

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Alat Ukur Tinggi dan Massa Badan

Alat ukur adalah sesuatu alat yang berfungsi memberikan batasan nilai atau harga tertentu dari gejala-gejala atau sinyal yang berasal dari perubahan suatu energy (*William D.C, 1993*). Pengukuran merupakan hal yang penting dalam dunia ilmu pengetahuan. Pengukuran-pengukuran tersebut antara lain : pengukuran tinggi dari satu titik ke titik lain, pengukuran waktu dari satu kejadian ke kejadian yang lainnya, pengukuran temperatur/suhu suatu daerah, pengukuran kecepatan dari suatu benda, pengukuran berat dan lain sebagainya.

2.2 Daftar Penelitian Sebelumnya

1. Misnawati , 2010, Rancang bangun alat ukur tinggi badan berbasis mikrokontroler AT89S52 dengan sensor ultrasonic PING.
2. Thomas dkk, 2008 , Sitem pengukur berat dan tinggi badan menggunakan mikrokontroler AT89S51.
3. Lukman Hakim , 2009 , Pengukur tinggi badan berbasis mikrokontroler AT89S51.
4. Shirta Zaharal Laily , 2008 , Rancang bangun alat pengukur tinggi badan otomatis dengan keluaran suara berbasis mikrokontroler AT89S51.
5. Cahyo Adiarto , 2010 , Pembuatan alat pengukur tinggi badan digital berbasis mikrokontroler AT8535.
6. Jaenal Arifin , , Model timbangan digital menggunakan load cell berbasis mikrokontroler AT89S51.

2.3. Komponen Rangkaian Alat Ukur Tinggi dan Massa Badan

1. Trafo

Transformator adalah suatu alat yang dipergunakan untuk mengubah (menaikkan/menurunkan) tegangan bolak balik E_1 dengan harga tertentu, dapat

diubah menjadi E_2 dengan harga lain yang tertentu pula. Perubahan harga tegangan ini dinamakan perbandingan transformasi (**Suryatmo 2000**).

Sebuah trafo pada dasarnya terdiri dari dua kumparan yang digulung diatas satu kern (bahan besi) yang dimiliki secara bersama sama. Kumparan pertama disebut kumparan primer dan kumparan kedua disebut kumparan sekunder. Perbandingan jumlah lilitan antara kedua kumparan menentukan perbandingan voltase antara kedua voltase tersebut. Jumlah lilitan, tebal, bahan kawat lilitan, serta besar, bentuk dan bahan kern menentukan sifat trafo ketika trafo dibebani, yaitu ketika ada arus yang keluar dari kumparan skunder. Sifat dari trafo adalah berapa banyak arus bisa keluar tanpa trafo menjadi terlalu panas dan berapa besar resistivitas keluarannya. Karena setiap trafo memiliki resistivitas keluaran, maka kalau ada arus yang mengalir keluar dari kumparan sekunder, maka voltase akan berkurang (**Richard 2004**).

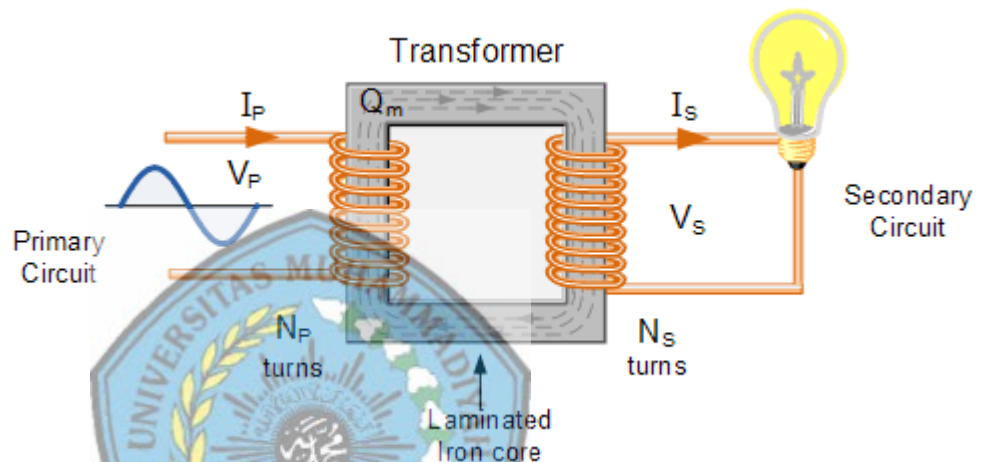
Dalam sistem kelistrikan Trafo arus (CT) / Current transformer di gunakan untuk pengukuran arus listrik. Current Transformer hampir sama dengan VT trafo tegangan atau sering di sebut dengan (PT) Potential Transformer, keduanya di kenal dengan instrument transformer. Di saat Arus terlalu tinggi dalam jaringan maka di perlukan CT untuk converter pembacaan pada alat ukur jadi yang di gunakan progresif arus imbas dari hantaran dari sebuah rangkaian listrik bolak balik atau AC. Sebuah trafo arus menghasilkan conversi arus yang akurat untuk pembacaan alat ukur atau sensor safety device.

Seperti trafo trafo yang lain, trafo arus juga memiliki gulungan primer inti magnetik dan sebuah gulungan sekunder. Arus bolak balik mengalir di sisi primer dan menghasilkan medan magnet pada inti besinya yang kemudian menginduksi pada gulungan sekunder dengan efisien. Design paling umum dari CT terdiri dari gulungan kawat tembaga email dan di lilitkan pada cincin baja silikon dan di bungkus dengan isolator dan di kaitkan pada dua buah terminal connector di bagian luarnya yang nantinya akan terhubung dengan grounding dan para meter.

Trafo yang tersusun dari kumparan primer, kumparan sekunder, dan inti besi bekerja berdasarkan hukum Ampere dan hukum Faraday dimana arus listrik berubah menjadi medan magnet dan sebaliknya medan magnet berubah menjadi

arus listrik. Apabila salah satu kumparan pada transformator diberi arus bolak-balik (AC) maka medan magnet akan berubah dan menimbulkan induksi pada kumparan sisi yang lain. Perubahan medan magnet tersebut akan mengakibatkan perbedaan potensial (tegangan).

Berikut adalah beberapa rumus dasar untuk menentukan jumlah kumparan primer dan kumparan sekunder agar menghasilkan tegangan output rendah dengan arus besar.



Gambar 2.1 Alur Kerja Trafo

$$N_p / N_s = V_p / V_s = I_s / I_p$$

Keterangan :

N_p = Jumlah kumparan primer

N_s = Jumlah kumparan sekunder

V_p = Tegangan input primer (Volt)

V_s = Tegangan output sekunder (Volt)

I_p = Arus input primer (Ampere)

I_s = Arus output sekunder (Ampere)

Dari rumus di atas, arus berbanding terbalik dengan kumparan dan tegangan.

$$P_p = P_s$$

$$V_p \times I_p = V_s \times I_s$$

P_p = Daya Primer (Watt)

P_s = Daya Sekunder (Watt)

V_p = Tegangan Primer (Volt)

V_s = Tegangan Sekunder (Volt)

I_p = Arus Sekunder (Ampere)

I_s = Arus Sekunder (Ampere)

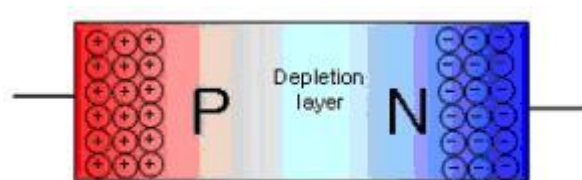


Gambar 2.2 Trafo 1 Ampere

2. Dioda

Secara etimologis pengertian dioda berasal dari dua buah kata DI (dua) dan ODA (elektroda), yang artinya dua elektroda. Secara harfiah pengertian dioda adalah sebuah komponen elektronika yang memiliki dua buah elektroda dimana elektroda berpolaritas positif disebut Anoda dan elektroda yang berpolaritas negatif disebut Kathoda. Fungsi dioda sangat berhubungan dengan sistem pengendalian arus tegangan.

