

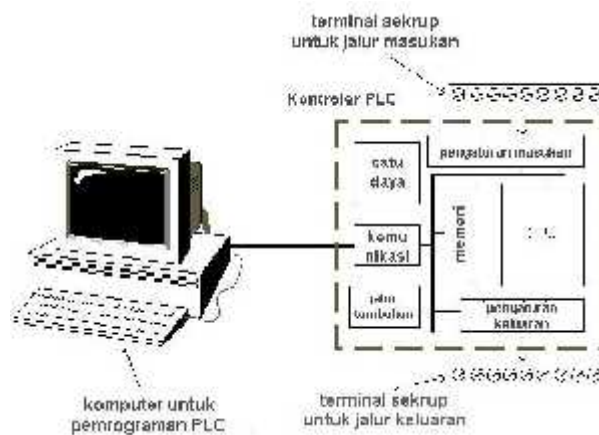
BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Programmable Logic Control (PLC)*

PLC pada dasarnya merupakan kontrol khusus yang dirancang untuk mengontrol suatu proses atau mesin. Proses yang dikontrol dapat berupa variable secara kontinyu atau hanya melibatkan control dua keadaan (on/off). Pada dasarnya PLC terdiri dari lima komponen, yaitu:

1. CPU
2. Unit Catu Daya
3. Perangkat Pemrograman
4. Unit Memori
5. Bagian I/O

Secara umum PLC memiliki bagian-bagian yang sama dengan komputer maupun mikrokontroler, yaitu CPU, Memori dan I/O. Susunan komponen PLC dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut.



Gambar 2.1 Susunan Komponen *Programmable Logic Controller*

(Sumber : P CAHYA - 2012 - eprints.uny.ac.id)

a. Unit Pengolah Pusat atau Central Processing Unit (CPU)

Unit pengolah pusat atau CPU merupakan otak dari sebuah kontroler PLC. CPU itu sendiri biasanya merupakan sebuah mikrokontroler (versi mini mikrokomputer lengkap).

b. Memori

Memori sistem digunakan oleh PLC untuk sistem kontrol proses. Selain berfungsi untuk menyimpan sistem operasi juga digunakan untuk menyimpan program yang harus dijalankan, dalam bentuk biner, hasil terjemahan diagram tangga yang dibuat oleh pengguna atau pemrogram.

c. Pemrograman PLC

Kontroler PLC dapat diprogram melalui komputer dan dapat juga diprogram melalui pemrograman manual yang biasa disebut konsol (console). Untuk keperluan ini dibutuhkan perangkat lunak, yang biasanya juga tergantung pada produk PLC-nya.

d. Catu Daya PLC

Catu daya listrik digunakan untuk memberikan pasokan catu daya ke seluruh bagian PLC (termasuk CPU, memori, dan lain-lain). Kebanyakan PLC bekerja dengan catu daya 24 VDC atau 220 VAC. Beberapa PLC besar catu dayanya terpisah, sedangkan yang medium atau kecil catu dayanya sudah menyatu.

e. Masukan-masukan PLC

Kecerdasan sebuah sistem terotomasi sangat tergantung pada kemampuan sebuah PLC dalam membaca sinyal dari berbagai macam jenis sensor dan piranti-piranti masukan lainnya.

f. Pengaturan atau Antarmuka Masukan

Antarmuka masukan berada diantara jalur masukan yang sesungguhnya dengan unit CPU. Tujuannya adalah melindungi CPU dari sinyal-sinyal yang tidak dikehendaki yang bisa merusak CPU itu sendiri. Modul antarmuka masukan ini berfungsi untuk mengkonversi atau mengubah sinyal-sinyal masukan dari luar ke sinyal-sinyal yang sesuai dengan tegangan kerja CPU yang bersangkutan.

g. Keluaran-Keluaran PLC

Sistem terotomasi tidak lengkap tanpa adanya fasilitas keluaran atau fasilitas untuk menghubungkan dengan alat-alat eksternal (yang

dikendalikan). Beberapa alat atau piranti yang banyak digunakan adalah motor, solenoida, relai, lampu indikator, speaker, alarm dan lain sebagainya.

h. Pengaturan atau Antarmuka Keluaran

Sebagaimana pada antarmuka masukan, keluaran juga membutuhkan antarmuka yang sama yang digunakan untuk memberikan perlindungan antara CPU dengan peralatan eksternal.

i. Jalur Ekstensi atau Tambahan

PLC umumnya memiliki jumlah masukan dan keluaran yang terbatas. Jika diinginkan, jumlah ini dapat ditambahkan menggunakan sebuah modul keluaran dan masukan tambahan (*I/O expansion* atau *I/O extension module*).

2.1.1 Fungsi *Progammable Logic Control* (PLC)

Fungsi dan kegunaan dari PLC dapat dikatakan hampir tidak terbatas (Afgianto 2004). Tapi dalam prakteknya dapat dibagi secara umum dan khusus. Secara umum fungsi dari PLC adalah sebagai berikut :

a. Kontrol Sekuensial.

PLC memproses input sinyal biner menjadi output yang digunakan untuk keperluan pemrosesan teknik secara berurutan (sekuensial), PLC menjaga agar semua step/langkah dalam proses sekuensial berlangsung dalam urutan yang tepat.

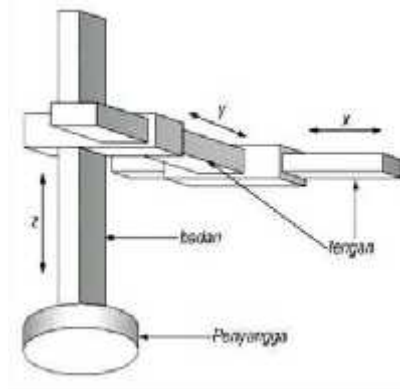
b. Monitoring Plant.

PLC secara terus menerus memonitor suatu sistem (misalnya temperatur, tekanan, tingkat ketinggian) dan mengambil tindakan yang diperlukan sehubungan dengan proses yang dikontrol (misalnya nilai sudah melebihi batas) atau menampilkan pesan tersebut ke operator.

