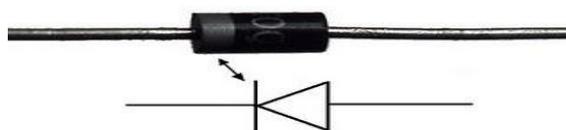
hidup LED *detector* foto yang dihubungkan pada basis transistor menghidupkan transistor dan menghubungkan beban dengan lin.

Banyak SSR yang digunakan untuk mengontrol beban AC mempunyai keistimewaan yang disebut penghubungan nol. Penghubungan nol menjamin bahwa relai hidup atau mati pada permulaan gelombang tegangan ac pada titik cross open nol. Penghubungan tegangan nol sering dibutuhkan untuk memperkecil arus kejut dan interferensi frekuensi radio.

Beberapa keuntungan SSR yaitu, SSR lebih terpercaya dan mempunyai umur pemakaian yang lebih panjang karena SSR tidak mempunyai bagian yang berputar, dapat digabungkan dengan rangkaian transistor dan sirkuit IC, serta tidak menimbulkan banyak interferensi elektromagnetis. SSR lebih tahan terhadap guncangan dan terhadap getaran mempunyai waktu respon yang lebih cepat dan tidak memperlihatkan kontak yang memantul (Andi, 2001).

2.10. *Condensator Dioda*

Dioda merupakan salah satu komponen elektronika yang dimana setiap dioda terdiri dari dua elektroda. Komponen dioda memiliki fungsi sebagai pengubah arus bolak-balik menjadi arus searah, atau lebih sering disebut dengan penyearah, dalam pengaplikasiannya komponen elektronika ini misalnya digunakan pada rangkaian elektronika yaitu catu daya adaptor, yang dimana dalam rangkaian tersebut dioda difungsikan sebagai penyearah. Dioda varikap (*Variable Capacitor* atau kondensator variabel) digunakan sebagai kondensator terkendali tegangan. Sifat kesearahan yang dimiliki sebagian besar jenis dioda seringkali disebut karakteristik menyearahkan. Beberapa jenis dioda juga mempunyai fungsi yang tidak ditujukan untuk penggunaan penyearahan (*Oktora 2010:12*)



Gambar 2.15. Dioda

(Sumber : <https://www.kangazis.com/dioda/>, diakses pada 23 Mei 2016)

2.11. *Crystal Xtal*

Crystal lazimnya digunakan untuk rangkaian osilator yang menuntut stabilitas frekuensi yang tinggi dalam jangka waktu yang panjang. Alasan utamanya adalah karena perubahan nilai frekuensi kristal seiring dengan waktu, atau disebut juga dengan istilah faktor penuaan frekuensi (*frequency aging*), jauh lebih kecil dari pada osilator-osilator lain. Faktor penuaan frekuensi untuk kristal berkisar pada angka $\pm 5\text{ppm}/\text{tahun}$, jauh lebih baik dari pada faktor penuaan frekuensi osilator *RC* ataupun osilator *LC* yang biasanya berada diatas $\pm 1\%/ \text{tahun}$. Material yang mempunyai bentuk struktur kristalin, seperti *quartz*, mempunyai satu sifat unik yaitu mampu menghasilkan tegangan listrik ketika diberi tekanan mekanikal dan juga sebaliknya, berubah bentuk mekanikalnya ketika diberi tegangan listrik. Frekuensi *crystal Xtal* yang digunakan pada rangkaian ini sebesar 8MHz dan 3,579545MHz (Zali, 2010:01).



Gambar 2.16. *Crystal Xtal*

(Farnell, 2015:5)

2.12. *Trimpot*

Trimpot adalah sebuah resistor variabel kecil yang biasanya digunakan pada rangkaian elektronika sebagai alat tuning atau bisa juga sebagai re-kalibrasi. Seperti potensio juga, trimpot juga mempunyai 3kaki selain kesamaan tersebut sistem kerja atau cara kerjanya juga meyerupai potensio hanya saja kalau potensio mempunyai gagang atau handle untuk memutar atau menggeser sedangkan trimpot tidak. Dalam rangkaian elektronika trimpot disimbolkan dengan huruf VR. Fungsi daripada trimpot juga memiliki kesamaan layaknya potensio, namun adakalanya berbeda karena trimpot seringnya dipasang pada PCB langsung. Nilai resistansi pada trimpot pada umumnya tertera atau tertulis langsung pada *body*

trimpot tersebut, nilai tersebut ada yang memakai kode angka sama seperti pada Kapasitor atau kondensator (*baidhowi,2014:02*).