Dioda merupakan komponen aktif yang bersaluran dua, tapi khusus untuk dioda termionik mungkin memiliki saluran ketiga sebagai pemanas. Namun pada umumnya dioda memiliki dua elektroda aktif dimana isyarat listrik dapat mengalir. Kebanyakan komponen ini digunakan karena karakteristik satu arah yang dimilikinya, sedangkan dioda varikap (variable capacitor/kondensator variabel) digunakan sebagai kondensator terkendali tegangan.



Gambar2.3 Komposisi dioda

Pada gambar struktur dioda di atas terlihat jelas adanya sambungan semikonduktor PN. Pada bagian sambungan terdapat sebagian area yang

ternetralkan yang disebut lapisan deplesi (depletion layer), dimana terdapat keseimbangan hole dan elektron artinya elektron pada sisi N melompat sebagian ke sisi P sehingga area tersebut menjadi area ternetralkan. Seperti yang sudah kita ketahui bersama, pada sisi P banyak terbentuk hole-hole yang siap menerima elektron sedangkan di sisi N banyak terdapat elektron-elektron yang siap untuk bebas.

Jika dioda diberi bias positif (forward bias/bias maju), dengan kata lain memberi tegangan potensial sisi P lebih besar dari sisi N, maka elektron dari sisi N akan bergerak untuk mengisi hole di sisi P. Setelah elektron bergerak meninggalkan tempatnya mengisi hole disisi P, maka akan terbentuk hole pada sisi N. Terbentuknya hole hasil dari perpindahan elektron ini disebut aliran hole dari P menuju N, Kalau menggunakan terminologi arus listrik, maka dikatakan terjadi aliran listrik dari sisi P ke sisi N.

Dioda pada umumnya terbuat dari bahan silikon yang mempunyai tegangan pemicu sebesar 0.7 Volt. Tegangan ini menurut uraian di atas adalah tegangan minimum yang diperlukan agar elektron bisa melompat mengisi hole melalui area penetralkan (depletion layer). Di dalam dioda tidak akan terjadi atau sulit sekali terjadi perpindahan elektron atau aliran hole dari P ke N maupun sebaliknya. Karena baik hole dan elektron masing-masing tertarik ke arah kutub yang berlawanan. Bahkan lapisan deplesi (depletion layer) semakin besar dan menghalangi terjadinya arus.

Berbagai jenis dioda dibuat sesuai dengan fungsinya, tapi fungsi dioda ini tidak meninggalkan karakteristik serta spesifikasinya, seperti dioda penyearah (rectifier), dioda Emisi Cahaya (LED), dioda Zenner, dioda photo (Photo-Dioda) dan Dioda Varactor.

Dioda penyearah (rectifier) berfungsi sebagai penyearah tegangan / arus dari arus bolak-balik (AC) ke arus searah (DC) atau mengubah arus AC menjadi DC. Jenis dioda ini terbuat dari bahan Silikon. Dioda Zener merupakan dioda junction P dan N yang terbuat dari bahan dasar silikon. Dioda ini dikenal juga sebagai Voltage Regulation Diode yang bekerja pada daerah reverse (kuadran III).

Fungsi dari komponen ini biasanya dipakai untuk pengamanan rangkaian setelah tegangan Zener.

Dioda emisi cahaya (LED) adalah Solid State Lamp yang merupakan piranti elektronik gabungan antara elektronik dengan optik, sehingga dikategorikan pada keluarga "*Optoelectronic*". Ada tiga fungsi umum penggunaan LED, yaitu : sebagai lampu indikator, untuk transmisi sinyal cahaya yang dimodulasikan dalam suatu jarak tertentu, dan sebagai penggandeng rangkaian elektronik yang terisolir secara total.

Dioda cahaya ini bekerja pada daerah reverse, jadi hanya arus bocor saja yang melewatinya. Dalam keadaan gelap, arus yang mengalir sekitar 10 A untuk dioda cahaya dengan bahan dasar germanium dan 1A untuk bahan silikon.

Penggunaan dioda cahaya diantaranya adalah sebagai sensor dalam pembacaan pita data berlubang (Punch Tape), dimana pita berlubang tersebut terletak diantara sumber cahaya dan dioda cahaya. Sedangkan penggunaan lainnya adalah dalam alat pengukur kuat cahaya (Lux-Meter), dimana dalam keadaan gelap resistansi dioda cahaya ini tinggi sedangkan jika disinari cahaya akan berubah rendah. Selain itu banyak juga dioda cahaya ini digunakan sebagai sensor sistem pengamanan (*security*) misal dalam penggunaan alarm.

Dioda Varactor disebut juga sebagai dioda kapasitas yang sifatnya mempunyai kapasitas yang berubah-ubah jika diberikan tegangan. Dioda ini bekerja di daerah reverse mirip dioda Zener. Jika tegangan tegangannya semakin naik, kapasitasnya akan turun. Dioda varikap banyak digunakan pada pesawat penerima radio dan televisi di bagian pengaturan suara (Audio).

SCR singkatan dari Silicon Control Rectifier. Fungsi dioda ini sebagai pengendali. SCR atau Thyristor masih termasuk keluarga semikonduktor dengan karakteristik yang serupa dengan tabung thiratron. Sebagai pengendalinya adalah gate(G).SCR sering disebut Thyristor. Isi SCR terdiri dari PNPN (Positif Negatif Positif Negatif) dan biasanya disebut PNPN Trioda.

Dioda adalah komponen semikonduktor yang mengalirkan arus satu arah saja. Dioda terbuat dari germanium atau silikon atau yang lebih dikenal dengan *diode function*. Struktur dari diode ini sesuai dengan namanya adalah sambuangan

antara semikonduktor tipe P dan semikonduktor tipe N. Semikonduktor tipe P berperan sebagai anoda dan semikonduktor tipe N berperan sebagai katoda. Dengan struktur seperti ini arus hanya dapat mengalir dari sisi P ke sisi N (**Budiharto 2005**).

Dioda tipe dasar adalah adalah dioda sambungan pn, yang terdiri atas sambungan tipe p dan n yang dipisahkan oleh sambungan (*junction*) (**Widodo 2002**).

Penyearah adalah proses pengubahan arus bolak balik menjadi arus searah. Oleh karena dioda memungkinkan arus mengalir hanya pada satu arah, dioda digunakan sebagai penyearah (**Petruzella 2001**).

Katoda ada pada ujung depan dari segitiga. Komponen diode sering berbentuk silinder kecil dan biasanya diberi lingkaran pada katode untuk menunjukkan posisi garis dalam lambang (**Richard 2004**).

