

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Robot

2.1.1 Definisi Robot

Robot berasal dari kata “*robot*” yang dalam bahasa Ceko (*Czech*) yang berarti budak, pekerja atau kuli. Robot merupakan suatu perangkat mekanik yang mampu menjalankan tugas-tugas fisik, baik di bawah kendali dan pengawasan manusia, ataupun yang dijalankan dengan serangkaian program yang telah didefinisikan terlebih dahulu atau kecerdasan buatan (*artificial intelligence*). Ada banyak definisi yang dikemukakan oleh para ahli mengenai robot. Beberapa ahli robotika berupaya memberikan beberapa definisi, antara lain :

- a. Robot adalah sebuah manipulator yang dapat di program ulang untuk memindahkan *tool*, *material*, atau peralatan tertentu dengan berbagai program pergerakan untuk berbagai tugas dan juga mengendalikan serta mensinkronkan peralatan dengan pekerjaannya, oleh *Robot Institute of America*, (Gonzalez, 1987).
- b. Robot adalah sebuah sistem mekanik yang mempunyai fungsi gerak analog untuk fungsi gerak organisme hidup, atau kombinasi dari banyak fungsi gerak dengan fungsi intelligent, oleh *Official Japanese*. Industri robot dibangun dari tiga sistem dasar (Eugene, 1976), yaitu :
 1. Struktur mekanis
Yaitu sambungan-sambungan mekanis (*link*) dan pasangan-pasangan (*joint*) yang memungkinkan untuk membuat berbagai variasi gerakan.
 2. Sistem kendali
Sistem kendali dapat berupa kendali tetap (*fixed*) ataupun servo, yang dimaksud dengan sistem kendali tetap yaitu suatu kendali robot yang pengaturan gerakannya mengikuti lintasan (*path*), sedangkan kendali servo yaitu suatu kendali robot yang pengaturan gerakannya dilakukan secara *point to point* (PTP) atau titik per titik.



3. Unit penggerak (aktuator)

Seperti hidrolik, pneumatik, elektrik ataupun kombinasi dari ketiganya, dengan atau tanpa sistem transmisi. Torsi (*force*) dan kecepatan yang tersedia pada suatu aktuator diperlukan untuk mengendalikan posisi dan kecepatan. Transmisi diperlukan untuk menggandakan torsi. Seperti diketahui menambah torsi dapat menurunkan kecepatan, dan meningkatkan inersia efektif pada sambungan. Untuk mengurangi berat suatu sistem robot maka aktuator tidak ditempatkan pada bagian yang digerakkan, tetapi pada sambungan yang sebelumnya.

Ada beberapa jenis transmisi yang banyak dipakai, antara lain *belt*, *cable*, *chain* dan roda gigi. Jika sebelumnya robot hanya dioperasikan di laboratorium ataupun dimanfaatkan untuk kepentingan industri, di negara-negara maju perkembangan robot mengalami peningkatan yang tajam, saat ini robot telah digunakan sebagai alat untuk membantu pekerjaan manusia. Seiring dengan berkembangnya teknologi, khususnya teknologi elektronik, peran robot menjadi semakin penting tidak saja dibidang sains, tapi juga di berbagai bidang lainnya, seperti di bidang kedokteran, pertanian, bahkan militer. Secara sadar atau tidak, saat ini robot telah masuk dalam kehidupan manusia sehari-hari dalam berbagai bentuk dan jenis. Ada jenis robot sederhana yang dirancang untuk melakukan kegiatan yang sederhana, mudah dan berulang-ulang, ataupun robot yang diciptakan khusus untuk melakukan sesuatu yang rumit, sehingga dapat berperilaku sangat kompleks dan secara otomatis dapat mengontrol dirinya sendiri sampai batas tertentu. Robot memiliki berbagai macam konstruksi. Diantaranya adalah:

1. *Robot Mobile* (bergerak)
2. *Robot Manipulator* (lengan)
3. *Robot Humanoid*
4. *Flying Robot*
5. Robot Berkaki



6. Robot jaringan

7. Robot Animalia

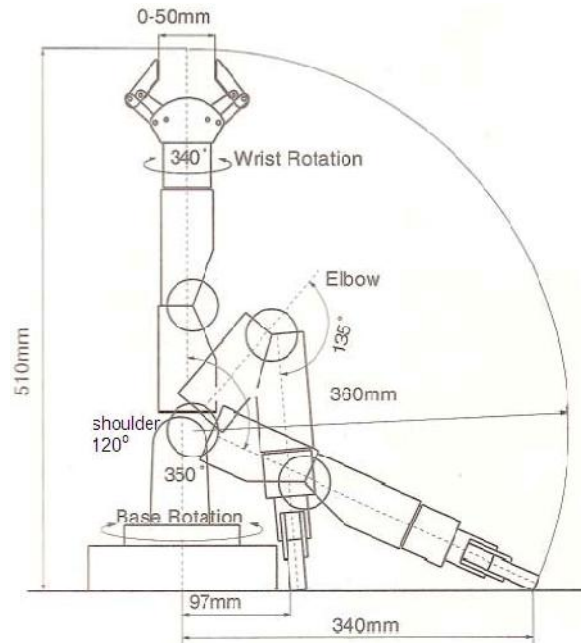
Dari berbagai literatur robot dapat didefinisikan sebagai sebuah alat mekanik yang dapat diprogram berdasarkan informasi dari lingkungan (melalui sensor) sehingga dapat melaksanakan beberapa tugas tertentu baik secara otomatis ataupun tidak sesuai program yang dimasukkan berdasarkan logika. Pada Laporan Akhir ini robot yang di bahas adalah mengenai *robot manipulator* (lengan).

2.1.2 Manipulator Robot (Robot Lengan)

Robot Manipulator adalah konstruksi robot yang memiliki bentuk hanya sebuah lengan saja. Robot ini memiliki aktuator berupa motor untuk menggerakkan seluruh bagian robot tersebut.

Robot manipulator ini sangat bermanfaat dan cukup banyak dipakai dalam bidang industri. Terutama dalam bagian *packing* dalam suatu pabrik. Selain untuk menghemat waktu, robot ini digunakan karena hasil yang diperoleh juga lebih baik daripada hasil yang dikerjakan oleh manusia.

Lengan robot banyak digunakan pada industri, khususnya industri yang memerlukan ketepatan dan bekerja secara berulang – ulang. Dalam hal ini lengan robot pada sistem ini digunakan untuk mengambil dan memindahkan benda. Berat Benda yang dapat diangkat diharuskan mempunyai 2 sisi yang rata sehingga dapat dijepit oleh grip pada lengan robot.



Gambar 2.1 Contoh Pergerakan Lengan Robot

Sumber : <http://library.binus.ac.id/eColls/eThesisdoc/Bab2/2009-2-00425-SK%20Bab%202.pdf>

Lengan robot yang digunakan pada gambar 2.1 memakai motor servo sebagai penggerak. Ada 6 motor servo yang digunakan untuk menggerakkan lengan robot. Derajat kebebasan gerakan lengan robot dapat dilihat pada contoh gambar 2.1 diatas.

2.1.2.1 Konsep Dasar Robot Manipulator (Lengan Robot)

Istilah manipulator adalah sekumpulan hubungan mekanik yang terdiri dari dari rangkaian kinematik berupa *link*, baik sebagai rangkaian umpan balik terbuka maupun umpan tertutup yang dihubungkan dengan sendi dan mempunyai kemampuan untuk melakukan pergerakan baik planar maupun spatial. Pergerakan secara planar adalah pergerakan sendi-sendi pada bidang parallel sedangkan secara spatial adalah pergerakan pada bidang tiga dimensi. Secara umum derajat kebebasan tersebut adalah jumlah yang dibutuhkan untuk menyatakan posisi dari setiap hubungan relatif terhadap *link* yang tetap.



Beberapa istilah dan definisi yang banyak digunakan dalam manipulator robot adalah :

1. *Link*

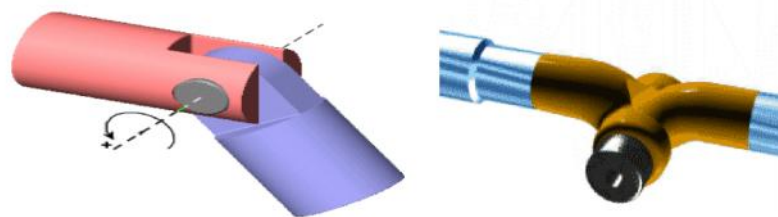
Link adalah salah satu bagian dari kerangka yang kaku atau anggota yang dihubungkan secara bersamaan untuk membentuk sebuah rangkaian kinematik.

2. Sendi (*Joint*)

Joint adalah koneksi antar *link* yang dapat menentukan pergerakan relative yang terbatas .