2.2 Robot Manipulator (Lengan Robot)

Robot Manipulator (Lengan Robot) adalah salah satu jenis Robot Industri yang banyak digunakan sebagai pemindah barang atau objek. Robot Manipulator diklasifikasikan dalam beberapa jenis diantaranya adalah sebagai berikut:

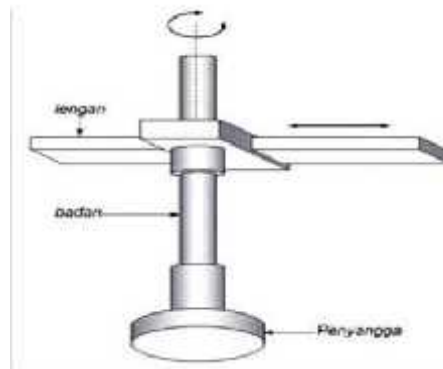
1. Robot *Cartesian*, Struktur Robot ini terdiri dari tiga sumbu linier (*prismatic*). Masing-masing sumbu dapat bergerak ke area sumbu x-y-z. Keuntungan robot ini adalah pengontrolan posisi yang mudah dan mempunyai struktur yang lebih kokoh. Gambar 2.2 menunjukkan struktur dari robot *Cartesian*.



Gambar 2.2 Struktur Robot *Cartesian*

(Sumber : S Riadi - 2014 - eprints.polsri.ac.id)

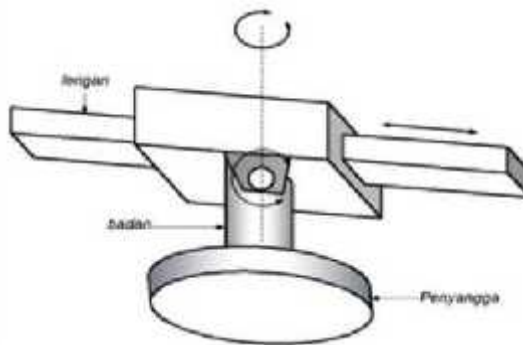
2. Robot Silindris, Struktur dasar dari robot silindris adalah terdiri dari *Horizontal Arm* dan *Vertical Arm* yang dapat berputar pada *base* landasannya. Jika dibandingkan dengan robot *cartesian*, robot silindris mempunyai kecepatan gerak lebih tinggi dari *end effectornya*, tapi kecepatan tersebut tergantung momen inersia dari beban yang dibawanya. Konfigurasi silindris mempunyai kemampuan jangkauan berbentuk ruang silinder yang lebih baik, meskipun sudut ujung lengan terhadap garis penyangga tetap. Konfigurasi ini banyak diadopsi untuk sistem *gantry* atau *crane* karena strukturnya yang kokoh untuk tugas mengangkat beban. Gambar 2.3 menunjukkan struktur robot Silindris.



Gambar 2.3 Struktur Robot Silindris

(Sumber : S Riadi - 2014 - eprints.polsri.ac.id)

3. Robot *Spheris* (Polar), Konfigurasi struktur robot ini mirip dengan sebuah tank dimana terdiri atas *Rotary Base*, *Elevated Pivot*, dan *Telescopic Arm*. Keuntungan dari robot jenis ini adalah fleksibilitas mekanik yang lebih baik. Gambar 2.4 menunjukkan struktur robot *spheris*.



Gambar 2.4 Struktur Robot *Spheris*

(Sumber : S Riadi - 2014 - eprints.polsri.ac.id)

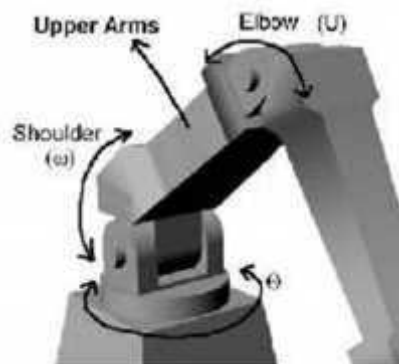
4. *Selective Compliant Assembly Robot Arm* (SCARA) Pada SCARA persendian putar lengannya berotasi pada sumbu vertikalnya. Pemakaiannya meluas untuk pengoperasian perakitan khususnya pada bidang elektronika. Struktur robot SCARA diperlihatkan pada gambar 2.5 berikut.



Gambar 2.5 Struktur Robot SCARA

(Sumber : H Sarifudin - POROS TEKNIK, 2011 - ejurnal.poliban.ac.id)

5. Robot *Artikulasi* / Konfigurasi Sendi Lengan, robot ini terdiri dari tiga lengan yang dihubungkan dengan dua *Revolute Joint*. *Elbow Joint* menghubungkan *Force Arm* dengan *Upper Arm*. *Shoulder Joint* menghubungkan *Upper Arm* dengan *Base*. Struktur robot artikulasi ini dapat dilihat pada gambar 2.6



Gambar 2.6 Struktur Robot *Artikulasi*

(Sumber : H Sarifudin - POROS TEKNIK, 2011 - ejurnal.poliban.ac.id)

2.2.1 Bagian-Bagian Lengan Robot

Secara keseluruhan sebuah sistem lengan robot manipulator terdiri dari :

1. Tangan Mekanik (*Mechanical arm*)

Adalah bagian dasar dari konstruksi lengan robot untuk dapat membentuk lengan robot sesuai kebutuhan dan merupakan bagian yang dikendalikan pergerakannya

2. *End-Effector*

Kemampuan robot juga tergantung pada piranti yang dipasang pada lengan robot. Piranti ini biasanya dikenal dengan end effector. end effector ada dua jenis yaitu Pencengkram (*gripper*) yang digunakan untuk memegang dan menahan objek, peralatan (*tool*) yang digunakan untuk melakukan operasi tertentu pada suatu objek. Contohnya: bor, penyemprot cat, gerinda, las dan sebagainya.

3. Penggerak (*Actuator*)

Istilah yang digunakan untuk mekanisme yang menggerakkan lengan robot. Aktuator dapat berupa hidrolis dan pneumatik yang digunakan untuk mengendalikan persendian prismatic karena dapat menghasilkan gerakan linier secara langsung (sering disebut dengan penggerak linier) atau pula aktuator motor listrik yang menghasilkan gerakan rotasi. Penggerak yang umum digunakan pada saat ini adalah penggerak motor servo. Penggerak ini lebih mudah dikontrol dibanding penggerak lainnya.

4. *Sensor/Transducer*

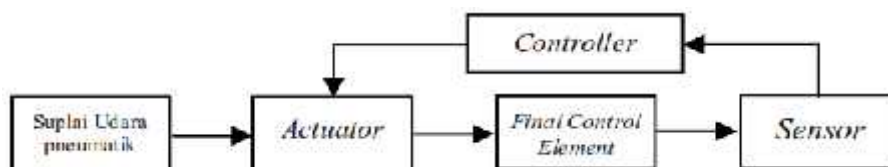
Sensor dipergunakan manipulator agar dapat berinteraksi dengan lingkungan kerjanya. Sensor juga dipergunakan sebagai input umpan balik pada proses pengendalian manipulator.