Dioda merupakan piranti dua terminal yang berperilaku sebagai sakelar, arus diperbolehkan mengalir pada satu arah dan dihalangi pada arah yang lain (**Smith 1992**).



Gambar 2.4 Dioda

3. Kapasitor

Kapasitor adalah komponen elektrik yang berfungsi menyimpan muatan listrik. Salah satu jenis kapasitor adalah kapasitor keping sejajar. Kapasitor ini terdiri atas dua buah keping metal sejajar yang dipisahkan oleh isolator yang disebut dielektrik. Bila kapasitor dihubungkan ke baterai, kapasitor terisi hingga beda potensial antara dua terminalnya sama dengan tegangan baterai. Jika baterai dicabut, muatan muatan listrik akan habis dalam waktu yang sangat lama,

terkecuali bila sebuah konduktor dihubungkan pada kedua terminal kapasitor **(Budiharto 2005)**.

Kapasitor ditemukan pertama kali oleh Michael Faraday (1791-1867). Satuan kapasitor disebut Farad (F) . Satu Farad = 9×10^{11} cm² yang artinya luas permukaan kepingan tersebut. Kapasitor disebut juga kondensator. Kata “kondensator” pertama kali disebut oleh Alessandro Volta seorang ilmuwan Italia pada tahun 1782 (dari bahasa Italia “*condensatore*”), yaitu kemampuan alat untuk menyimpan suatu muatan listrik.

Seperti halnya resistor, kapasitor juga tergolong ke dalam komponen pasif elektronika. 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 biasanya terbuat dari dua buah lempengan logam yang dipisahkan oleh suatu bahan dielektrik. Bahan-bahan dielektrik yang umumnya dikenal misalnya adalah ruang hampa udara, keramik, gelas, dan lain-lain. Jika kedua ujung pelat metal diberi tegangan listrik, maka muatan-muatan positif akan berkumpul pada ujung metal yang satu lagi. Muatan positif tidak dapat mengalir menuju ujung kutub negatif, dan sebaliknya muatan negatif tidak bisa menuju ke kutub positif, karena terpisah oleh bahan dielektrik yang non-konduktif. Muatan elektrik ini tersimpan selama tidak ada konduksi pada ujung-ujung kakinya.

Setiap komponen elektronika memiliki fungsi tersendiri, demikian pula dengan fungsi kapasitor. Berikut ini adalah fungsi kapasitor yang terdapat dalam sebuah rangkaian/sistem elektronika.

- a. Sebagai kopleng antara rangkaian yang satu dengan rangkaian yang lain (pada power supply).
- b. Sebagai filter/penyaring dalam rangkaian power supply.
- c. Sebagai frekuensi dalam rangkaian antena.
- d. Untuk menghemat daya listrik pada lampu neon.
- e. Menghilangkan bouncing (loncatan api) bila dipasang pada saklar
- f. Untuk menyimpan arus/tegangan listrik.

- g. Untuk arus DC berfungsi sebagai isolator/penahan arus listrik, sedangkan untuk arus AC berfungsi sebagai konduktor/melewatkan arus listrik.
- h. Perata tegangan DC pada pengubah AC to DC. Pembangkit gelombang AC atau oscilator, dan sebagainya.



Gambar 2.5 Kapasitor

4. Transistor

Transistor adalah komponen semi konduktor yang mempunyai tiga kaki atau lebih sehingga daya dapat diperkuat. Fungsi transistor sebagai penguat atau amplifiier dari sinyal listrik, tahanan variabel atau sebagai saklar (**Petruzella 2001**). Fungsi Transistor sangat berpengaruh besar di dalam kinerja rangkaian elektronika. Karena di dalam sirkuit elektronik, komponen transistor berfungsi sebagai jangkar rangkaian. Transistor adalah komponen semi konduktor yang memiliki 3 kaki elektroda, yaitu Basis (B), Colector (C) dan Emitor (E). Dengan adanya 3 kaki elektroda tersebut, tegangan atau arus yang mengalir pada satu kaki akan mengatur arus yang lebih besar untuk melalui 2 terminal lainnya.

Jika kita lihat dari susuan semi konduktor, Transistor dibedakan lagi menjadi 2 bagian, yaitu Transistor PNP dan Transistor NPN. Untuk dapat membedakan kedua jenis tersebut, dapat kita lihat dari bentuk arah panah yang terdapat pada kaki emitornya. Pada transistor PNP arah panah akan mengarah ke dalam, sedangkan pada transistor NPN arah panahnya akan mengarah ke luar. Saat ini transistor telah mengalami banyak perkembangan, karena sekarang ini transistor sudah dapat kita gunakan sebagai memory dan dapat memproses sebuah getaran listrik dalam dunia prosesor komputer.

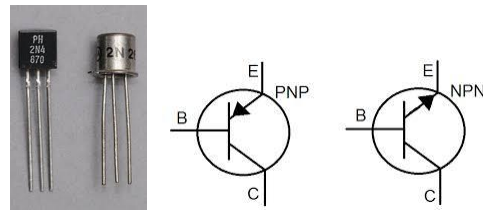
Dengan berkembangnya *fungsi transistor*, bentuk dari transistor juga telah banyak mengalami perubahan. Salah satunya telah berhasil diciptakan transistor dengan ukuran super kecil yang hanya dalam ukuran nano mikron (transistor yang sudah dikemas di dalam prosesor komputer). Karena bentuk jelajah tegangan kerja dan frekuensi yang sangat besar dan lebar, tidak heran komponen ini banyak digunakan didalam rangkaian elektornika. Contohnya adalah transistor pada rangkaian analog yang digunakan sebagai amplifler, switch, stabilitas tegangan dan lain sebagainya. Tidak hanya di rangkaian analog, pada rangkaian digital juga terdapat transistor yang berfungsi sebagai saklar karena memiliki kecepatan tinggi dan dapat memproses data dengan sangat akurat.

Cara Kerja Transistor juga tidak serumit seperti komponen lainnya, karena kemampuan yang dimiliki dapat berkembang secara berkala dan bentuk fisik yang dapat berubah-ubah membuat transistor menjadi pilihan utama pada rangkaian elektronik. Bahkan saat ini transistor sudah terintegrasi dan disatukan dari beberapa jenis transistor menjadi satu buah komponen yang lebih kompleks.

Fungsi Transistor Lainnya :

- a. Sebagai penguat amplifler.
- b. Sebagai pemutus dan penyambung (*switching*).
- c. Sebagai pengatur stabilitas tegangan.
- d. Sebagai peratas arus.
- e. Dapat menahan sebagian arus yang mengalir.
- f. Menguatkan arus dalam rangkaian.
- g. Sebagai pembangkit frekuensi rendah ataupun tinggi.

Transistor biasanya lebih banyak dibuat dari bahan silikon, ini yang dapat mengubah dari jenis N dan P. Tiga kaki yang berlainan membentuk transistor bipolar adalah emitor, basis, dan kolektor. Mereka dapat dikombinasikan menjadi jenis N-P-N atau P-N-P yang menjadi satu dari tiga kaki transistor (**Budiharto 2005**).