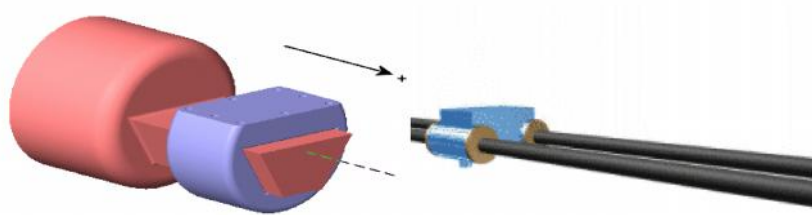
Pada lengan robot/mekanik merupakan penghubung yang dapat berupa poros ataupun tumpuan dari lengan-lengan mekanik dalam pergerakannya. Biasanya pada sendi ditempatkan motor yang dikendalikan sebagai tenaga penggerak dari lengan-lengan mekanik.

Sendi terbagi menjadi dua jenis, yaitu : sendi putar (*Revolute Joint*) dan sendi geser (*Prismatic Joint*). *Revolute joint* bergerak seperti engsel dan memungkinkan gerakan memutar yang relatif antara dua lengan mekanik. Sedangkan *prismatic Joint* memungkinkan gerakan lurus yang relatif antara dua hubungan.



Gambar 2.2 Contoh *Revolute Joint*

Sumber : (*The University Of Texas and Simmechanics.com*)

Gambar 2.3 Contoh *Prismatic Joint*

Sumber : (The University Of Texas and Simmechanics.com)

3. *End-effector*

Biasa juga disebut *end of arm tooling*, berupa peralatan khusus yang ditempatkan pada bagian akhir dari link untuk melakukan tugas tertentu.

4. *Work Space/Work Envelope*

Adalah total volume ruang kerja yang dapat dijangkau oleh *End-Effector* ketika manipulator melakukan semua gerakan yang mungkin.

5. Akurasi

Pengukuran atas seberapa dekat sebuah manipulator dapat mencapai titik tujuan yang diinginkan pada ruang kerjanya.

6. *Repeatability*

Pengukuran atas seberapa dekat sebuah manipulator dapat kembali mencapai titik tujuan sebelumnya.

7. *Rigidity*

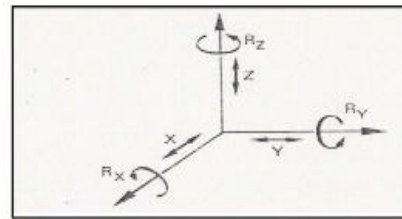
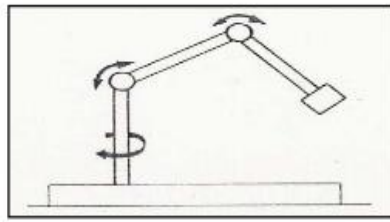
Tingkat kekakuan mekanik manipulator.

8. Poros gerakan

Adalah mekanisme yang memungkinkan robot untuk bergerak secara lurus atau berotasi.

9. Derajat kebebasan

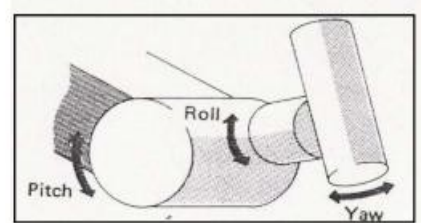
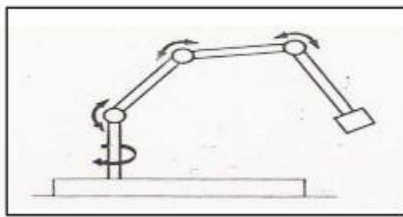
Adalah jumlah arah yang independen dimana *end-effector* dari sebuah robot dapat bergerak.



Robot dengan 3 poros gerakan & 6 derajat kebebasan yang mungkin
3 derajat kebebasan bagi sebuah objek

Gambar 2.4 Contoh Pergerakan *Joint* dengan 3 dan 6 Derajat kebebasan

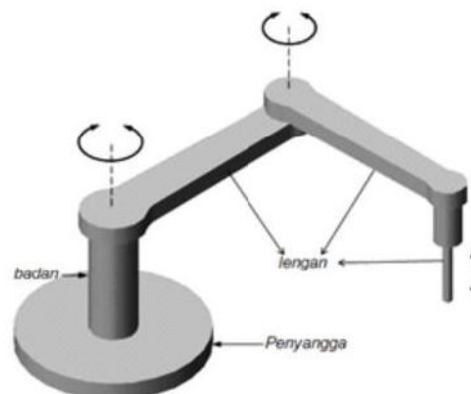
Sumber : (The University Of Texas and Simmechanics.com)



Robot dengan 4 poros gerakan & Pergelangan robot dengan
3 derajat kebebasan 3 derajat kebebasan

Gambar 2.5 Contoh Pergerakan *Joint* dengan 4 dan 3 Derajat Kebebasan

Sumber : (The University Of Texas and Simmechanics.com)



Gambar 2.6 Anatomi Robot Industri

Sumber : <https://2012/06/struktur-robot-scarasmb.jpg>



Pada gambar 2.6 di atas memperlihatkan anatomi robot industri yang komponen utamanya terdiri dari empat bagian, yaitu:

1. Manipulator

Manipulator adalah bagian mekanik yang dapat difungsikan untuk memindah, mengangkat dan memanipulasi benda kerja.

2. Sensor

Sensor adalah komponen berbasis instrumentasi (pengukuran) yang berfungsi sebagai pemberi informasi tentang berbagai keadaan atau kedudukan dari bagian-bagian manipulator.

3. Aktuator

Aktuator adalah komponen penggerak yang jika dilihat dari prinsip penghasil gerakannya dapat dibagi menjadi 3 bagian, yaitu penggerak berbasis motor listrik (motor DC dan motor AC).

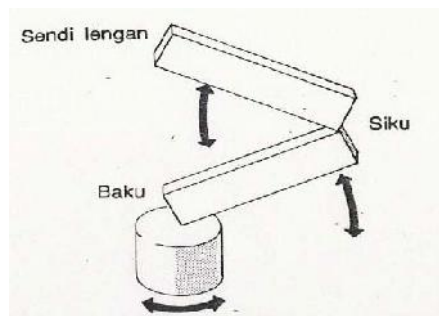
4. Kontroler

Kontroler adalah rangkaian elektronik berbasis mikroprosesor yang berfungsi sebagai pengatur seluruh komponen dalam membentuk fungsi kerja.

2.1.2.2 Jenis-Jenis Lengan Robot Berdasarkan Konfigurasi

1. *Anthropomorphic*

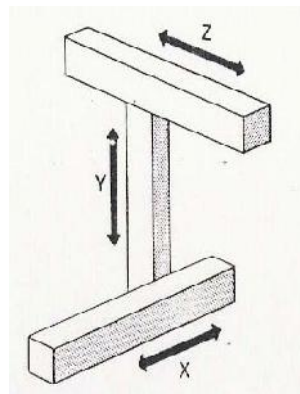
Memiliki kesamaan dengan manusia, misalnya lengan *Anthropomorphic* akan serupa dengan lengan manusia dalam hal bagaimana setiap bagian dihubungkan. Lengan ini memiliki manuver paling besar dan seringkali menjadi pilihan untuk pengecatan, namun jenis ini pergerakannya paling lambat dan akan mengalami kesulitan untuk menggerakkan ujung lengan dalam garis lurus.

Gambar 2.7 *Anthropomorphic*

Sumber : (The University Of Texas and Simmechanics.com)

2. Cartesian

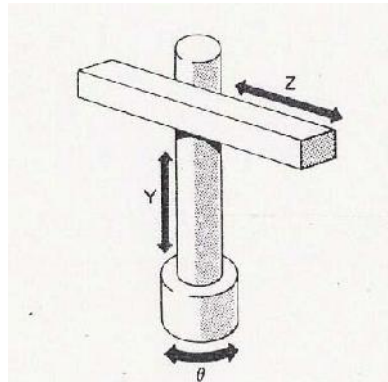
Dapat bergerak 3 arah yang independen yaitu sumbu X, Y dan Z. Biasanya lengan ini akan bekerja pada kerangka *overhead* yang dibentuk oleh sumbu x membentuk suatu lingkup kerja persegi panjang. Geometri ini digunakan untuk pekerjaan yang memiliki cakupan area yang luas dimana gerakan-gerakan yang rumit tidak terlalu dipentingkan.

Gambar 2.8 *Cartesian*

Sumber : (The University Of Texas and Simmechanics.com)

3. Silindris

Serupa dengan cartesian, kecuali bahwa ia tidak memiliki gerakan sepanjang sumbu X, sebagai gantinya lengan dapat bergerak rotasi. Terdapat 3 poros gerakan yaitu Y, Z dan θ . Dimana θ adalah sudut rotasi.