5. Pengendali (*Controller*)

Pengendali adalah mekanisme (baik secara perangkat keras maupun perangkat lunak) yang dipergunakan untuk mengatur seluruh pergerakan atau proses yang dilakukan manipulator.

2.3 Pneumatik

Secara umum diagram blok kontrol pneumatik adalah seperti Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Blok Diagram Kontrol Pneumatik

Sistem pneumatik digunakan sebagai penghasil gerakan, khususnya gerak lurus tetap. Sedangkan sistem pneumatik yang digunakan merupakan gabungan antara sistem elektrik dan sistem pneumatik. Sistem elektrik digunakan sebagai sensor dan penggerak katup, sistem pneumatik digunakan untuk menghasilkan gerak pada lengan robot.

2.3.1 Penyediaan Udara Bertekanan

Elemen-elemen yang dipergunakan dalam persiapan udara bertekanan yaitu:

1. Kompresor udara
2. Tangki udara
3. Penyaring udara dengan pemisah air
4. Pengatur tekanan
5. Pelumas

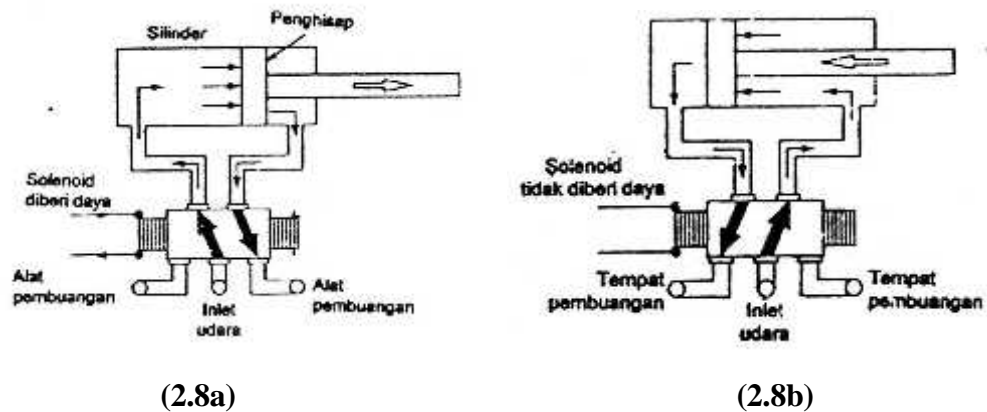
2.3.2 Komponen Penunjang Pneumatik

Sistem pneumatik hanya dapat bekerja dengan beberapa peralatan penunjang antara lain yaitu:

1. Kompresor
2. Tangki
3. Pipa Saluran
4. Katup kontrol satu arah (one way control valve)

2.3.3 Katup Solenoid (*Solenoid Valve*)

Katup Solenoid adalah kombinasi dari dua unit fungsional: solenoida (elektromagnet) dengan inti atau plungernya dan badan katup (valve) yang berisi lubang mulut pada tempat piringan atau stop kontak ditempatkan untuk menghalangi atau mengizinkan aliran. Gambar 2.8a menunjukkan torak silinder akan keluar bila solenoida diberi daya dan gambar 2.8b menunjukkan torak silinder pneumatik akan masuk bila solenoida tidak diberi gaya.



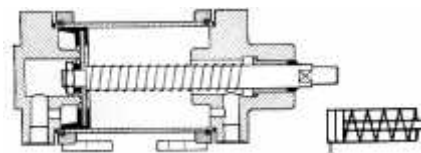
Gambar (2.8a). torak silinder akan keluar bila solenoida diberi daya, **(28b)** menunjukkan torak silinder pneumatik akan masuk bila solenoida tidak diberi gaya
(Sumber : A Setiawan, I Setiawan - 2011 - eprints.undip.ac.id)

2.3.4 Silinder Pneumatik

Komponen kerja sistem pneumatik berfungsi untuk mengubah tekanan udara menjadi kerja.

- **Silinder Kerja Tunggal (*Single Acting Cylinder*)**

Silinder kerja tunggal (*single acting cylinders*) pada gambar 2.9 hanya bisa diberikan gaya pada satu arah, dan hanya mempunyai satu saluran masuk.

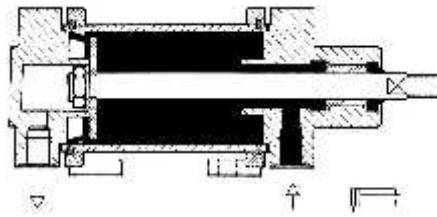


Gambar 2.9 Silinder Kerja Tunggal dan simbol

(Sumber : A Setiawan, I Setiawan - 2011 - eprints.undip.ac.id)

- **Silinder Kerja Ganda (*Double Acting Cylinders*)**

Silinder kerja ganda (*double acting cylinders*) digunakan apabila torak diperlukan untuk melakukan kerja bukan hanya gerakan maju, tetapi juga untuk gerakan mundur. Gambar 2.10 Silinder Kerja Ganda dan Simbol.



Gambar 2.10 Silinder Kerja Ganda dan Simbol

(Sumber : A Setiawan, I Setiawan - 2011 - eprints.undip.ac.id)

2.4 Sensor *Proximity*

Sensor *proximity* merupakan sensor yang berfungsi untuk mendeteksi ada atau tidaknya suatu objek. Sensor *proximity* dapat mendeteksi keberadaan benda disekitarnya tanpa ada kontak fisik dengan benda tersebut. Cara kerja sensor *proximity* ini yaitu dengan memancarkan medan elektromagnetik dan mencari perubahan bentuk medan elektromagnetik pada saat benda di deteksi. Contoh medan elektromagnetik yang sering digunakan yaitu sinar infra merah. Jika benda telah terdeteksi maka sinyal infrared tersebut akan merubah bentuk sinyal dan mengirimkan sinyal kembali ke sensor dan memberitahukan bahwa di depan sensor terdapat benda. Target sensor yang berbeda-beda juga membutuhkan jenis sensor *proximity* yang berbeda pula. Contohnya sensor *proximity capacitive* akan cocok dengan target yang mempunyai benda berbahan dasar plastik sedangkan sensor *proximity* induktif akan mendeteksi benda berbahan dasar logam. Menurut tipenya sensor *proximity* dibagi menjadi :