Gambar 2.6 Transistor

5. Resistor

Resistor adalah komponen listrik yang berfungsi memberikan hambatan terhadap aliran arus listrik. Setiap benda adalah resistor karena pada dasarnya tiap benda dapat memberikan hambatan listrik. Dalam rangkaian listrik dibutuhkan resistor dengan spesifikasi tertentu, seperti besar hambatan, arus maksimum yang boleh dilewatkan dan karakteristik hambatan terhadap suhu dan panas (**Budiharto 2005**).

Resistor merupakan komponen elektronika yang memang didesain memiliki dua kutub yang nantinya dapat digunakan untuk menahan arus listrik apabila di aliri tegangan listrik di antara kedua kutub tersebut. Resistor biasanya banyak digunakan sebagai bagian dari sirkuit elektronik. Tak cuma itu, komponen yang satu ini juga yang paling sering digunakan di antara komponen lainnya. Resistor adalah komponen yang terbuat dari bahan isolator yang didalamnya mengandung nilai tertentu sesuai dengan nilai hambatan yang diinginkan. Berdasarkan hukum Ohm, nilai tegangan terhadap resistansi berbanding dengan arus yang mengalir :

$$V = IR$$

$$I = \frac{V}{R}$$

Bentuk dari resistor sendiri saat ini ada bermacam-macam. Yang paling umum dan sering di temukan di pasaran adalah berbentuk bulat panjang dan terdapat beberapa lingkaran warna pada body resistor. Ada 4 lingkaran yang ada pada body resistor. Lingkaran warna tersebut berfungsi untuk menunjukkan nilai hambatan dari resistor.

Karakteristik utama resistor adalah resistansinya dan daya listrik yang dapat dihantarkan. Sementara itu, karakteristik lainnya adalah koefisien suhu, derau listrik (*noise*) dan induktansi. Resistor juga dapat kita integrasikan kedalam sirkuit hibrida dan papan sirkuit, bahkan bisa juga menggunakan sirkuit terpadu. Ukuran dan letak kaki resistor tergantung pada desain sirkuit itu sendiri, daya resistor yang dihasilkan juga harus sesuai dengan kebutuhan agar rangkaian tidak terbakar.

Kode Warna Resistor pertama kali diciptakan pada tahun 1920 yang kemudian dikembangkan oleh perkumpulan pabrik radio di Eropa dan Amerika RMA (*Radio Manufacturers Association*). Pada era 1957, kelompok ini sepakat untuk berganti nama menjadi EIA (*Electronic Industries Alliance*) dan menetapkan kode tersebut sebagai standar EIA-RS-279.



Gambar 2.7 Resistor

6. Mikrokoroller ATmega 8535

Mikrokontroler merupakan suatu terobasan teknologi mikroprosesor dan mikrokomputer yang merupakan teknologi semikonduktor dengan kandungan transistor yang lebih banyak namun hanya membutuhkan ruang yang sangat kecil, Lebih lanjut, mikrokontroler merupakan system computer yang mempunyai satu atau beberapa tugas yang sangat spesifik, berbeda dengan PC (*Personal Computer*) yang memiliki beragam fungsi.

Tidak seperti sistem komputer yang mampu menangani berbagai macam program aplikasi, mikrokontroler hanya bisa digunakan untuk suatu aplikasi tertentu saja, perbedaan lainnya terletak pada perbandingan RAM dan ROM. Pada sistem komputer perbandingan RAM dan ROM nya besar, artinya program-program pengguna disimpan dalam ruang RAM yang relative besar, sedangkan rutin-rutin antar muka perangkat keras disimpan dalam ruang ROM yang kecil,

Sedangkan pada mikrokontroler, perbandingan ROM dan RAM –nya yang besar, artinya program kontrol disimpan dalam ROM (biasanya *Masked ROM* atau *Flash PEROM*) yang ukurannya relatif lebih besar, sedangkan RAM digunakan sebagai tempat penyimpanan sementara, termasuk register-register yang digunakan pada mikrokontroler yang bersangkutan.

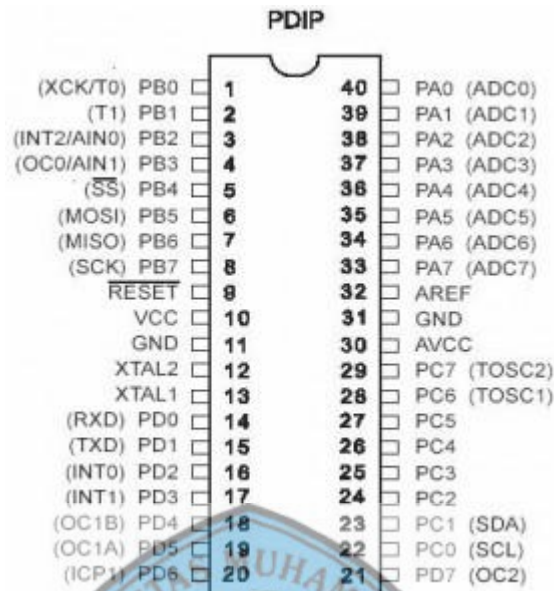
Mikrokontroler merupakan keseluruhan sistem komputer yang dikemas menjadi sebuah *chip* di mana didalamnya sudah terdapat Mikroprosesor, I/O, Memori bahkan ADC, berbeda dengan Mikroprosesor yang berfungsi sebagai pemroses data (Heryanto, dkk, 2008:1).

Mikrokontroler AVR (*Alf and Vegard's Risc processor*) memiliki arsitektur 8 bit, dimana semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 siklus *clock* atau dikenal dengan teknologi RISC (*Reduced Instruction Set Computing*). Secara umum, AVR dapat dikelompokkan ke dalam 4 kelas, yaitu keluarga AT90Sxx, keluarga ATmega dan AT86RFxx. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing adalah kapasitas memori, *peripheral* dan fungsinya (Heryanto, dkk, 2008:1). Dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan, mereka bisa dikatakan hampir sama. Berikut ini gambar Mikrokontroler Atmega8535.



Gambar 2.8 Mikrokontroler ATMEGA8535

a. Konfigurasi Pin ATmega8535



Gambar 2.9 konfigurasi pin AT8535

Secara umum konfigurasi dan fungsi pin ATmega8535 dapat dijelaskan sebagai berikut.

1. Pin 1 – pin 8 merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu Timer/Counter, komparator analog, dan SPI.
2. Pin 9 merupakan pin yang digunakan untuk mereset mikrokontroler.
3. Pin 10 merupakan pin yang berfungsi sebagai pin masukan catu daya.
4. Pin 11 merupakan pin ground.
5. Pin 12 dan pin 13 merupakan pin masukan clock eksternal.
6. Pin 14 – pin 21 merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu komparator analog, interupsi eksternal, dan komunikasi serial.