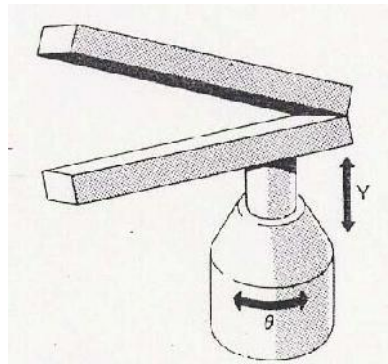


Gambar 2.9 Silindris

Sumber : (The University Of Texas and Simmechanics.com)

4. Kutub

Hampir sama dengan silindris, lengan dengan geometri kutub memiliki sumbu Y dan θ , perbedaannya terletak pada adanya poros yang memungkinkan lengan tersebut berotasi / berputar pada bidang vertikal, sebagai ganti gerakan ke atas atau ke bawah sepanjang sumbu Z. Lingkup kerjanya seperti bagian permukaan dari sebuah bola (*spherical*).

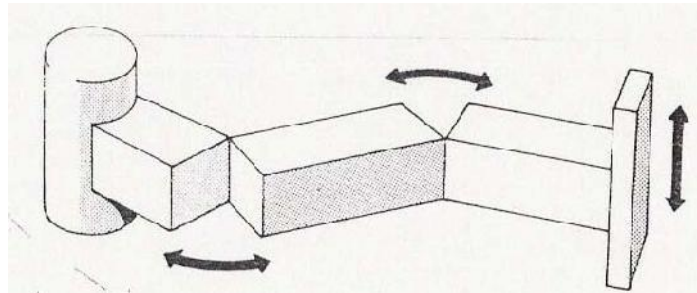


Gambar 2.10 Kutub

Sumber : (The University Of Texas and Simmechanics.com)

4. SCARA (*Selective Compliant Assembly Robot Arm*)

Pada SCARA persendian putar lengannya berotasi pada sumbu vertikalnya. Pemakaiannya meluas untuk pengoperasian perakitan khususnya pada bidang elektronika.



Gambar 2.11 SCARA

Sumber : (The University Of Texas and Simmechanics.com)

2.1.2.3 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 hidrolik 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.

2.2 Sensor

Sensor adalah suatu peralatan yang berfungsi untuk mendeteksi gejala-gejala atau sinyal-sinyal yang berasal dari perubahan suatu energi seperti energi listrik, energi fisika, energi kimia, energi biologi, energi mekanik dan sebagainya (D Sharon, 1982).

Transduser adalah sebuah alat yang bila digerakan oleh suatu energi di dalam sebuah sistem transmisi, akan menyalurkan energi tersebut dalam bentuk yang sama atau dalam bentuk yang berlainan ke sistem transmisi berikutnya". Transmisi energi ini bisa berupa listrik, mekanik, kimia, *optic* (radiasi) atau *thermal* (panas), (William D.C, 1993).

Jadi, Sensor adalah komponen yang dapat digunakan untuk mengkonversi suatu besaran tertentu menjadi satuan analog sehingga dapat dibaca oleh suatu rangkaian elektronik. Sensor merupakan komponen utama dari suatu transduser, sedangkan transduser merupakan sistem yang melengkapi agar sensor tersebut mempunyai keluaran sesuai yang kita inginkan dan dapat langsung dibaca pada keluarannya.

2.2.1 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 :

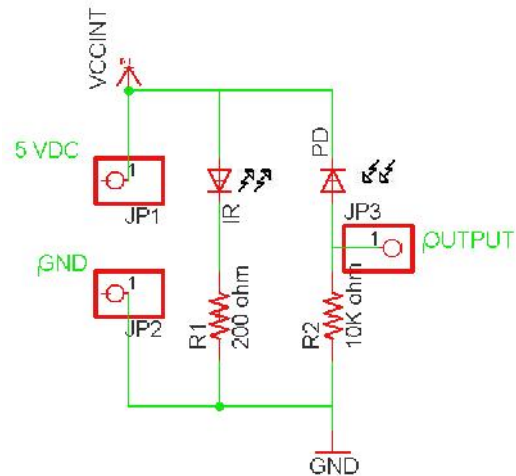
1. Induktif Proximity

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

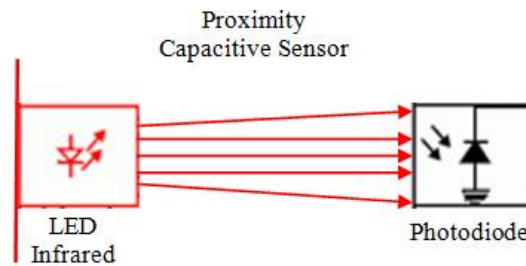
Tipe proximity yang bekerja berdasarkan perubahan kapasitas objek yang berada pada cakupan daerah kerja sensor. Tipe ini dapat mendeteksi semua jenis benda dan memiliki jarak maksimum 3 cm.

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 2.12.



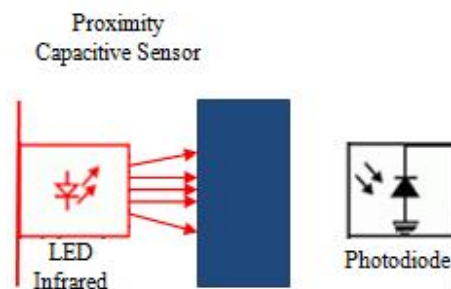
Gambar 2.12 Rangkaian Sensor Proximity

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 2.13). Sebaliknya saat photodiode menerima sinar dari LED infrared, resistansi photodiode menjadi besar sehingga tidak ada arus yang mengalir dan tegangan outputnya mendekati Vcc (Gambar 2.14).



Gambar 2.13 Prinsip Kerja Proximity Tanpa Kotak/Objek

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 2.14 Prinsip Kerja Proximity Jika Ada Kotak/Objek

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 .

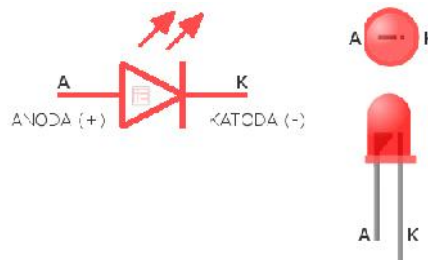


2.2.1.1 Karakteristik *Sensor Proximity*

Berikut ini bagian-bagian dari *sensor proximity* :

- LED Infra Red

Infrared adalah gelombang yang panjangnya di bawah panjang gelombang cahaya. Infrared menggunakan LED (*Light Emitting Diode*) atau laser untuk membangkitkannya. Gelombang ini tidak mampu menembus benda sehingga jarak yang mampu ditempuh relatif pendek dan berjalan pada satu garis lurus (*point to point*). Gambar dan simbol LED infrared dapat dilihat pada gambar 2.15 dibawah ini.



Gambar 2.15 Led Infrared dan Simbol Led Infrared

Sumber : <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/30689/4/Chapter%20II.pdf>

Pada posisi normal yaitu tanpa ada obyek, pancaran sinar *infrared* akan mengenai lantai dan memantul kepada penerima yang mengindikasikan tidak ada obyek, dengan syarat warna lantai harus putih atau kaca sebagai pemantul pancaran sinar *infrared*, saat ada obyek pancaran sinar *infrared* tidak kembali memantul kepada penerima dan ini mengindikasikan adanya obyek.

Pemancar sensor *infrared* merupakan LED yang dapat memancarkan sinar *infrared*, untuk memperluas jarak pemancaran sinar *infrared*, led *infrared* dibentuk dari sebuah bidang temu pn dalam spectrum elektromagnetik. Led *infrared* dibuat khusus dengan lensa – lensa pelindung yang berkualitas untuk memfokuskan cahaya *infrared* yang dihasilkan sehingga membentuk berkas yang sempit. Berkas yang sempit ini diperlukan jika dioda *infrared* ini akan mengirimkan cahaya melalui



jarak yang jauh ke pendeteksi cahaya *infrared*.

Infra merah (*infrared*) merupakan sinar elektromagnet yang panjang gelombangnya lebih dari pada cahaya nampak yaitu di antara 700 nm dan 1 mm. Sinar infra merah merupakan cahaya yang tidak tampak. Jika dilihat dengan dengan spektroskop cahaya maka radiasi cahaya infra merah akan nampak pada spectrum elektromagnet dengan panjang gelombang di atas panjang gelombang cahaya merah.