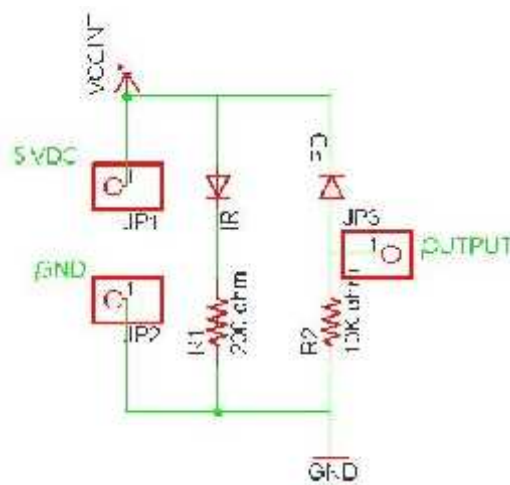
1. Induktif *Proximity*

Tipe sensor *proximity* yang bekerja berdasarkan perubahan induktansi apabila ada objek metal/logam yang berada dalam cakupan wilayah kerja sensor. Tipe ini hanya dapat mendeteksi benda logam saja dengan jarak deteksi maksimum sebesar 6 cm. Bahan dasar logam sangat mempengaruhi kemampuan pendeteksian sensor.

2. Kapasitif *Proximity*

Tipe *proximity* yang bekerja berdasarkan perubahan kapasitas objek yang berada pada cakupan daerah kerja sensor. Tipe ini dapat mendeteksi semua jenis benda dan memiliki jarak maksimum 30 mm.

Sensor *proximity* adalah sensor untuk mendeteksi ada atau tidaknya suatu benda seperti kotak. Sensor *proximity* membutuhkan komponen seperti infrared sebagai sumber cahaya (Light Source) dan sebuah photodiode sebagai sensor cahaya (Photodetector). Adapun contoh rangkaian sensor *proximity* dapat dilihat pada gambar 2.11.

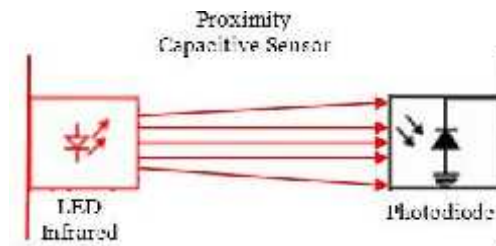


Gambar 2.11 Rangkaian Sensor *Proximity*

(Sumber : D SELVIANA - 2016 - eprints.polsri.ac.id)

Sensor *proximity* yang digunakan untuk lengan robot penyortir kotak berdasarkan ukuran dibuat menggunakan pasangan LED infrared dan photodiode. Pada umumnya sifat dari photodiode jika Led dan photodiode dihubungkan ke GND dan resistor ke VCC sifatnya adalah jika photodiode tidak menerima sinar dari LED infrared maka resistansi photodiode besar, sehingga tidak ada arus yang mengalir dan tegangan outputnya mendekati Vcc. Sebaliknya saat photodiode menerima sinar dari LED infrared, resistansi photodiode menjadi kecil sehingga banyak arus yang mengalir dan menyebabkan tegangan output menjadi kecil mendekati 0 V. Tetapi dalam pemasangan rangkaian sensor *proximity* pada

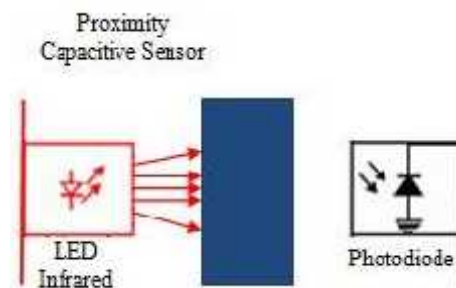
lengan robot sebagai penyortir kotak berdasarkan ukuran ini saya membalik rangkaian menjadi Led infrared dan photodiode dihubungkan ke VCC sedangkan resistor ke GND akibatnya sifat dari photodiode berubah menjadi pada saat photodiode tidak menerima sinar dari LED infrared maka resistansi photodiode kecil, sehingga arus mengalir dan menyebabkan tegangan output menjadi kecil mendekati 0 V (Gambar 2.12). Sebaliknya saat photodiode menerima sinar dari LED infrared, resistansi photodiode menjadi besar sehingga tidak ada arus yang mengalir dan tegangan output-nya mendekati Vcc (Gambar 2.12).



Gambar 2.12 Prinsip Kerja *Proximity* Tanpa Kotak/Objek

(Sumber : D SELVIANA - 2016 - eprints.polsri.ac.id)

Jika tidak ada kotak/objek yang berada pada sensor *proximity* maka photodiode menerima sinar dari LED infrared, resistansi photodiode menjadi besar sehingga tidak ada arus yang mengalir dan tegangan output-nya mendekati Vcc. Banyaknya intensitas cahaya yang tertangkap akan menjadi acuan nilai untuk mengetahui nilai pada saat tidak ada kotak/objek yang mengenai sensor.



Gambar 2.13 Prinsip Kerja *Proximity* Jika Ada Kotak/Objek

(Sumber : D SELVIANA - 2016 - eprints.polsri.ac.id)

Jika kotak mengenai sensor maka photodiode akan menerima sedikit cahaya pantulan. Sehingga berkas cahaya tidak bisa diterima oleh photodiode inilah yang menyebabkan resistansi photodiode kecil, sehingga arus mengalir dan menyebabkan tegangan output menjadi kecil mendekati 0 V. Banyaknya intensitas cahaya yang tertangkap akan menjadi acuan nilai untuk mengetahui nilai pada saat ada kotak/objek yang mengenai sensor

2.5 *Microcontroller*

Microcontroller adalah sebuah alat pengendali (*controller*) berukuran mikro atau sangat kecil yang dikemas dalam bentuk *chip*. *Microcontroller* data dijumpai dalam hampir semua alat elektronik yang kompleks. Dari alat rumah tangga seperti mesin cuci hingga robot-robot mainan cerdas. Sebuah *microcontroller* pada dasarnya bekerja seperti sebuah *microprocessor* pada komputer. Keduanya memiliki sebuah CPU yang menjalankan instruksi program, melakukan logika dasar, dan pemindahan data.

Namun agar dapat digunakan, sebuah *microprocessor* memerlukan tambahan komponen, seperti memori untuk menyimpan program dan data, juga *interface input-output* untuk berhubungan dengan dunia luar. Sebuah *microcontroller* telah memiliki memori dan *interface input-output* didalamnya, bahkan beberapa *microcontroller* memiliki ADC yang dapat menerima masukan sinyal analog secara langsung. Karena berukuran kecil, murah, dan menyerap daya yang rendah, mikrokontroler merupakan alat kontrol yang paling tepat untuk “ditanamkan” dari berbagai peralatan.