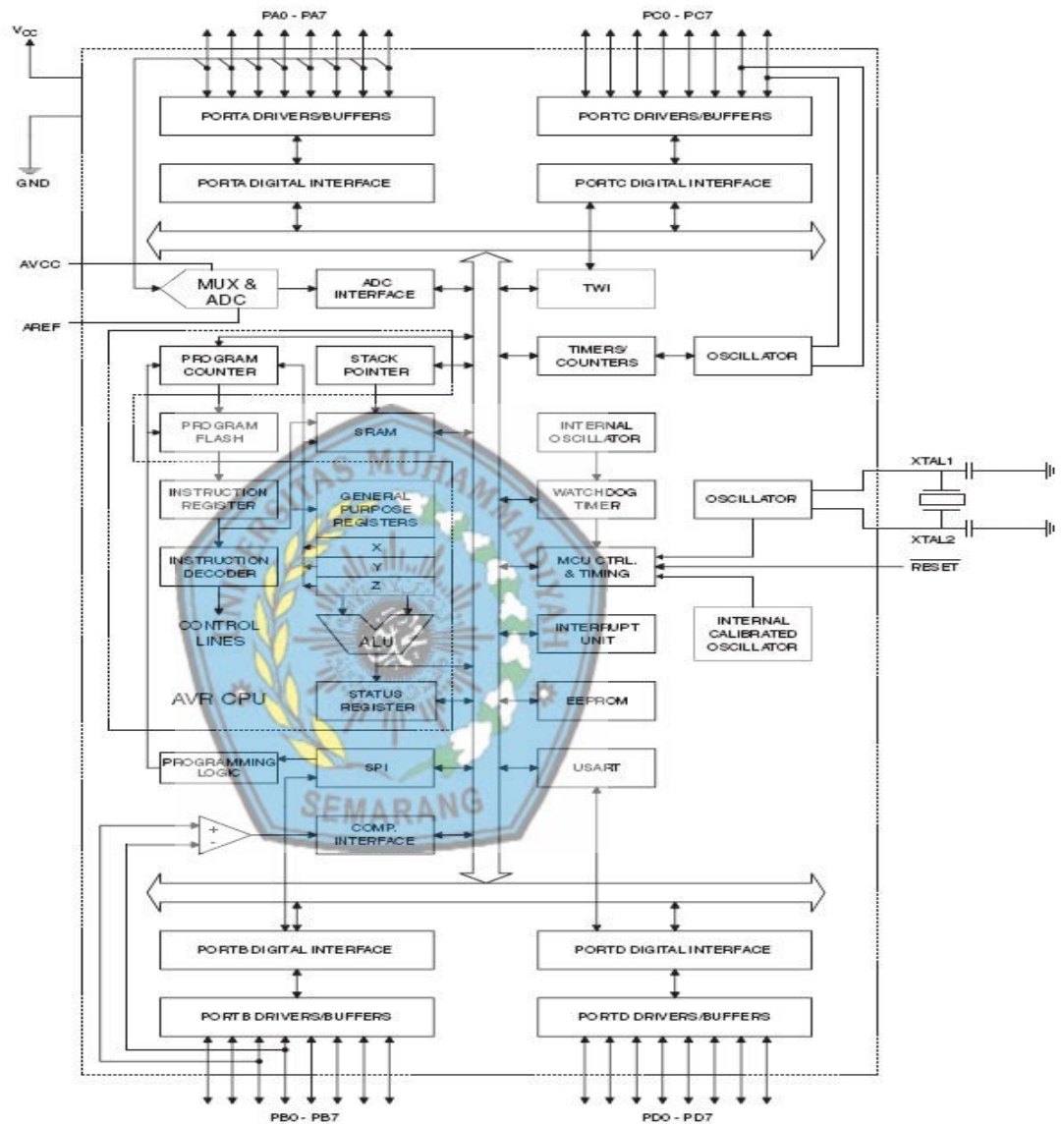
7. Pin 22 – pin 29 merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu TWI, komparator analog, dan Timer Oscilator.
8. Pin 30 merupakan pin masukan tegangan untuk ADC.
9. Pin 31 merupakan pin ground.
10. Pin 32 merupakan pin masukan tegangan referensi ADC.
11. Pin 33 – pin 40 merupakan masukan pin I/O dua arah dan pin masukan AD

Adapun kapabilitas detail dari ATmega8535 adalah sebagai berikut,

1. Sistem mikroprosesor 8 bit berbasis *RISC* dengan kecepatan maksimal 16 MHz.
2. Kapabilitas memori *flash* 8 KB, *SRAM* sebesar 512 byte, dan *EEPROM* (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memori*) sebesar 512 byte.
3. *ADC* internal dengan fidelitas 10 bit sebanyak 8 *channel*.
4. Portal komunikasi serial (*USART*) dengan kecepatan maksimal 2,5 Mbps.
5. Enam pilihan mode *sleep* untuk menghemat penggunaan daya listrik.

b. Arsitektur ATmega8535

Blok-Diagram



Gambar 2.10 Blok diagram AT8535

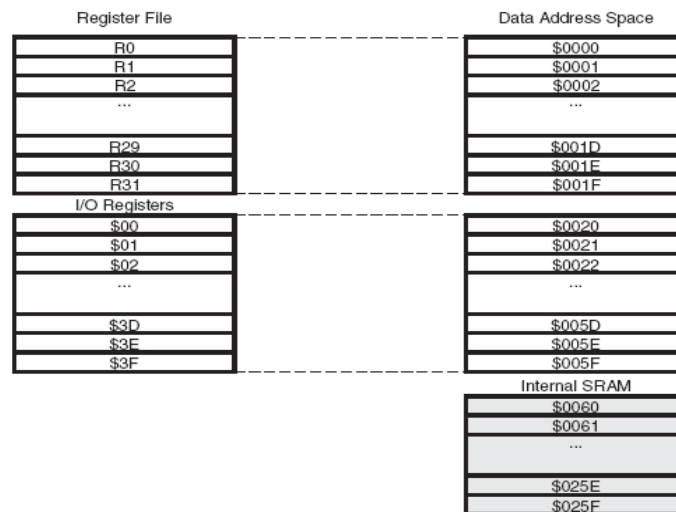
Dari gambar blok diagram tersebut dapat dilihat bahwa ATmega8535 memiliki bagian-bagian sebagai berikut :

1. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu *Port A*, *Port B*, *Port C* dan *Port D*.

2. ADC 8 *channel* 10 bit.
3. Tiga buah *Timer/Counter* dengan kemampuan pembanding.
4. CPU yang terdiri atas 32 buah *register*.
5. *Watchdog timer* dengan osilator *internal*.
6. SRAM sebesar 512 byte.
7. Memori *Flash* sebesar 8 KB dengan kemampuan *Read While Write*.
8. *Interrupt internal* dan *eksternal*
9. *Port* antarmuka SPI (*Serial Peripheral Interface*).
10. EEPROM sebesar 512 byte yang dapat diprogram saat operasi.
11. Antarmuka komparator analog.
12. *Port* USART untuk komunikasi serial

c. Struktur Memory ATmega8535

ATmega8535 memiliki ruang pengamatan memori data dan memori program yang terpisah. Memori data terbagi menjadi 3 bagian, yaitu 32 buah register umum, 64 buah register I/O, dan 512 byte SRAM Internal.



Gambar 2.11 Konfigurasi Memori Data ATmega 8535

Memori program yang terletak dalam flash PEROM tersusun dalam word atau 2 byte karena setiap instruksi memiliki lebar 16-bit atau 32-bit. ATmega8535 memiliki 4Kb x 16-bit Flash PEROM dengan alamat mulai dari \$000 sampai \$FFF. AVR tersebut memiliki 12-bit Program Counter (PC) sehingga mampu mengalami isi Flash.