Gambar 2.17. Trimpot

(Sumber : <https://www.futurlec.com/Trimpot/>, diakses pada 23 Mei 2016)

2.13. Resistor (Tahanan)

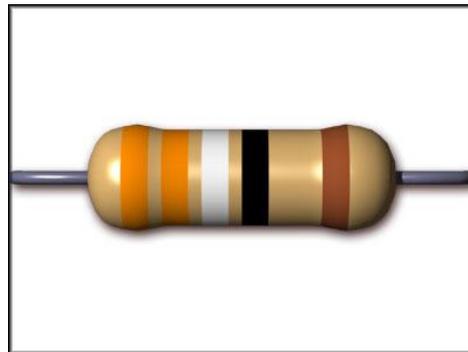
Menurut *Prihono (2010)* resistor atau biasa disebut tahanan atau penghambat, adalah suatu komponen elektronik yang memberikan hambatan terhadap perpindahan elektron (muatan negatif). Resistor disingkat dengan huruf “R” (huruf R besar). Satuan resistor adalah ohm (Ω) :

$$V= I \cdot R \dots\dots\dots (1)$$

$$I=V/R \dots\dots\dots (2)$$

Kemampuan resistor untuk menghambat disebut dengan resistansi atau hambatan listrik. Suatu resistor memiliki hambatan satu ohm apabila resistor tersebut menjebatani beda tegangan sebesar satu ampere. Resistor yang digunakan pada rangkaian ini adalah Resistor 1Ω , 12Ω , 200Ω , $10K\Omega$, $47K\Omega$, $82K\Omega$, $100K\Omega$, $390K\Omega$. Resistor dapat dikelompokkan berdasarkan besar toleransinya:

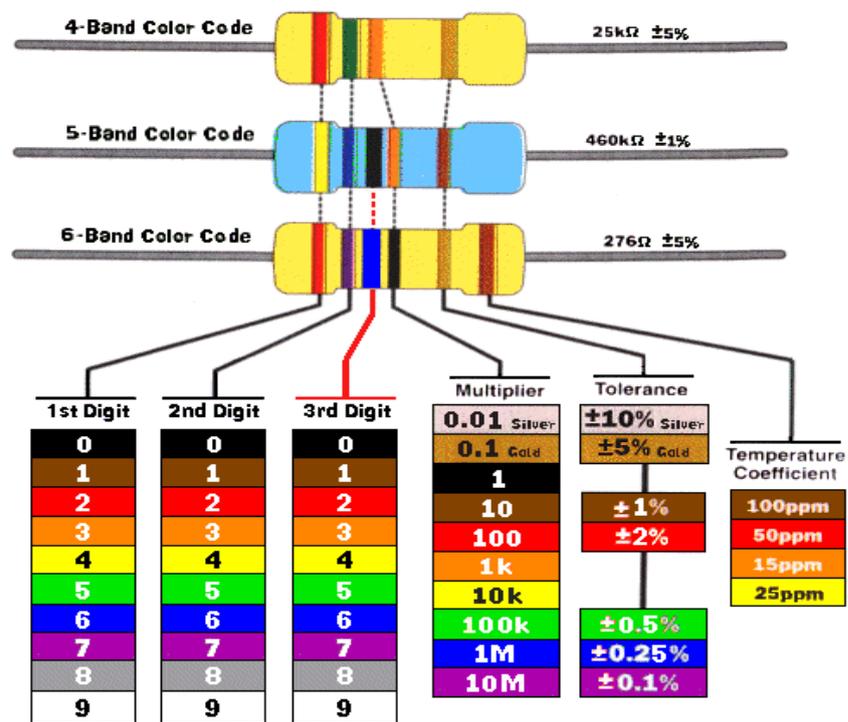
1. Pemakaian umum $\pm 5\%$ sampai $\pm 20\%$
2. Presisi menengah $\pm 1\%$ sampai $\pm 5\%$
3. Presisi $\pm 0.2\%$ sampai ± 1
4. Ultra presisi $\pm 0,002\%$ sampai 1%



Gambar 2.18. Resistor Biasa

(Sumber : <https://www.itechsoul.com/Resistor/>, diakses pada 23 Mei 2016)

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 sebagai berikut :



Gambar 2.19. Kode Gelang Warna Pada Resistor

(Sumber : <https://www.itechsoul.com/Resistor/>, diakses pada 23 Mei 2016)

2.14. Kapasitor

Kapasitor adalah komponen elektronika yang dapat menyimpan muatan arus listrik di dalam medan listrik sampai batas waktu tertentu dengan cara mengumpulkan ketidakseimbangan internal dari muatan arus listrik. Satuan kapasitor disebut Farad (F). Kapasitor disebut juga kondensator. Adapun cara kerja kapasitor dalam sebuah rangkaian elektronika adalah dengan cara mengalirkan arus listrik menuju kapasitor. Apabila kapasitor sudah penuh terisi arus listrik, maka kapasitor akan mengeluarkan muatannya dan kembali mengisi lagi, begitu seterusnya. Kapasitor yang digunakan pada rangkaian ini adalah kapasitor 18pF, 100nF, 220 μ F, 2200 μ F (Rahayu, 2014).

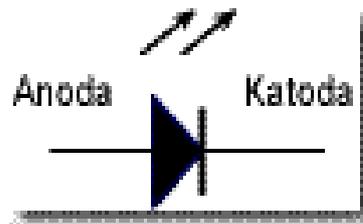


Gambar 2.20. Kapasitor

(Rahayu 2014:12)

2.15. LED (*Light Emitting Diode*)

Lampu LED atau *Light Emitting Diode* adalah suatu lampu indikator dalam perangkat elektronika yang biasanya memiliki fungsi untuk menunjukkan status dari perangkat elektronika tersebut. Lampu LED terbuat dari plastik dan diode semikonduktor yang dapat menyala apabila dialiri tegangan listrik rendah (sekitar 1.5 volt DC). Berbagai macam warna dan bentuk dari lampu LED, disesuaikan dengan kebutuhan dan fungsinya (Adisty, 2009).