Microcontroller AVR merupakan pengontrol utama standar industri dan riset saat ini. Hal ini dikarenakan berbagai kelebihan yang dimilikinya yaitu murah, dukungan *software* dan dokumentasi yang memadai, dan memerlukan komponen yang sangat sedikit. Salah satu tipe *microcontroller AVR* untuk aplikasi standar yang memiliki fitur memuaskan adalah ATmega32. Sebetulnya ada banyak jenis *microcontroller* lain seperti ATmega8535 dan ATmega8.

Penggunaan *microcontroller* ini disesuaikan dengan kebutuhan misalnya apabila hanya membutuhkan *input-output* yang sedikit maka sebaiknya menggunakan *microcontroller* ATmega8 karena lebih irit biaya. Namun apabila membutuhkan *input-output* yang jumlahnya banyak maka sebaiknya menggunakan ATmega32 atau ATmega8535. Tetapi diantara kedua *microcontroller* ini ATmega32 memiliki kelebihan ukuran RAM yang relatif cukup besar dan EEPROM sebesar 1 KB. Gambar 2.14 dibawah adalah tampilan dari IC ATmega32 :

Tabel 2.1. Perbandingan IC ATmega32, ATmega8535 dan ATmega8

Karakteristik	ATmega32	ATmega8535	ATmega8
RAM	2 KB	512 B	1 KB
Flash	32 KB	8 KB	8 KB
EEPROM	1 KB	512 B	512 B
Jumlah Input/Output	32	32	23

(Sumber : FS Agung, M Farhan - 2013 - eprints.mdp.ac.id)



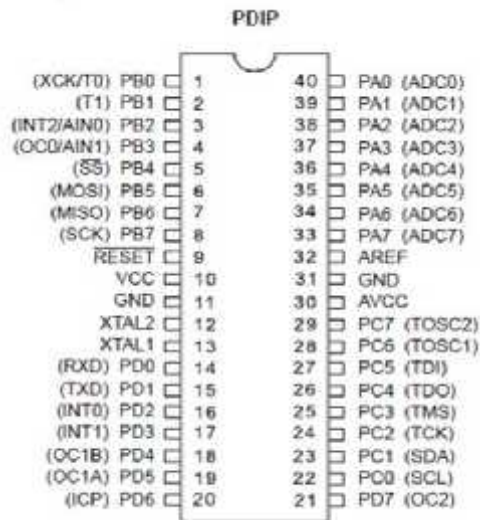
Gambar 2.14. Mikrokontroler ATmega32

(Sumber : FS Agung, M Farhan - 2013 - eprints.mdp.ac.id)

2.5.1 Konfigurasi Pin ATmega32

Mikrokontroler ATmega32 mempunyai jumlah pin sebanyak 40 buah, dimana 32 pin digunakan untuk keperluan port I/O yang dapat menjadi pin

input/output sesuai konfigurasi. Gambar 2.15 dibawah adalah konfigurasi *Microcontroller* ATmega32.



Gambar 2.15. Konfigurasi *Microcontroller* ATmega32

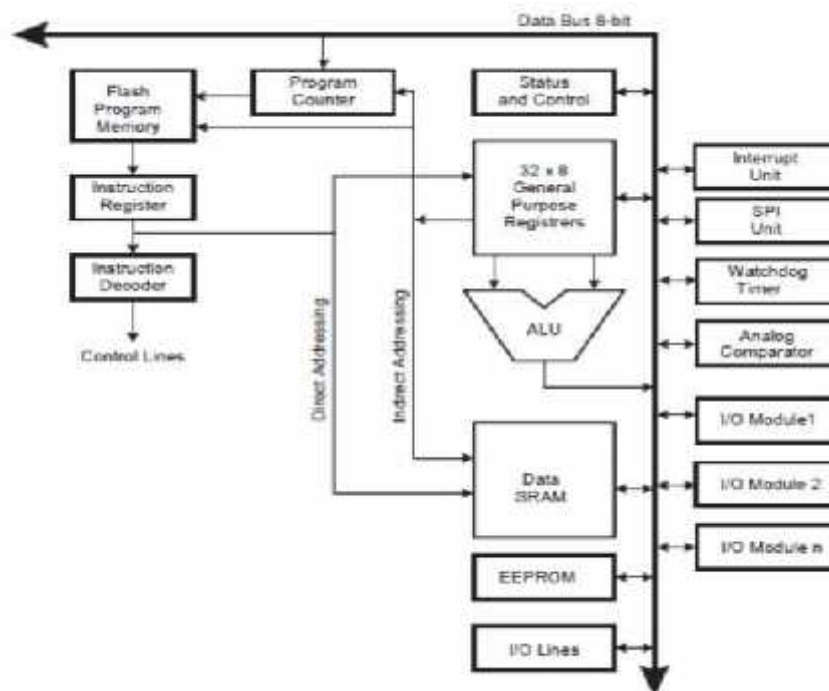
(Sumber : FS Agung, M Farhan - 2013 - eprints.mdp.ac.id)

Berikut ini adalah fungsi-fungsi dari pin out ATmega32 :

1. VCC , merupakan pin yang berfungsi sebagai pin masukan catu daya.
2. GND (Ground), merupakan pin ground.
3. PORTA (PORTA0-7), merupakan pin I/O dua arah dan berfungsi khusus sebagai pin masukan ADC.
4. PORTB (PORTB0-7), merupakan pin I/O dua arah dan fungsi khusus sebagai pin Timer/counter, komparator analog dan SPI.
5. PORTC (PORTC0-7), merupakan pin I/O dua arah dan fungsi khusus yaitu TWI, Komparator Analog, dan Timer Oscilator.
6. PORTD (PORTD0-7), merupakan pin I/O dua arah dan fungsi khusus yaitu Komparator Analog, Interupsi eksternal dan komunikasi serial USART.
7. RESET, merupakan dalah pin untuk mereset mikrokontroler.
8. XTAL1 dan XTAL2 merupakan pin untuk eksternal clock.
9. AVCC merupakan pin masukan untuk tegangan ADC.
10. AREF merupakan pin masukan untuk tegangan referens ADC.

2.5.2 Arsitektur ATmega32

ATmega32 tergolong Mikrokontroler jenis AVR yang memiliki arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computing*) 8 bit, dimana semua instruksi dikemas dalam kode 16 bit dan sebagian besar instruksi dikemas berbeda dengan instruksi MCS51 yang membutuhkan 12 siklus clock. Gambar 2.16 berikut adalah arsitektur dari ATmega32.