Gambar 2.12 Memori Program ATmega8535

7. LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD (*Liquid Crystal Display* atau dapat di bahasa Indonesia-kan sebagai tampilan Kristal Cair) adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan

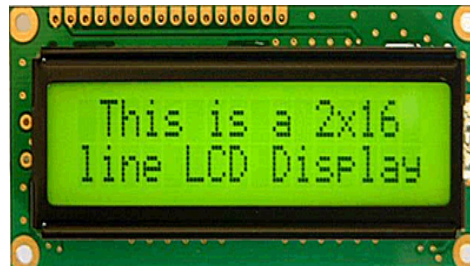
kristal cair sebagai penampil utama. LCD bisa memunculkan gambar atau tulisan dikarenakan terdapat banyak sekali titik cahaya (piksel) yang terdiri dari satu buah kristal cair sebagai sebuah titik cahaya. Walau disebut sebagai titik cahaya, namun kristal cair ini tidak memancarkan cahaya sendiri. Sumber cahaya di dalam sebuah perangkat LCD adalah lampu neon berwarna putih di bagian belakang susunan kristal cair tadi. Titik cahaya yang jumlahnya puluhan ribu bahkan jutaan inilah yang membentuk tampilan citra. Kutub kristal cair yang dilewati arus listrik akan berubah karena pengaruh polarisasi medan magnetik yang timbul dan oleh karenanya akan hanya membiarkan beberapa warna diteruskan sedangkan warna lainnya tersaring.

Dalam menampilkan karakter untuk membantu menginformasikan proses dan control yang terjadi dalam suatu program robot kita sering menggunakan LCD juga. adalah LCD dengan banyak karakter 16x2.

Bila kita beli di pasaran, LCD 16x2 masih kosong, maksudnya kosong yaitu butuh driver lagi supaya bisa dikoneksikan dengan sistem minimum dalam suatu mikrokontroler. Driver yang disebutkan berisi rangkaian pengaman, pengatur tingkat kecerahan maupun data, serta untuk mempermudah pemasangan di mikrokontroler.

Modul LCD memiliki karakteristik sebagai berikut:

- a. Terdapat 16 x 2 karakter huruf yang bisa ditampilkan.
- b. Setiap huruf terdiri dari 5x7 dot-matrix cursor.
- c. Terdapat 192 macam karakter.
- d. Terdapat 80 x 8 bit display RAM (maksimal 80 karakter).
- e. Memiliki kemampuan penulisan dengan 8 bit maupun dengan 4 bit.
- f. Dibangun dengan osilator lokal.
- g. Satu sumber tegangan 5 volt.
- h. Otomatis reset saat tegangan dihidupkan.
- i. Bekerja pada suhu 0°C sampai 55°C.

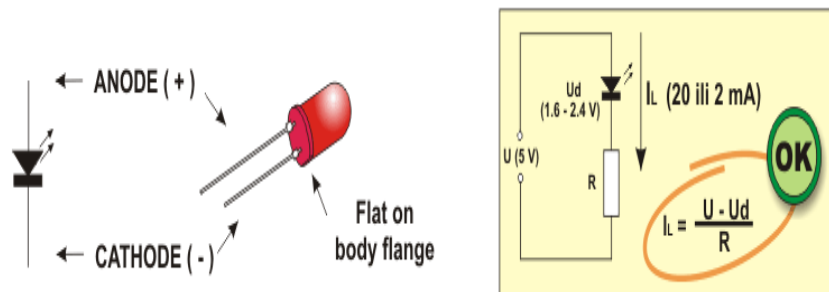


Gambar 2.13 LCD (Liquid Crystal Display)

9. Lampu LED (*Ligth-Emitting Diode*)

LED merupakan singkatan dari *Ligth-Emitting Diode* dalam bahasa Inggris, artinya kurang lebih dioda pancaran cahaya. Jadi LED dapat kita definisikan sebagai suatu komponen elektronika yang terbuat dari bahan semikonduktor dan dapat memancarkan cahaya apabila arus listrik melewatinya. Lampu LED mempunyai dua kaki/kutub Anode dan Katode, LED lebih efisien ketimbang lampu pijar biasa pada umumnya. Dalam sebuah rangkaian elektronika LED disimbolkan dengan huruf D, sama seperti Diode Led (Ligth-Emitting Diode) memiliki fungsi utama dalam dunia elektronika sebagai indikator atau sinyal indikator/lampu indikator. Contohnya dapat kita jumpai pada rangkaian-rangkaian elektronika led digunakan sebagai indikator ON/OFF.

LED beserta simbolnya, untuk menentukan kaki-kaki pada LED yang terdiri dari Anoda(anode) dan Katoda(katode) dapat dilihat dari fisiknya, Kaki yang lebih panjang adalah kaki katoda kaki ini juga sebagai kutub (+). Jika pemasangan LED pada rangkaian elektronika kaki-kaki LED terbalik maka hasilnya pasti tidak akan menyala.



Gambar 2.14 Lampu LED (*Ligth-Emitting Diode*)

10. Papan PCB (*Printed Circuit Board*)

PCB atau *printed circuit board* yang artinya adalah papan sirkuit cetak, merupakan sebuah papan tipis yang terbuat dari sejenis fiber sebagai media isolasinya, yang digunakan untuk meletakkan komponen elektronika, yang di pasang dan di rangkai, di mana salah satu sisinya dilapisi tembaga untuk menyolder kaki kaki komponen. PCB atau Printed Circuit Board juga memiliki jalur-jalur konduktor yang terbuat dari tembaga dan berfungsi untuk menghubungkan antara satu komponen dengan komponen lainnya.

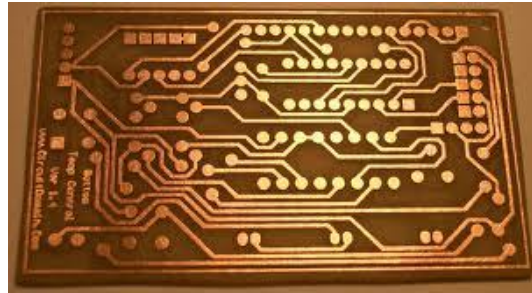
Ketebalan tembaga pada *PCB atau Printed Circuit Board* bermacam macam, ada yang 35 micrometer ada juga yang 17-18 micrometer. Bahan lainnya adalah *paper phenolic* atau *pertinax*, biasanya berwarna coklat, bahan jenis ini lebih populer karena harganya yang lebih murah. Ada juga yang dibuat dari bahan *fiberglass* yang di pakai untuk *Through hole plating*, karena materialnya lebih kuat dan tidak mudah bengkok di bandingkan yang berbahan *pertinax*.

PCB atau Printed Circuit Board ini memiliki beberapa macam sesuai dengan fungsinya, yaitu satu sisi (biasa digunakan pada rangkaian elektronika seperti radio, TV, dll), dua sisi (dapat digunakan untuk menghubungkan komponen di kedua sisinya) dan multi side (bagian PCB luar maupun dalam digunakan sebagai media penghantar, misalnya pada rangkaian-rangkaian PC).