- Photodioda

Merupakan salah satu jenis variabel resistor tipe LDR, yaitu jenis resistor non linier yang nilai hambatannya terpengaruh oleh intensitas cahaya yang mengenainya. Makin besar intensitas cahaya yang mengenainya makin kecil nilai hambatannya. Sedangkan untuk tegangan yang dikeluarkan dapat di cari dengan menggunakan rumus dibawah ini.

$$V_p = \frac{R_s}{(R_s + R) \times V_{cc}}$$

Dimana :

V_p : Tegangan Photodioda (Volt)

R_s : Resistansi Photodioda (Ohm)

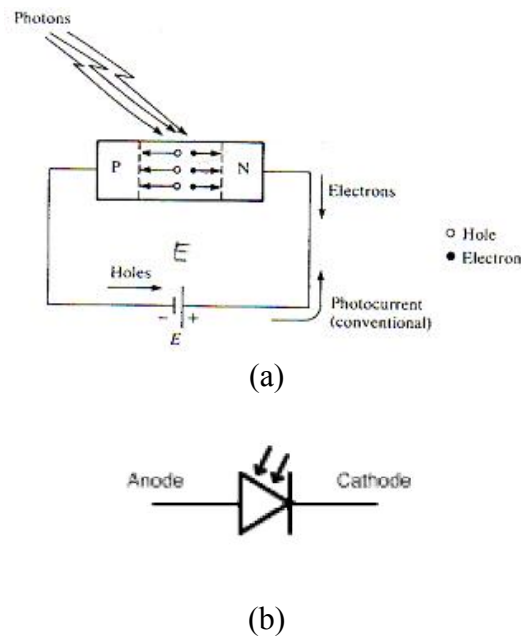
R : Resistansi Resistor (Ohm)

V_{cc} : Supply (Volt)

Salah satu detektor cahaya yang amat populer adalah *photodiode*, yaitu dioda yang dioperasikan pada mode *reverse* dimana daerah deplesinya diinteraksikan dengan energi cahaya. Perlu di ingat bahwa dioda tanpa tegangan bias memiliki daerah deplesi secara relatif sempit, yaitu daerah dimana muatan bebasnya (elektron atau hole) sangat jarang. Dengan memperbesar tegangan bias *reverse* daerah deplesi ini akan membesar.



Photon yang datang pada daerah deplesi ini akan menghasilkan pasangan *elektron-hole* (muatan bebas) yang selanjutnya berpindah karena tegangan yang diberikan antara sambungan, Gambar 2.16 melukiskan situasi ini.



Gambar 2.16 Photodiode, (a) Prinsip Operasi (b) Simbol

Sumber : (<http://www.scribd.com/doc/86649740/Kuliah-5-6>)

Di dalam daerah deplesi, pasangan elektron dan *hole* bergerak karena tegangan listrik yang diberikan. Perlu diketahui bahwa karena daerah deplesi memiliki resistansi yang amat tinggi, maka pada daerah ini akan terdapat medan listrik, E yang amat besar yang digunakan untuk mempercepat pasangan elektron dan *hole*. Beberapa *photon* mungkin diserap pada daerah P atau daerah N diluar daerah deplesi. Beberapa elektron mungkin melakukan rekombinasi sehingga menghasilkan arus (*photocurrent*). Sebagai akibatnya daerah deplesi ini perlu diperlebar untuk memungkinkan terjadi absorpsi *photon* cahaya sebanyak mungkin untuk menghasilkan arus (*photocurrent*) sebesar mungkin. Untuk merealisasikan hal ini, maka dikembangkanlah *photodiode* dengan struktur PIN *photodiode*. Penting dicatat bahwa *photocurrent* (arus



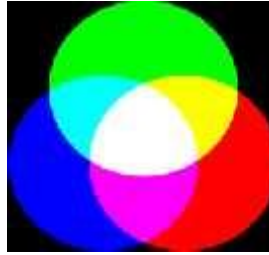
yang dihasilkan oleh photon cahaya) memiliki polaritas yang sama sebagaimana arus *reverse* (arus *leakage*) dari *photodiode*. Karenanya penting untuk menjaga arus *leakage* (*dark current*) ini sekecil mungkin. (<http://www.scribd.com/doc/86649740/Kuliah-5-6>)

2.2.2 Sensor Warna

Warna adalah spektrum tertentu yang terdapat di dalam suatu cahaya sempurna (berwarna putih). Identitas suatu warna ditentukan panjang gelombang cahaya tersebut. Sebagai contoh warna biru memiliki panjang gelombang 460 nanometer. Panjang gelombang warna yang masih bisa ditangkap mata manusia berkisar antara 380-780 nanometer.

Warna RGB adalah warna *additive* yang bertujuan sebagai penginderaan dan presentasi gambar dalam tampilan pada peralatan elektronik. Warna *additive* adalah warna yang berasal dari cahaya, dan disebut spektrum. Warna primer atau pokok *additive* ada tiga, yaitu *red*, *green*, dan *blue*. Warna pokok *additive* dalam komputer disebut model warna RGB. Model warna RGB adalah model warna berdasarkan konsep penambahan kuat cahaya primer yang berorientasi pada perangkat keras/*hardware*, model warna ini dikhususkan untuk warna tampilan pada monitor, kamera video, dan berbagai peralatan elektronika penampil gambar.

Model warna RGB didasarkan pada teori bahwa mata manusia peka terhadap panjang gelombang 630 nm untuk *red*, 530 nm untuk *green*, dan 450 nm untuk *blue*. RGB merupakan warna dasar yang difungsikan untuk berbagai intensitas cahaya, dengan mengatur intensitas cahaya ketiga warna primer tersebut maka dapat dihasilkan warna-warna yang berlainan. Paduan dari warna primer dengan intensitas yang sama akan menghasilkan empat warna baru yang ditunjukkan pada Gambar 2.17.



Gambar 2.17 Campuran Warna Additif

Empat warna baru tersebut terdiri dari tiga warna sekunder dan satu warna tersier. Warna sekunder adalah warna yang dibentuk dari dua warna primer, sedangkan warna tersier dibentuk dari tiga warna primer. Irisan dari dua warna primer pada Gambar 2.17 merupakan warna sekunder yang dihasilkan dari paduan dua warna primer pembentuknya. Tiga warna sekunder tersebut adalah *cyan*, *magenta*, dan *yellow*. Warna sekunder yang didapat dari kombinasi dua warna primer ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Kombinasi Tiga Warna Primer.

Kombinasi Warna Primer	Warna Sekunder
Green+Blue	Cyan
Red+Blue	Magenta
Red +Green	Yellow

Setiap warna sekunder adalah komplemen dari satu warna primer. Gabungan dari dua warna primer merupakan komplemen dari warna primer yang lain, yang ditunjukkan pada Tabel 2.2. Pada Gambar 2.17 dapat dilihat bahwa warna primer dan komplemennya terletak saling berseberangan. Gabungan dari tiga warna primer atau sebuah warna primer dengan komplemennya menghasilkan warna tersier, yaitu *white*. Warna *white* pada Gambar 2.17 dapat dilihat dari irisan ketiga warna primer.



Tabel 2.2 Komplemen Warna Primer

Warna Sekunder	Kombinasi Warna Primer
Cyan	Red
Magenta	Green
Yellow	Blue

Dengan mengombinasikan tiga warna primer RGB maka dapat dihasilkan empat warna baru, sehingga total warna yang tersedia ada tujuh, yaitu *red*, *green*, *blue*, *cyan*, *magenta*, *yellow*, dan *white*. Rangkaian sensor warna terdiri dari Led RGB dan LDR, dibawah ini adalah penjelasan untuk Led RGB dan LDR.

- LED RGB

LED RGB adalah LED yang berisikan tiga warna LED yang terintegrasi menjadi satu lampu LED. LED RGB mengandung warna RED (merah), GREEN (hijau), dan BLUE (biru). Dengan tiga warna ini bisa membuat berbagai macam kombinasi warna.

LED RGB yang digunakan disini memiliki 2 kaki posisi kaki dapat dilihat pada gambar 2.18, masing-masing untuk warna R, G dan B dan satu lagi untuk GND atau katoda. LED merah bekerja dengan tegangan 2V, sedangkan biru dan hijau masing-masing 3,5V. Masing-masing LED membutuhkan arus sekitar 20mA, dengan demikian konsumsi total arusnya sekitar 60mA.

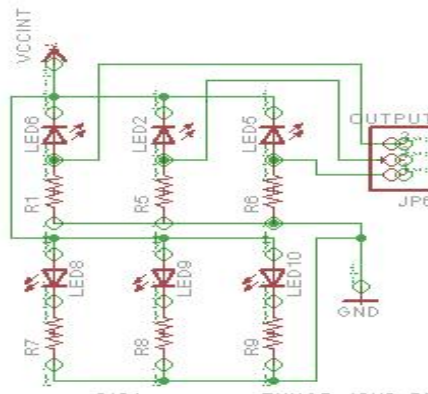


Gambar 2.18 LED RGB

Sumber : http://www.hero-ledstore.com/images/categories/pw5mm_rgb.jpg



LED RGB adalah tipe LED yang bisa dikontrol. LED RGB bisa kita atur warna yang ingin kita keluarkan, tidak terbatas 3 warna, melainkan kombinasi ke tiga warna dasar tersebut. Prinsip kerja dari sensor warna bisa dilihat pada gambar 2.19.