Gambar 2.16 Arsitektur ATmega32

(Sumber : FS Agung, M Farhan - 2013 - eprints.mdp.ac.id)

2.6 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah motor DC yang dilengkapi rangkaian kendali dengan sistem *closed feedback* yang terintegrasi dalam motor tersebut. Pada motor servo posisi putaran sumbu (*axis*) dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo.

Berdasarkan gambar 2.18 motor servo disusun dari sebuah motor DC, *gearbox*, variabel resistor (VR) atau potensiometer dan rangkaian kontrol.

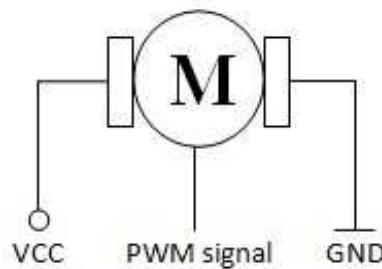
Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas maksimum putaran sumbu (*axis*) motor servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang pada pin kontrol motor servo.



Gambar 2.17 Bentuk Fisik Motor Servo

(Sumber : D SELVIANA - 2016 - eprints.polsri.ac.id)

Sedangkan pada Gambar 2.18 dibawah ini merupakan gambar rangkaian (simbol) dari motor servo.



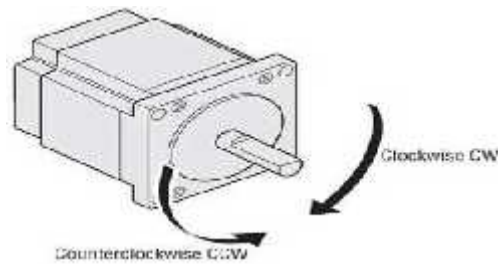
Gambar 2.18 Gambar Rangkaian Motor Servo

(Sumber : D SELVIANA - 2016 - eprints.polsri.ac.id)

Berdasarkan gambar 2.18 diatas pin motor servo terhubung ke VCC, GND, dan PWM Signal.

2.6.1 Konstruksi Motor Servo

Motor servo adalah motor yang mampu bekerja dua arah (CW dan CCW) dimana arah dan sudut pergerakan rotornya dapat dikendalikan dengan memberikan variasi lebar pulsa (*duty cycle*) sinyal PWM pada bagian pin kontrolnya.



Gambar 2.19 Arah Putaran pada Motor Servo

(Sumber : FS Agung, M Farhan - 2013 - eprints.mdp.ac.id)

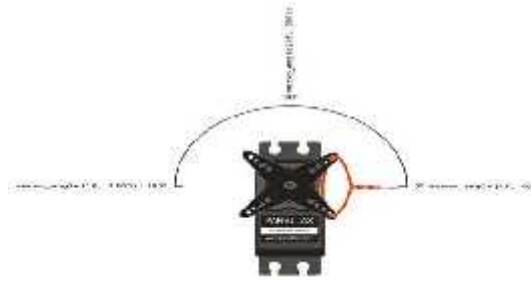
Berdasarkan gambar 2.19 perputaran motor servo dibagi menjadi 2 yaitu CW dan CCW.

- a. Motor CW atau Counter Wise berputar searah jarum jam
- b. Motor CCW atau Counter Clock Wise putarannya berlawanan arah dengan jarum jam.

2.6.2 Jenis Motor Servo

- Motor Servo Standar 180°

Motor servo jenis ini hanya mampu bergerak dua arah (CW dan CCW) dengan defleksi masing-masing sudut mencapai 90° sehingga total defleksi sudut dari kanan – tengah – kiri adalah 180°. Berikut pada gambar 2.20 sudut yang dihasilkan oleh motor servo jenis standar 180°.

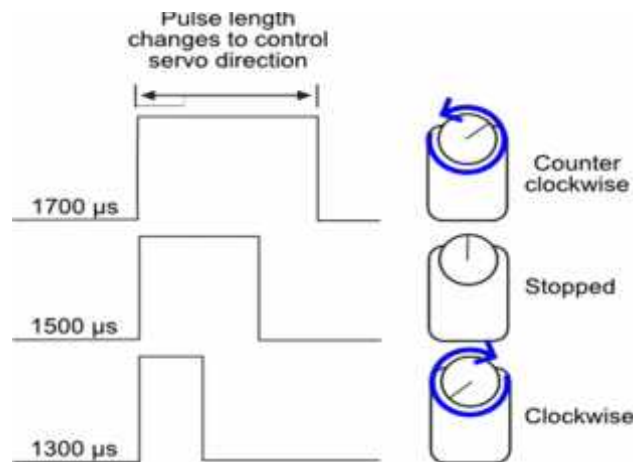


Gambar 2.20 Motor Servo Standar 180°.

(Sumber : <http://learn.parallax.com/propeller-c-simple-devices/standard-servo>)

- Motor Servo *Continuous*

Motor servo jenis ini mampu bergerak dua arah (CW dan CCW) tanpa batasan defleksi sudut putar (dapat berputar secara kontinyu). Untuk lebih jelas perhatikan gambar 2.21 tentang pulsa dan rotasi tempuh oleh motor servo jenis continuous berikut ini :

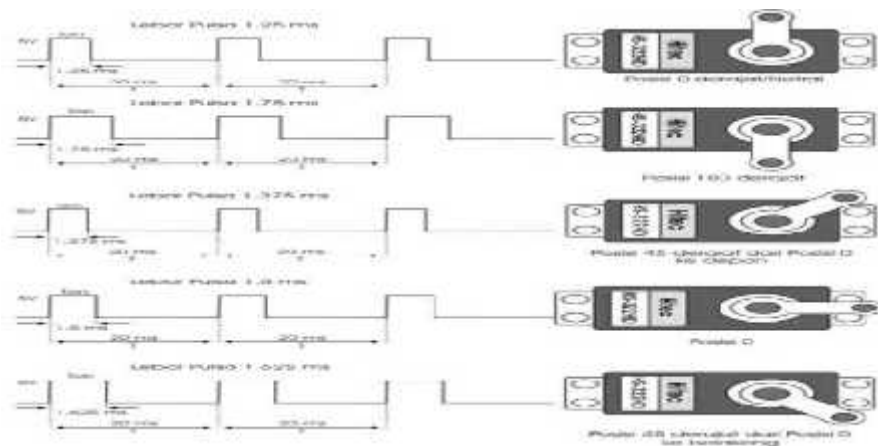


Gambar 2.21 Pulsa dan Rotasi Motor Servo Continous

(Sumber : FS Agung, M Farhan - 2013 - eprints.mdp.ac.id)

2.6.3 Pulsa Kontrol Motor Servo

Operasional motor servo dikendalikan oleh sebuah pulsa selebar ± 20 ms, dimana lebar pulsa antara 0.5 ms dan 2 ms menyatakan akhir dari range sudut maksimum. Apabila motor servo diberikan pulsa dengan besar 1.5 ms mencapai gerakan 90° , maka bila kita berikan pulsa kurang dari 1.5 ms maka posisi mendekati 0° dan bila kita berikan pulsa lebih dari 1.5 ms maka posisi mendekati 180° . Pada gambar 2.22 berikut menunjukkan pulsa kendali motor servo.