Dalam pembuatannya, banyak cara yang dapat dilakukan, baik secara manual atau konvensional hingga menggunakan software sebagai alat bantu, yaitu :

1. Teknik Fotoresist, pada proses ini dibutuhkan beberapa alat dan bahan yaitu : Lampu UV, Larutan Positif-20 dan larutan NaOH.
2. Teknik Sablon, teknik ini hampir sama dengan sablon biasa dimana dibutuhkan bahan-bahan seperti kasa-screen, tiner sablon, cat dan lain-lain.
3. Cetak Langsung, pada proses ini digunakan teknik khusus untuk menyalin layout yaitu digunakan mesin printer khusus yang telah dimodifikasi
4. Teknik Transfer Paper, teknik ini merupakan cara yang paling murah dan mudah

Selain keempat cara diatas, ada juga cara pembuatan dengan menggunakan software, dimana pertama-tama si perancang elektronik akan membuat atau mendesainnya terlebih dahulu di komputer. Hal ini dapat mempermudah atau mengurangi tingkat kesalahan, karena ketika ditemukan kesalahan, si perancang akan mengedit dan membetulkan desainnya sebelum dicetak.

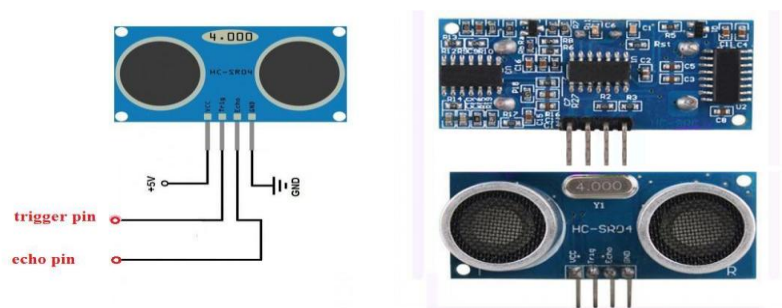


Gambar 2.15 Papan PCB (Printed Circuit Board)

11. Sensor Ultrasonic HCSR-04

Ultrasonik sebutan untuk jenis suara diatas batas yang bisa didengar oleh manusia. Jenis suara ini dapat didengar oleh beberapa binatang seperti kelelawar dan lumba-lumba, dan digunakan sebagai pengindera untuk penanda benda yang ada di depannya (*Soebhakti, 2008*).

Sensor ultrasonik adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara dan digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek tertentu di depannya, frekuensi kerjanya pada daerah diatas gelombang suara dari 40 KHz hingga 400 KHz.



Gambar 2.16 sensor ultrasonic HC SR-04

Sensor ultrasonik terdiri dari dari dua unit, yaitu unit pemancar dan unit penerima. Struktur unit pemancar dan penerima sangatlah sederhana, sebuah kristal piezoelectric dihubungkan dengan mekanik jangkar dan hanya dihubungkan dengan diafragma penggetar. Tegangan bolak-balik yang memiliki frekuensi kerja 40 KHz hingga 400 KHz diberikan pada plat logam. Struktur atom dari kristal *piezoelectric* akan berkontraksi (mengikat), mengembang atau menyusut terhadap polaritas tegangan yang diberikan, dan ini disebut dengan efek *piezoelectric*. Kontraksi yang terjadi diteruskan ke diafragma penggetar sehingga terjadi gelombang ultrasonik yang dipancarkan ke udara dan pantulan gelombang ultrasonik akan terjadi bila ada objek tertentu, dan pantulan gelombang ultrasonik akan diterima kembali oleh oleh unit sensor penerima. Selanjutnya unit sensor penerima akan menyebabkan diafragma penggetar akan bergetar dan efek *piezoelectric* menghasilkan sebuah tegangan bolak-balik dengan frekuensi yang sama.

HC-SR04 memiliki kinerja yang baik dalam mendeteksi jarak, dengan tingkat akurasi yang tinggi serta deteksi yang stabil. Penggunaannya pun sangat mudah, misalnya pada AVR cukup hubungkan keluaran dari modul sensor ini dengan pin masukan digital dari papan pengembang ini. Hitung waktu antara saat pengiriman signal dengan saat signal pantulan diterima, bagi dengan dua kali kecepatan suara, maka jarak yang terdeteksi akan segera didapatkan.

Spesifikasi Sensor HC-SR04

- a. Catu Daya: 5V DC
- b. Arus pada moda siaga: < 2mA
- c. Konsumsi arus saat deteksi: 15 mA
- d. Lebar sudut deteksi: $\pm 15^\circ$
- e. Jarak deteksi: akurat hingga 1 meter, dapat mendeteksi (namun kurang presisi) hingga jarak 4 meter
- f. Resolusi : 3 mm (perhitungan dari faktor kecepatan rambat suara dan kecepatan MCU pada 16 MHz)
- g. Dimensi: 45 x 20 x 15 mm

12. Optocoupler

Optocoupler adalah suatu piranti yang terdiri dari 2 bagian yaitu transmitter dan receiver, yaitu antara bagian cahaya dengan bagian deteksi sumber cahaya terpisah. Biasanya optocoupler digunakan sebagai saklar elektrik, yang bekerja secara otomatis. Pada dasarnya Optocoupler adalah suatu komponen penghubung (coupling) yang bekerja berdasarkan picu cahaya optic. Optocoupler terdiri dari dua bagian yaitu:

1. Pada transmitter dibangun dari sebuah LED infra merah. Jika dibandingkan dengan menggunakan LED biasa, LED infra merah memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap sinyal tampak. Cahaya yang dipancarkan oleh LED infra merah tidak terlihat oleh mata telanjang.
2. Pada bagian receiver dibangun dengan dasar komponen Photodiode. Photodiode merupakan suatu transistor yang peka terhadap tenaga cahaya. Suatu sumber cahaya menghasilkan energi panas, begitu pula dengan spektrum infra merah. Karena spektrum inframerah mempunyai efek panas yang lebih besar dari cahaya tampak, maka Photodiode lebih peka untuk menangkap radiasi dari sinar infra merah.

Oleh karena itu Optocoupler dapat dikatakan sebagai gabungan dari LED infra merah dengan fototransistor yang terbungkus menjadi satu chips. Cahaya inframerah termasuk dalam gelombang elektromagnetik yang tidak tampak oleh mata telanjang. Sinar ini tidak tampak oleh mata karena mempunyai panjang gelombang ,berkas cahaya yang terlalu panjang bagi tanggapan mata manusia. Sinar infra merah mempunyai daerah frekuensi 1×10^{12} Hz sampai dengan 1×10^{14} GHz atau daerah frekuensi dengan panjang gelombang $1\mu\text{m} - 1\text{mm}$.

LED infra merah ini merupakan komponen elektronika yang memancarkan cahaya infra merah dengan konsumsi daya sangat kecil. Jika diberi bias maju, LED infra merah yang terdapat pada optocoupler akan mengeluarkan panjang gelombang sekitar 0,9 mikrometer.

Proses terjadinya pancaran cahaya pada LED inframerah dalam optocoupler adalah sebagai berikut. Saat dioda menghantarkan arus, elektron lepas dari ikatannya karena memerlukan tenaga dari catu daya listrik. Setelah elektron

lepas, banyak elektron yang bergabung dengan lubang yang ada di sekitarnya (memasuki lubang lain yang kosong). Pada saat masuk lubang yang lain, elektron melepaskan tenaga yang akan diradiasikan dalam bentuk cahaya, sehingga dioda akan menyala atau memancarkan cahaya pada saat dilewati arus. Cahaya infra merah yang terdapat pada optocoupler tidak perlu lensa untuk memfokuskan cahaya karena dalam satu chip mempunyai jarak yang dekat dengan penerimanya. Pada optocoupler yang bertugas sebagai penerima cahaya infra merah adalah fototransistor. Fototransistor merupakan komponen elektronika yang berfungsi sebagai detektor cahaya infra merah. Detektor cahaya ini mengubah efek cahaya menjadi sinyal listrik, oleh sebab itu fototransistor termasuk dalam golongan detektor optik.