Gambar 2.19 Rangkaian Sensor Warna

Bagian sensor warna diatas terdiri dari sebuah rangkaian pembagi tegangan yang terdiri dari LDR, resistor, dan LED RGB 2 kaki. LDR digunakan untuk memaksimalkan intensitas penangkapan cahaya yang akan diterima oleh Led RGB. Apabila warna yang terdeteksi adalah warna merah maka Led *Red* akan aktif dan warna merah akan terbaca.

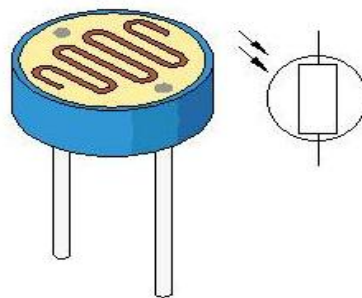
- LDR (*Light Dependent Resistor*)

Sensor Cahaya LDR (*Light Dependent Resistor*) adalah salah satu jenis resistor yang dapat mengalami perubahan resistansinya apabila mengalami perubahan penerimaan cahaya. Besarnya nilai hambatan pada Sensor Cahaya LDR (*Light Dependent Resistor*) tergantung pada besar kecilnya cahaya yang diterima oleh LDR itu sendiri.

LDR sering disebut dengan alat atau sensor yang berupa resistor yang peka terhadap cahaya. Biasanya LDR terbuat dari cadmium sulfida yaitu merupakan bahan semikonduktor yang



resistansinya berubah-ubah menurut banyaknya cahaya (sinar) yang mengenainya. Resistansi LDR pada tempat yang gelap biasanya mencapai sekitar $10\text{ M}\Omega$, dan ditempat terang LDR mempunyai resistansi yang turun menjadi sekitar $150\ \Omega$. Seperti halnya resistor konvensional, pemasangan LDR dalam suatu rangkaian sama persis seperti pemasangan resistor biasa. Simbol LDR dapat dilihat seperti pada gambar 2.20 berikut :



Gambar 2.20 Bentuk Fisik dan Simbol dari LDR

Sensor Cahaya LDR (*Light Dependent Resistor*) adalah suatu bentuk komponen yang mempunyai perubahan resistansi yang besarnya tergantung pada cahaya. Karakteristik LDR terdiri dari dua macam yaitu Laju *Recovery* dan Respon Spektral sebagai berikut :

- Laju *Recovery* Sensor Cahaya LDR (*Light Dependent Resistor*) Bila sebuah “Sensor Cahaya LDR (*Light Dependent Resistor*)” dibawa dari suatu ruangan dengan level kekuatan cahaya tertentu ke dalam suatu ruangan yang gelap, maka bisa kita amati bahwa nilai resistansi dari LDR tidak akan segera berubah resistansinya pada keadaan ruangan gelap tersebut. Namun LDR tersebut hanya akan bisa mencapai harga di kegelapan setelah mengalami selang waktu tertentu. Laju *recovery* merupakan suatu ukuran praktis dan suatu kenaikan nilai resistansi dalam waktu tertentu. Harga ini ditulis dalam K/detik, untuk LDR tipe arus harganya lebih besar dari 200K/detik (selama 20 menit pertama mulai dari level cahaya



100 lux), kecepatan tersebut akan lebih tinggi pada arah sebaliknya, yaitu pindah dari tempat gelap ke tempat terang yang memerlukan waktu kurang dari 10 ms untuk mencapai resistansi yang sesuai dengan level cahaya 400 lux.

- Respon Spektral Sensor Cahaya LDR (*Light Dependent Resistor*) Sensor Cahaya LDR (*Light Dependent Resistor*) tidak mempunyai sensitivitas yang sama untuk setiap panjang gelombang cahaya yang jatuh padanya (yaitu warna). Bahan yang biasa digunakan sebagai penghantar arus listrik yaitu tembaga, aluminium, baja, emas dan perak. Dari kelima bahan tersebut tembaga merupakan penghantar yang paling banyak, digunakan karena mempunyai daya hantar yang baik (TEDC,1998).

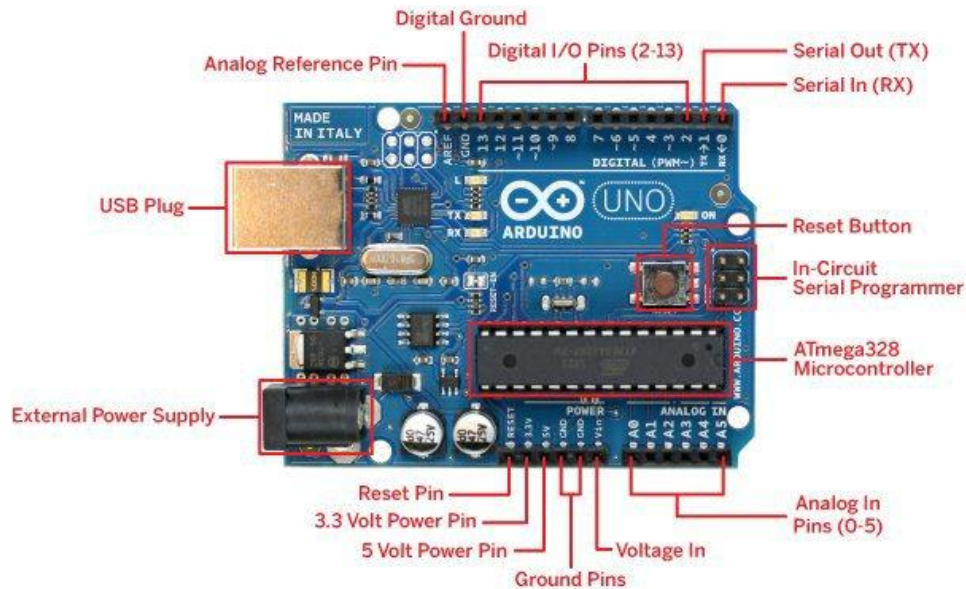
Prinsip Kerja Sensor Cahaya LDR (*Light Dependent Resistor*) Resistansi Sensor Cahaya LDR (*Light Dependent Resistor*) akan berubah seiring dengan perubahan intensitas cahaya yang mengenainya atau yang ada disekitarnya. Dalam keadaan gelap resistansi LDR sekitar $10M\Omega$ dan dalam keadaan terang sebesar $1K\Omega$ atau kurang. LDR terbuat dari bahan semikonduktor seperti kadmium sulfida. Dengan bahan ini energi dari cahaya yang jatuh menyebabkan lebih banyak muatan yang dilepas atau arus listrik meningkat. Artinya resistansi bahan telah mengalami penurunan.

2.3 Mikrokontroler Arduino Uno

Arduino Uno adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik *open source* yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah *chip* mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel. Arduino adalah sebuah *board* mikrokontroller yang berbasis ATmega328. Arduino memiliki 14 pin *input/output* yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM, 6 *analog*



input, crystal osilator 16 MHz, koneksi USB, jack power, kepala ICSP, dan tombol reset. Arduino mampu men-support mikrokontroller; dapat dikoneksikan dengan komputer menggunakan kabel USB. Berikut gambar 2.6 adalah pin-pin pada kit arduino uno yang digunakan pada rancangan alat ini:



Gambar 2.21 Board Arduino Uno ATmega328

Sumber : <http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno>

Pada gambar 2.21 terdapat 14 pin *output/input* yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM (*Pulse Width Modulation*), 6 *analog input*, *crystal osilator* 16 MHz dan tombol *reset*. Arduino tersebut digunakan sebagai *chip* mikrokontroler328, sebagai pengendali gerakan motor DC.

Fungsi PIN pada kit Arduino uno pada gambar 2.6 adalah sebagai berikut:

1. PIN Power

Arduino dapat diberikan *power* melalui koneksi USB atau *power supply*. Powernya dipilih secara otomatis. PIN power terdapat pada kaki 1 sampai kaki 6. *Power supply* dapat menggunakan adaptor DC atau baterai. Adaptor dapat dikoneksikan dengan mencolok *jack adaptor* pada koneksi port input *supply*. *Board* arduino dapat dioperasikan menggunakan *supply* dari luar sebesar 6 - 20 volt. Jika *supply* kurang dari



7V, kadangkala pin 5V akan menyuplai kurang dari 5 volt dan *board* bisa menjadi tidak stabil. Jika menggunakan lebih dari 12 V, tegangan di regulator bisa menjadi sangat panas dan menyebabkan kerusakan pada *board*. Rekomendasi tegangan ada pada 7 sampai 12 volt. Penjelasan pada pin power adalah sebagai berikut :

- **Vin**

Tegangan input ke board arduino ketika menggunakan tegangan dari luar (seperti yang disebutkan 5 volt dari koneksi USB atau tegangan yang diregulasikan). Pengguna dapat memberikan tegangan melalui pin ini, atau jika tegangan suplai menggunakan *power jack*, aksesnya menggunakan pin ini.