Gambar 2.22 Pulsa Kendali Motor Servo

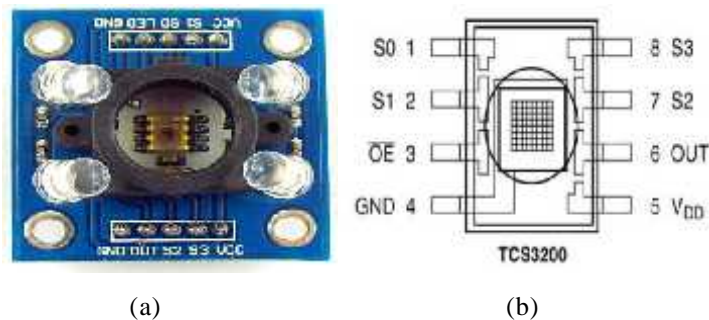
(Sumber : A Setiawan, I Setiawan - 2011 - eprints.undip.ac.id)

Motor Servo akan bekerja secara baik jika pada bagian pin kontrolnya diberikan sinyal PWM dengan frekuensi 50 Hz. Dimana pada saat sinyal dengan frekuensi 50 Hz tersebut dicapai pada kondisi Ton duty cycle 1.5 ms, maka rotor dari motor akan berhenti tepat di tengah-tengah (sudut 0° netral). Pada saat *Ton duty cycle* dari sinyal yang diberikan kurang dari 1.5 ms, maka rotor akan berputar ke berlawanan arah jarum jam (*Counter Clock wise*, CCW) dengan membentuk sudut yang besarnya linier terhadap besarnya *Ton duty cycle*, dan akan bertahan diposisi tersebut. Dan sebaliknya, jika *Ton duty cycle* dari sinyal yang diberikan lebih dari 1.5 ms, maka rotor akan berputar searah jarum jam (*Clock Wise*, CW) dengan membentuk sudut yang linier pula terhadap besarnya *Ton duty cycle*, dan bertahan diposisi tersebut.

2.7 Sensor Warna TCS3200

Sensor warna TCS3200 adalah sensor terprogram yang terdiri dari 64 buah photodiode sebagai pendeteksi intensitas cahaya pada warna obyek serta filter frekuensi sebagai transduser yang berfungsi untuk mengubah arus menjadi frekuensi. Selain itu sensor tersebut memiliki lensa fokus yang berguna untuk mempertajam pendeteksian photodiode terhadap intensitas cahaya dengan jarak pembacaan 2 mm dari lensa IC.

Sensor warna TCS3200 dapat membaca 4 mode warna yaitu, merah, hijau, biru dan *clear* melalui 64 buah photodiode yang terbagi menjadi 4 bagian yaitu 16 photodiode untuk warna merah, 16 photodiode untuk warna hijau, 16 photodiode untuk warna biru dan 16 photodiode lainnya untuk pembacaan warna *clear*. Gambar 2.23 menunjukkan bentuk fisik dari sensor TCS3200 dan skema pin tersebut.



Gambar 2.23 (a) Bentuk Fisik Sensor warna TCS3200 (b) Skema Pin Sensor Warna TCS3200

(Sumber : https://ams.com/ger/TCS3200_Datasheet_EN_v1.pdf)

Tabel 2.2 Fungsi pin sensor TCS3200

Nama	No	I/O	Fungsi Pin
GND	4	-	Sebagai <i>Ground</i> pada <i>power supply</i>
OE	3	I	<i>Output enable</i> , sebagai input untuk frekuensi <i>output</i> skala rendah
OUT	6	O	Sebagai <i>output</i> frekuensi

S0,S1	1,2	I	Sebagai sakelar pemilih pada frekuensi <i>output</i> skala tinggi
S2, S3	7,8	I	Sebagai sakelar pemilih diantara 4 kelompok <i>diode</i>
Vdd	5	-	<i>Supply tegangan</i>

Dalam aplikasinya sensor TCS3200 dapat digunakan pada robot *line follower*, pengelompokkan objek berdasarkan nilai warna, pembacaan kalibrasi nilai cahaya serta dapat juga digunakan pada proses pencocokan warna. (Permadi, 2012:15-16).

2.7.1 Karakteristik Sensor TCS3200

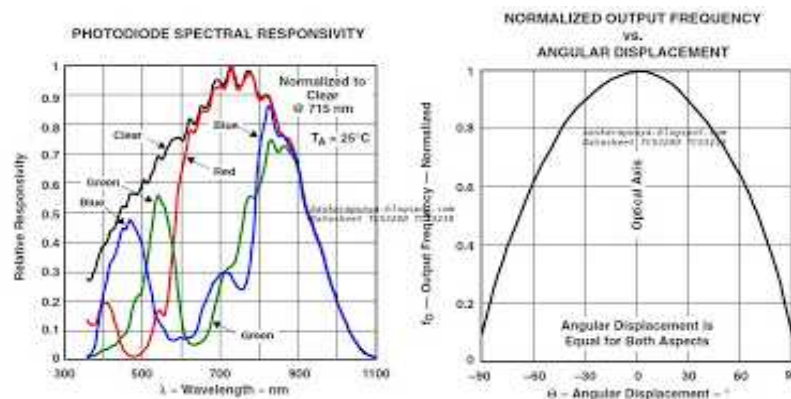
IC TCS3200 dapat dioperasikan dengan *supply* tegangan pada Vdd berkisar antara 2,7 Volt sampai 5,5 Volt, dalam pengoperasiannya sensor tersebut dapat dilakukan dengan dua cara:

- a. *Mode supply* tegangan maksimum, yaitu dengan menyuplai tegangan berkisar antara 2,7 volt sampai 5,5 volt pada sensor TCS3200
- b. *Mode supply* tegangan minimum, yaitu dengan menyuplai tegangan sebesar 0 sampai 0,8 volt.