Fototransistor memiliki sambungan kolektor–basis yang besar dengan cahaya infra merah, karena cahaya ini dapat membangkitkan pasangan lubang elektron. Dengan diberi bias maju, cahaya yang masuk akan menimbulkan arus pada kolektor.

Fototransistor memiliki bahan utama yaitu germanium atau silikon yang sama dengan bahan pembuat transistor. Tipe fototransistor juga sama dengan transistor pada umumnya yaitu PNP dan NPN. Perbedaan transistor dengan fototransistor hanya terletak pada dindingnya yang memungkinkan cahaya infra merah mengaktifkan daerah basis, sedangkan transistor biasa ditempatkan pada dinding logam yang tertutup.

Ditinjau dari penggunaannya, fisik optocoupler dapat berbentuk bermacam macam. Bila hanya digunakan untuk mengisolasi level tegangan atau data pada sisi transmitter dan sisi receiver, maka optocoupler ini biasanya dibuat dalam bentuk solid (tidak ada ruang antara LED dan Photodiode). Sehingga sinyal listrik yang ada pada input dan output akan terisolasi. Dengan kata lain optocoupler ini digunakan sebagai optoisolator jenis IC.

Prinsip kerja dari optocoupler adalah :

- a. Jika antara Photodiode dan LED terhalang maka Photodiode tersebut akan off sehingga output dari kolektor akan berlogika high.

b. Sebaliknya jika antara Photodiode dan LED tidak terhalang maka Photodiode dan LED tidak terhalang maka Photodiode tersebut akan on sehingga outputnya akan berlogika low.

Sebagai piranti elektronika yang berfungsi sebagai pemisah antara rangkaian power dengan rangkaian control. Komponen ini merupakan salah satu jenis komponen yang memanfaatkan sinar sebagai pemicu on/off-nya. Opto berarti optic dan coupler berarti pemicu. Sehingga bisa diartikan bahwa optocoupler merupakan suatu komponen yang bekerja berdasarkan picu cahaya optic opto-coupler termasuk dalam sensor, dimana terdiri dari dua bagian yaitu transmitter dan receiver. Dasar rangkaian dapat ditunjukkan seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar 2.17 Optocoupler

Sebagai pemancar atau transmitter dibangun dari sebuah led infra merah untuk mendapatkan ketahanan yang lebih baik daripada menggunakan led biasa. Sensor ini bisa digunakan sebagai isolator dari rangkaian tegangan rendah kerangkaian tegangan tinggi. Selain itu juga bisa dipakai sebagai pendeteksi adanya penghalang antara transmitter dan receiver dengan memberi ruang uji dibagian tengah antara led dengan photo transistor. Penggunaan ini bisa diterapkan untuk mendeteksi putaran motor atau mendeteksi lubang penanda disket pada disk drive computer. Tapi pada alat yang penulis buat optocoupler untuk mendeteksi putaran.

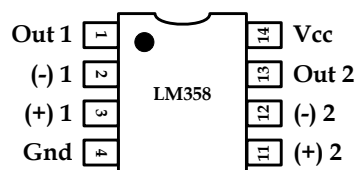
Penggunaan dari optocoupler tergantung dari kebutuhannya. Ada berbagai macam bentuk, jenis, dan type. Seperti MOC 3040 atau 3020, 4N25 atau 4N33 dan

sebagainya. Pada umumnya semua jenis optocoupler pada lembar datanya mampu dibebani tegangan sampai 7500 Volt tanpa terjadi kerusakan atau kebocoran. Biasanya dipasaran optocoupler tersedianya dengan type 4NXX atau MOC XXXX dengan X adalah angka part valuenya. Untuk type 4N25 ini mempunyai tegangan isolasi sebesar 2500 Volt dengan kemampuan maksimal led dialiri arus forward sebesar 80 mA. Namun besarnya arus led yang digunakan berkisar antara 15mA - 30 mA dan untuk menghubungkan-nya dengan tegangan +5 Volt diperlukan tahanan sekitar 1K ohm.

13. IC LM358

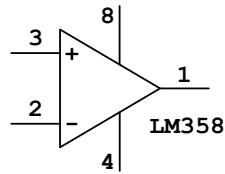
Op-mp LM358 merupakan seri penguat operasional yang simple karena hanya memiliki kaki-kaki yang merupakan syarat minimal penggunaan op-amp, berbeda dengan op-amp lain yang memiliki kaki-kaki offset. Tentu saja kelebihan ini akan membawa kekurangan untuk aplikasi yang lain yang memerlukan kaki offset.

LM358 memiliki dua op-amp didalamnya dengan total delapan kaki, dua kaki sebagai jalur tegangan yaitu kaki 8 dan kaki 4, yang dapat digunakan dalam polaritas (+ dan -) atau (+ dan ground). Op-amp 1 menempati kaki 1, 2 dan 3. Sedangkan op-amp 2 menempati kaki 14, 13 dan 12. Kaki bertanda (+) merupakan masukan tak membalik dan kaki bertanda (-) untuk masukan membalik. Kaki yang berada pada ujung segitiga merupakan keluaran op-amp. Konfigurasi kaki-kaki op-amp sebagai berikut:



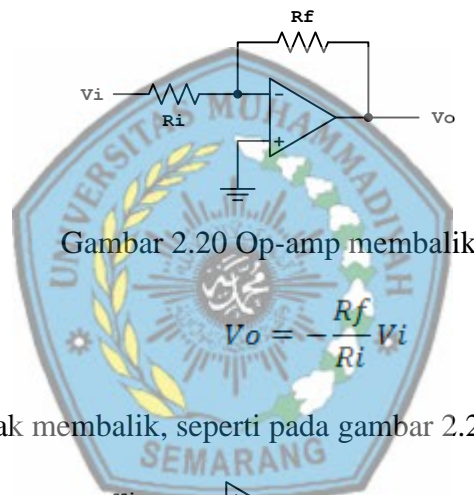
Gambar 2.18 Konfigurasi kaki LM358

Simbol elektronik untuk op-amp LM358 adalah sebagai berikut:



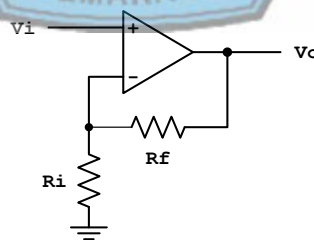
Gambar 2.19. Simbol elektronis LM358

Op-amp dapat dikonfigurasi dalam mode membalik dan tak membalik. Mode membalik akan menghasilkan keluaran yang berbeda fasa 180° terhadap fasa masukan. Sedangkan mode tak membalik tidak merubah fasa masukan. Mode membalik diperlihatkan gambar 2.20



Gambar 2.20 Op-amp membalik

Pada mode tak membalik, seperti pada gambar 2.21



Gambar 2.21 Op-amp tak membalik