- **5V**

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

- **3V3**

Supply 3.3 volt didapat oleh FTDI chip yang ada di board. Arus maksimumnya adalah 50mA.

- **Pin Ground**

Pin Ground berfungsi sebagai jalur ground pada Arduino.

2. Memori

ATmega328 memiliki 32 KB flash memori untuk menyimpan kode, juga 2 KB yang digunakan untuk bootloader. ATmega328 memiliki 2 KB untuk SRAM dan 1 KB untuk EEPROM. Input dan Output Setiap 14 pin digital pada arduino dapat digunakan sebagai input atau output, menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()`, dan `digitalRead()`. *Input/output* dioperasikan pada 5 volt. Setiap pin dapat menghasilkan atau menerima maximum 40 mA dan memiliki internal pull-up resistor (disconnected oleh default) 20- 50 Kohms. Beberapa pin memiliki fungsi sebagai berikut :



- Serial : 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirim (TX) TTL data serial. Pin ini terhubung pada pin yang koresponding dari USB FTDI ke TTL chip serial.
- Interrupt eksternal : 2 dan 3. Pin ini dapat dikonfigurasi untuk trigger sebuah interap pada low value, rising atau falling edge, atau perubahan nilai.
- PWM : 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Mendukung 8-bit output PWM dengan fungsi analogWrite().
- LED : 13. Ini adalah dibuat untuk koneksi LED ke digital pin 13. Ketika pin bernilai HIGH, LED hidup, ketika pin LOW, LED mati.

3. Konektor USB

Konektor USB adalah soket untuk kabel USB yang disambungkan ke komputer atau laptop. Berfungsi untuk mengirimkan program ke Arduino dan juga sebagai port komunikasi serial.

4. Input dan Output Digital

Input/Output Digital atau digital pin adalah pin-pin untuk menghubungkan Arduino dengan komponen atau rangkaian digital. Input/Output digital pada KI arduino terdapat pada kaki 1 sampai kaki 13. Misalnya kalau ingin membuat LED berkedip, LED tersebut bisa dipasang pada salah satu pin I/O digital dan ground. Komponen lain yang menghasilkan output digital atau menerima input digital bisa disambungkan ke pin-pin ini.

5. Input Analog

Input Analog atau analog pin adalah pin-pin yang berfungsi untuk menerima sinyal dari komponen atau rangkaian analog. Misalnya dari potensiometer, sensor suhu, sensor cahaya, dan sebagainya.



6. Baterai/Adaptor

Soket baterai atau adaptor digunakan untuk menyuplai Arduino dengan tegangan dari baterai/adaptor 9V pada saat Arduino sedang tidak disambungkan ke komputer. Kalau Arduino sedang disambungkan ke komputer melalui USB, Arduino mendapatkan *supply* tegangan dari USB, jadi tidak perlu memasang baterai/adaptor saat memprogram Arduino.

2.3.1 ADC (Analog Digital Converter) Arduino

Analog To Digital Converter (ADC) adalah pengubah input analog menjadi kode – kode digital. ADC banyak digunakan sebagai pengatur proses industri, komunikasi digital dan rangkaian pengukuran/pengujian. Umumnya ADC digunakan sebagai perantara antara sensor yang kebanyakan analog dengan sistim komputer seperti sensor suhu, cahaya, tekanan/berat, aliran dan sebagainya kemudian diukur dengan menggunakan sistim digital (komputer).

Analog Digital Converter digunakan untuk mengubah mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital. Adapun persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Nilai ADC} = \frac{V_{in}}{V_{ref}} \times 1023$$

Dimana :

V_{in} = Tegangan pada input yang dipilih

V_{ref} = Tegangan referensi (5 Volt)

1024 = Resolusi ADC pada mikrokontroler Arduino Uno

Pin analog Arduino Uno dapat menerima nilai hingga 10 bit sehingga dapat mengkonversi data analog menjadi 1024 keadaan ($2^{10} = 1024$). Artinya nilai 0 merepresentasikan tegangan 0 volt dan nilai 1023 merepresentasikan tegangan 5 volt. Bagaimana jika tegangan 5 volt dikonversi menjadi data digital 10 bit ? Jadi dengan sebuah ADC 10 bit, apabila sinyal input analog yang diberikan nilainya antara 0 hingga 5 volt dengan maka perubahan satu bit digital merepresentasikan perubahan input analog sebesar $5/1024$ V atau sekitar 0,005 V artinya setiap 1 angka desimal mewakili tegangan sebesar 0,005 V.



Hal ini berarti bahwa perubahan sebesar 0,005 V pada sinyal input tidak akan menghasilkan perubahan apapun pada output digitalnya. Untuk mencari nilai ADC (*Analog Digital Converter*) dengan besar tegangan 2,5 V adalah sebagai berikut :

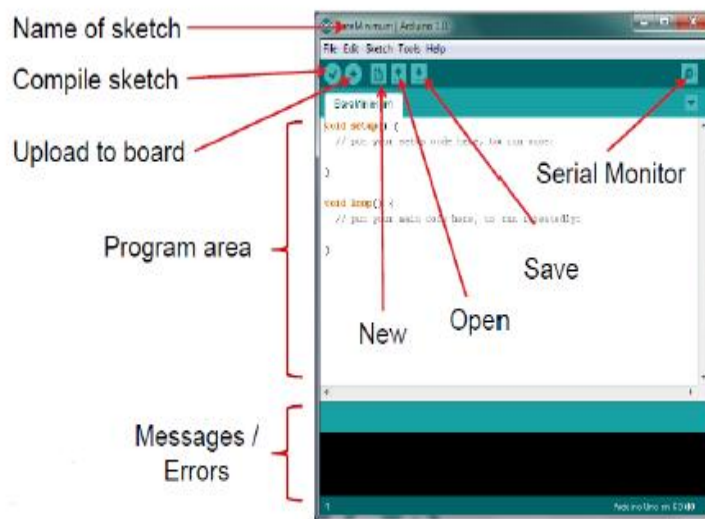
$$\begin{aligned} ADC &= \frac{2,5 V}{5 V} \times 1023 \\ &= 512_{(10)} \\ &= 10\ 0000\ 0000_{(2)} \end{aligned}$$

2.3.2 Kelebihan Arduino

- Develop project mikrokontroler akan menjadi lebih dan menyenangkan. tinggal colok ke USB, dan tidak perlu membuat downloader untuk mendownload program yang telah kita buat.
- Didukung oleh Arduino IDE, bahasa pemrograman yang sudah cukup lengkap librarynya.
- Terdapat modul yang siap pakai/shield yang bisa langsung dipasang pada board Arduino.
- Dukungan dokumentasi yang bagus dan komunitas yang solid.

2.3.3 Software Pemograman Arduino

Sehubungan dengan pembahasan untuk saat ini software Arduino yang akan digunakan adalah *driver* dan IDE, walaupun masih ada beberapa software lain yang sangat berguna selama pengembangan Arduino. Pada gambar 2.22 dibawah ini merupakan tampilan awal ketika membuka jendela software pemograman arduino.



Gambar 2.22 Tampilan awal software pemrograman arduino

Sumber : David Mellis (2012)

IDE Arduino adalah software yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan Java. IDE Arduino terdiri dari:

- *Editor* program, sebuah window yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa Processing.
- *Compiler*, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa Processing) menjadi kode biner. Bagaimanapun sebuah microcontroller tidak akan bisa memahami bahasa
- Processing. Yang bisa dipahami oleh microcontroller adalah kode biner. Itulah sebabnya compiler diperlukan dalam hal ini.
- *Uploader*, sebuah modul yang memuat kode biner dari Komputer ke dalam memori didalam papan Arduino.

2.3.3.1 Penginstalan Software Arduino

Adapun cara menginstalnya sebagai berikut :

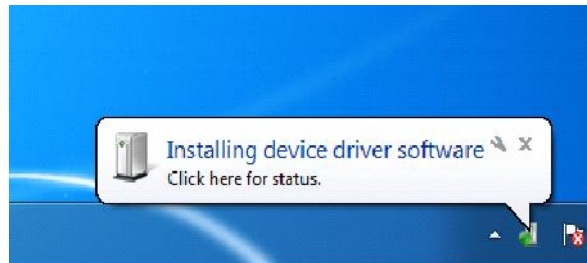
1. Hubungkan Arduino pada komputer menggunakan Kabel USB tipe B.