Adapun fitur sensor TCS3200 antara lain :

1. Konversi tinggi resolusi intensitas cahaya ke frekuensi
2. Warna diprogram dan *full* skala frekuensi keluaran
3. Berkomunikasi langsung dengan mikrokontroler
4. Pasokan tunggal operasi (2,7 V sampai 5,5 V)
5. Mempunyai *power down fitur*
6. Kesalahan nonlinier biasanya 0,2% pada 50 kHz
7. Stabil 200 ppm / ° C koefisien suhu
8. Bebas timbal (Pb).

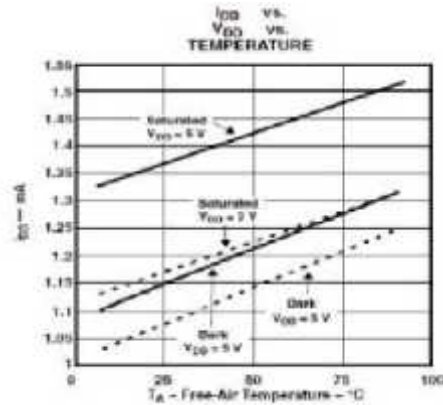
Sensor TCS3200 terdiri dari 4 kelompok photodiode, masing-masing kelompok memiliki sensitivitas yang berbeda satu dengan yang lainnya pada respon photodiode terhadap panjang gelombang cahaya yang dibaca. Photodiode yang mendeteksi warna merah dan *clear* memiliki nilai sensitivitas yang tinggi ketika mendeteksi intensitas cahaya dengan panjang gelombang 715 nm, sedangkan pada panjang gelombang 1100 nm photodiode tersebut memiliki nilai sensitivitas yang paling rendah, hal ini menunjukkan bahwa sensor TCS3200 tidak bersifat linearitas dan memiliki sensitivitas berubah terhadap panjang gelombang cahaya yang diukur. Gambar 2.25 Karakteristik sensitivitas dan linearitas photodiode terhadap panjang gelombang cahaya.



Gambar 2.24. Karakteristik Sensitivitas dan Linearitas Photodiode terhadap Panjang Gelombang Cahaya

(Sumber : https://ams.com/ger/TCS3200_Datasheet_EN_v1.pdf)

Semakin besar arus *input* yang diperoleh dari photodiode pada tegangan referensi tertentu, maka semakin tinggi suhu yang dihasilkan oleh sensor, dimana besar atau kecilnya arus input tersebut dipengaruhi oleh keadaan gelap atau terangnya intensitas cahaya yang dipantulkan objek. Hal ini menunjukkan bahwa sensor TCS3200 memiliki karakteristik suhu yang linear terhadap masukan. Gambar 2.25 merupakan karakteristik perbandingan antara arus dan tegangan terhadap suhu temperatur sensor TCS3200. (Permadi, 2012:16-17).



Gambar 2.25. Karakteristik Perbandingan antara Arus dan Tegangan terhadap Suhu Temperatur Sensor TCS3200.

(Sumber : https://ams.com/ger/TCS3200_Datasheet_EN_v1.pdf)

2.7.2 Prinsip Kerja Sensor TCS3200

Sensor TCS3200 bekerja dengan cara membaca nilai intensitas cahaya yang dipancarkan oleh led *super bright* terhadap objek, pembacaan nilai intensitas cahaya tersebut dilakukan melalui matrik 8x8 photodiode, dimana 64 photodiode tersebut dibagi menjadi 4 kelompok pembaca warna, setiap warna yang disinari led akan memantulkan sinar led tersebut memiliki panjang gelombang yang berbeda-beda tergantung pada warna objek yang dideteksi, hal ini yang membuat sensor TCS3200 dapat membaca beberapa macam warna.

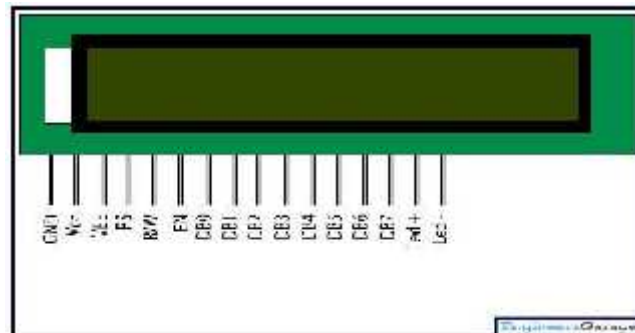
Panjang gelombang dan sinar led yang dipantulkan objek berwarna berfungsi mengaktifkan salah satu kelompok photodiode pada sensor warna tersebut, sehingga ketika kelompok photodiode yang digunakan telah aktif, saklar S2 dan S3 akan mengirimkan sinyal ke mikrokontroler untuk menginformasikan warna yang dideteksi.

2.8 Liquid Crystal Display (LCD)

Liquid Crystal Display atau LCD adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS *logic* yang bekerja dengan tidak

menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari back-lit. LCD (*Liquid Cristal Display*) berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik.

Material LCD (*Liquid Cristal Display*) LCD adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan seven-segment dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Berikut pada gambar 2.26 menunjukkan konfigurasi pin pada LCD.



Gambar 2.26 Bentuk Fisik LCD

(Sumber : D SELVIANA - 2016 - eprints.polsri.ac.id)

Berdasarkan gambar 2.26 berikut penjelasan dari pin, kaki atau jalur input dan kontrol dalam suatu LCD (*Liquid Cristal Display*) diantaranya adalah :

- Pin GND adalah jalur fungsi power ground (GND) 0 V
- Pin VCC adalah jalur *power supply* +5V
- Pin data DB0 sampai DB07 adalah jalur untuk memberikan data karakter yang ingin ditampilkan menggunakan LCD (*Liquid Cristal Display*) dapat dihubungkan dengan bus data dari rangkaian lain seperti mikrokontroler dengan lebar data 8 bit.
- Pin RS (*Register Select*) berfungsi sebagai indikator atau yang menentukan jenis data yang masuk, apakah data atau perintah. Logika *low* menunjukkan yang masuk adalah perintah, sedangkan logika *high* menunjukkan data.

- Pin R/W (*Read Write*) berfungsi sebagai instruksi pada modul jika low tulis data, sedangkan high baca data.
- Pin E (*Enable*) digunakan untuk memegang data baik masuk atau keluar.
- Pin VLCD berfungsi mengatur kecerahan tampilan (kontras) dimana pin ini dihubungkan dengan trimpot 10 Kohm, jika tidak digunakan dihubungkan ke ground, sedangkan tegangan catu daya ke LCD sebesar 5 Volt