Gambar 2.21. Simbol LED (*Light Emitting Dioda*)

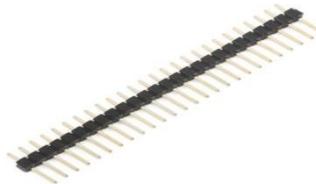


Gambar 2.22. LED (*Light Emitting Dioda*)

(Adisty 2009:12)

2.16. Header Male

Header Male adalah lawan dari konektor *black housing*, dapat kita andaikan saja jika *Black housing* adalah Wanita, maka *Header Male* adalah Pria. Fungsi *Header Male* adalah apabila terjadi kerusakan pada *Header Male* tersebut kabel bisa dipindahkan pada *Header Male* yang lain (Rahman, 2013:06).

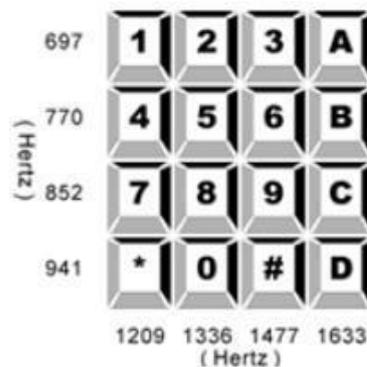


Gambar 2.23. Header Male

(Digi,2015:3)

2.17. DTMF (*Dual Tone Multiple Frequency*)

Dual Tone Multiple Frequency (DTMF) adalah teknik pengiriman angka-angka pembentuk nomor telepon yang dikodekan dengan 2 nada yang dipilih dari 8 buah frekuensi yang sudah ditentukan. 8 frekuensi tersebut adalah 697 Hz, 770 Hz, 852 Hz, 941 Hz, 1209 Hz, 1336 Hz, 1477 Hz dan 1633 Hz, seperti terlihat pada gambar dibawah ini, angka 1 dikodekan dengan 697 Hz dan 1209 Hz, angka 9 di-kode-kan dengan 852 Hz dan 1477 Hz.



Gambar 2.24. Kombinasi nada DTMF

(Sumber : <https://fahmizaleeits.wordpress.com/tag/dtmf-adalah/> diakses pada tanggal 25 Mei 2016)

Tabel 2.1. Frekuensi pada tombol-tombol DTMF

F _{LOW}	F _{HIGH}	DIGIT	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀
697	1209	1	0	0	0	1
697	1336	2	0	0	1	0
697	1477	3	0	0	1	1
770	1209	4	0	1	0	0
770	1336	5	0	1	0	1
770	1477	6	0	1	1	0
852	1209	7	0	1	1	1
852	1336	8	1	0	0	0
852	1477	9	1	0	0	1
941	1336	0	1	0	1	0
941	1209	*	1	0	1	1
941	1477	#	1	1	0	0
697	1633	A	1	1	0	1
770	1633	B	1	1	1	0
852	1633	C	1	1	1	1
941	1633	D	0	0	0	0

Dari table di atas terlihat bahwa di dalam DTMF ada 16 nada berbeda. Masing-masing nada merupakan penjumlahan dari dua buah frekuensi, satu dari frekuensi rendah dan satu dari frekuensi tinggi. Ada empat frekuensi berbeda pada setiap kelompok. Pada telepon hanya menggunakan 12 nada dari 16 nada yang ada, terdiri dari 4 baris (R1, R2, R3 dan R4) dan 3 kolom (C1, C2 dan C3). Kolom dan baris memilih frekuensi dari yang rendah dan frekuensi tinggi menggolongkan berturut-turut. Masing-masing tombol ditetapkan oleh penempatan kolom dan baris nya. Sebagai contoh tombol “5” terdapat pada baris 1 (R2) dan kolom 1 (C2) sehingga mempunyai frekuensi $770 + 1336 = 2106$ Hz . Tombol “9” terdapat pada baris 2 (R3) dan kolom 2 (C3) dan mempunyai suatu frekuensi $852 + 1477 = 2329$ Hz

(Sumber : <https://fahmizaleeits.wordpress.com/tag/dtmf-adalah/> diakses pada tanggal 25 Mei 2016).

2.18. SIM900

SIM900 adalah modul Quad-band GSM/GPRS berbentuk SMT terbuat dari sebuah prosesor canggih ARM926EJ-S, sehingga ukurannya kecil (24mm x 24mm x 3 mm) dan merupakan solusi yang efektif sebagai modul komunikasi. SIM900 sudah menerapkan antarmuka standar industri dalam menyediakan fitur komunikasi GSM/GPRS 850/900/1800/1900MHz untuk voice, SMS, Data, dan Fax. (Mitel, *Data Sheet SIM900*, 2012)



Gambar 2.25. SIM 900

(Mitel, 2012)