Gambar 2.23 Kabel USB tipe B

Sumber : David Mellis (2012)

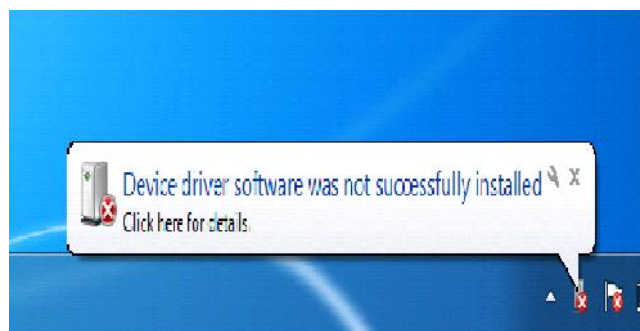
2. Pada bagian bawah kanan dekstop akan muncul Popup installing device driver software seperti pada gambar di bawah ini .



Gambar 2.24 Popup installing device driver software

Sumber : David Mellis (2012)

3. Sistem windows 7 tidak mendukung driver untuk arduino, seperti gambar di bawah, oleh karena itu harus dilakukan penginstalan secara manual.



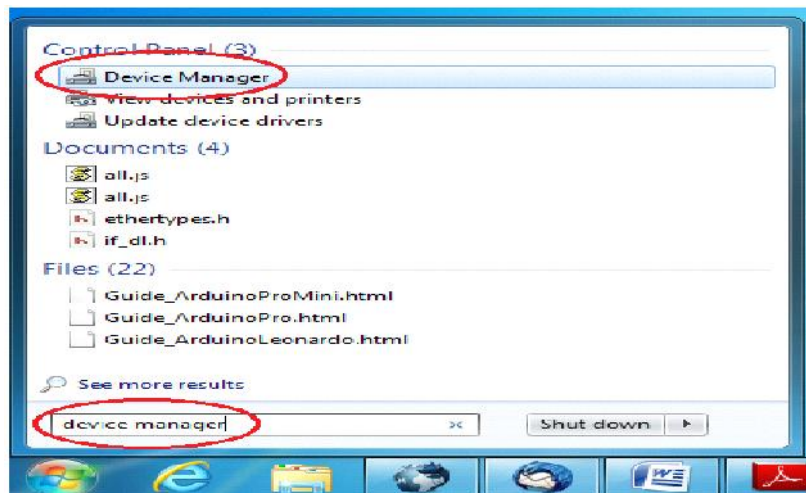
Gambar 2.25 Popup installing device driver software

Sumber : David Mellis (2012)

4. Buka *device manager*, pada bagian *search program and files* ketikkan "*Device Manager*" tanpa tanda kutip. Perhatikan gambar



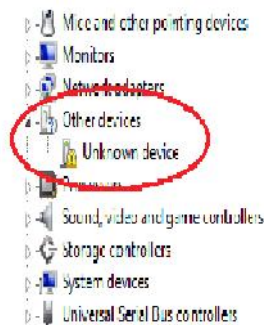
di bawah ini pada bagian *control panel* akan muncul *device manager*, klik untuk menjalankan programnya.



Gambar 2.26 Control Panel Instalasi Software Arduino Uno

Sumber : David Mellis (2012)

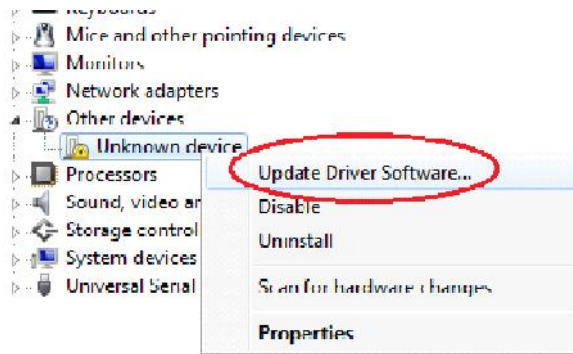
5. Cari *unknown device* yang berada di *other device*, biasanya muncul tanda seru berwarna kuning yang bermakna *driver* belum terinstal sempurna.



Gambar 2.27 Unknown Device Instalasi Software Arduino Uno

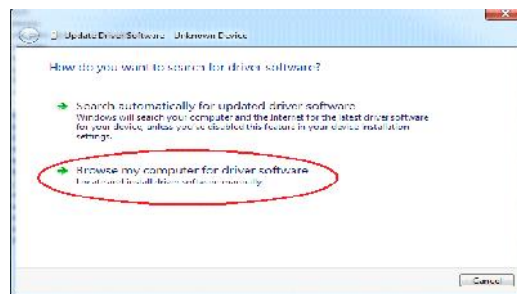
Sumber : David Mellis (2012)

6. Klik kanan pada arduino kemudian pilih *Update Driver Software*.



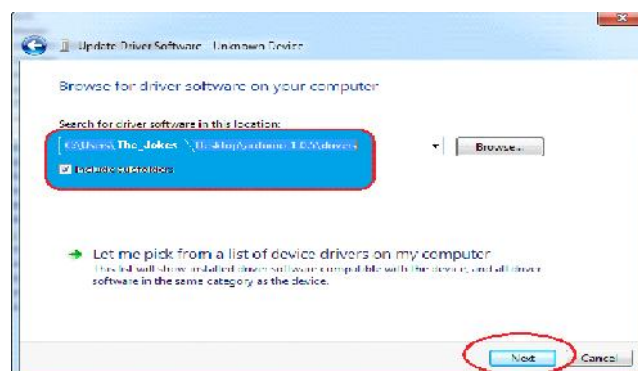
Gambar 2.28 Update Driver Software Instalasi Software Arduino Uno
Sumber : David Mellis (2012)

7. Pilih *Browser my computer for driver software*.



Gambar 2.29 Instalasi Software Arduino Uno
Sumber : David Mellis (2012)

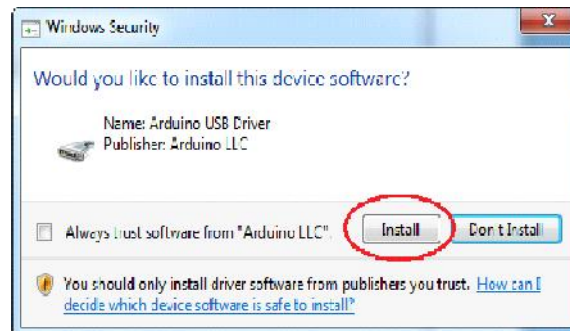
8. Arahkan lokasi tempat penyimpanan instalasi menuju ...\arduino1.0.5\drivers Pastikan *check box include sub folder* dicentang. Klik NEXT untuk melanjutkan proses instalasi.



Gambar 2.30 Tempat penyimpanan Software Arduino Uno
Sumber : David Mellis (2012)



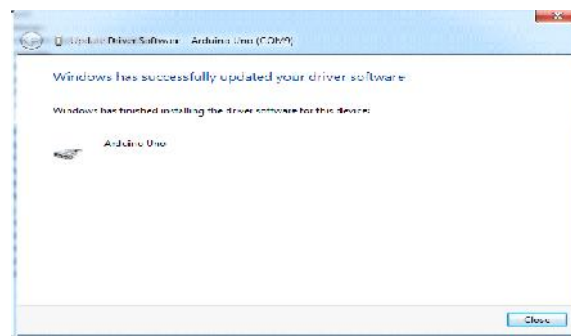
9. Lanjutkan dengan cara mengklik instal pada tampilan *windows security*.



Gambar 2.31 Tampilan Windows pada Security Instalasi Software Arduino Uno

Sumber : David Mellis (2012)

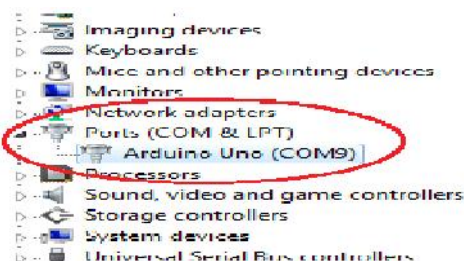
10. Jika proses instalasi berhasil, akan muncul tampilan yang menyatakan bahwa proses instalasi telah berjalan sukses.



Gambar 2.32 Tampilan Instalasi Software Arduino Uno berhasil

Sumber : David Mellis (2012)

11. Perhatikan dan ingat nama COM Arduino, Karena nama COM tersebut akan di pakai setelah anda memprogram pada Arduino untuk di upload ke Arduino itu sendiri.



Gambar 2.33 Tampilan COM pada Software Arduino Uno

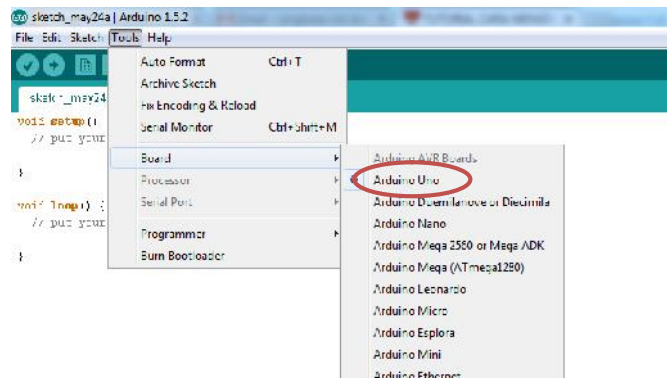
Sumber : David Mellis (2012)



2.3.3.2 Pemrograman Dengan Software Arduino

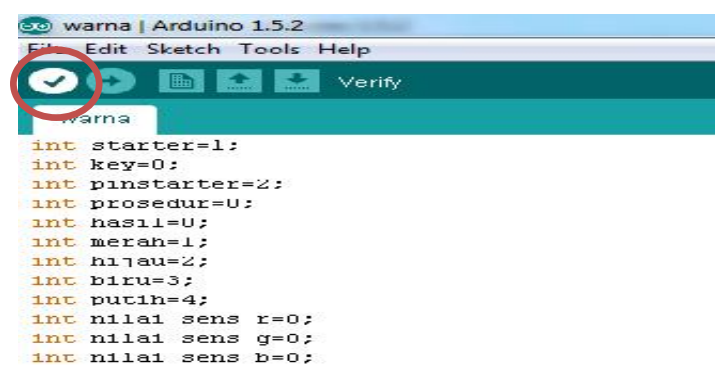
Adapun cara pemrograman software Arduino sebagai berikut :

1. Siapkan Arduino software terlebih dahulu
2. Pastikan sudah terdeteksi com portnya arduino
3. Pilih board Arduino Uno pada *software*



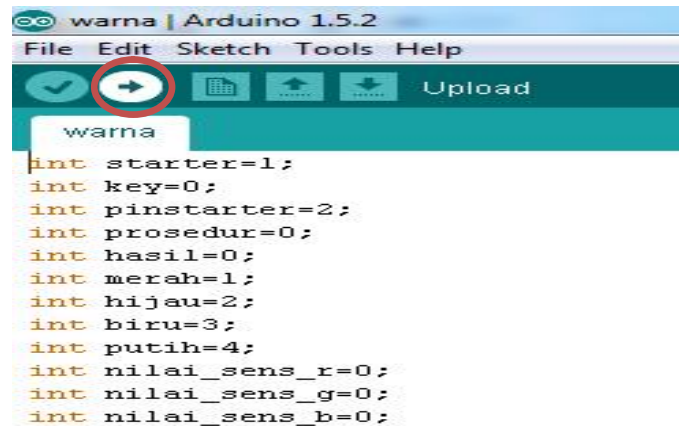
Gambar 2.34 Tampilan Board Arduino pada Software Arduino Uno

4. Pilih *com* yang sesuai dengan *driver Arduino* yang sudah terinstall
5. Tulis program sesuai yang diinginkan
6. Setelah program selesai dibuat verifikasi program untuk mendeteksi ada tidaknya kesalahan dalam pembuatan program dengan cara mengklik tanda verify.



Gambar 2.35 Tampilan menu *Verify* pada Software Arduino Uno

7. setelah program selesai di verifikasi klik upload untuk menjalankan program

Gambar 2.36 Tampilan menu *Upload* pada Software Arduino Uno

2.4 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah motor dengan sistem umpan balik tertutup di mana posisi dari motor akan di informasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian gear, potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor.



Gambar 2.37 Motor Servo

Sumber :

http://www.robotiksisitem.com/servo_motor_types_properties.html



Karena motor DC servo merupakan alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik, maka magnet permanen motor DC servo-lah yang mengubah energi listrik ke dalam energi mekanik melalui interaksi dari dua medan magnet. Salah satu medan dihasilkan oleh magnet permanen dan yang satunya dihasilkan oleh arus yang mengalir dalam kumparan motor. Resultan dari dua medan magnet tersebut menghasilkan torsi yang membangkitkan putaran motor tersebut. Saat motor berputar, arus pada kumparan motor menghasilkan torsi yang nilainya konstan.

Spesifikasi motor servo :

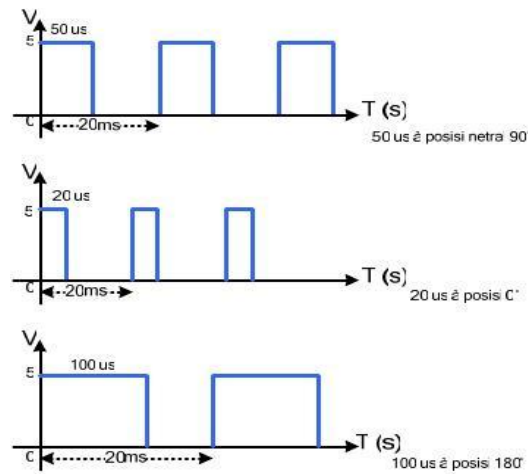
- 3 jalur : power, ground, dan kontrol.
- Sinyal kontrol mengendalikan posisi.
- Operasional dari motor servo dikendalikan oleh sebuah pulsa selebar ± 20 ms, dimana lebar pulsa antara 0,5 ms dan 2 ms menyatakan akhir dari *range* sudut maksimum.
- Konstruksi di dalamnya meliputi *internal gear*, potensiometer, dan *feedback* kontrol.

2.4.1 Jenis-Jenis Motor Servo

2.4.1.1 Motor Servo Standar 180°

Motor servo jenis ini merupakan motor yang hanya mampu bergerak dua arah dan mempunyai defleksi masing-masing sudut mencapai 90° sehingga total defleksi sudut dari kanan, tengah dan kiri adalah 180°.

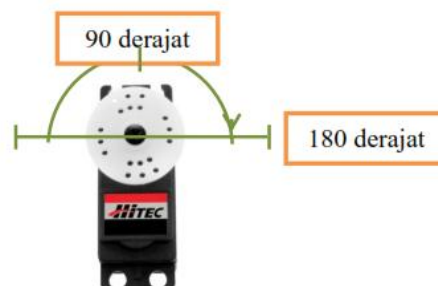
Pengaturan motor servo diperlukan untuk mengetahui gerakan dari motor servo dan pulsa yang harus kita berikan untuk bergerak ke kanan atau bergerak ke kiri. Teknik PWM (*Pulse Width Modulation*) digunakan untuk mengatur sudut motor servo jenis *standard* 180° ini dapat kita lihat pada gambar 2.38. Pada motor servo jenis *standard* 180° memiliki 3 sudut yaitu pada saat kondisi sudut 0°, 90° dan 180°.



Gambar 2.38 Teknik PWM Untuk Mengatur Sudut Motor Servo Standar 180°

Sumber : http://www.servocity.com/html/how_do_servos_work_.html

Sudut dari motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor. Sebagai contoh, dengan pulsa $50\mu\text{s}$ pada periode *delay* selebar 20ms maka sudut dari motor servo akan berada pada posisi netral atau 90° sedangkan pada saat pulsa $\leq 20\mu\text{s}$ pada periode *delay* selebar 20ms maka sudut dari motor servo akan berada pada posisi 0° dan untuk pulsa $100\mu\text{s}$ pada periode *delay* selebar 20ms maka sudut dari motor servo akan berada pada posisi 180° . Pada motor servo *standard* 180° semakin lebar pulsa *off* maka akan semakin besar gerakan sumbu ke arah jarum jam dan semakin kecil pulsa *off* maka akan semakin besar gerakan sumbu berlawanan dengan arah jarum jam sehingga semakin besar pulsa yang masuk melalui kaki pin motor servo maka semakin besar sudut yang dihasilkan.



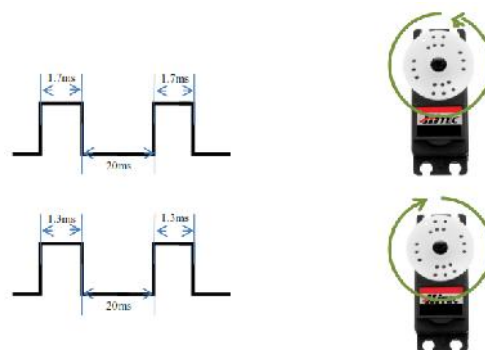
Gambar 2.39 Arah Putaran Motor Servo Standar

Sumber : http://www.servocity.com/html/how_do_servos_work_.html



2.4.1.2 Motor Servo Continuous 360°

Prinsip kerja dari motor servo *continuous* sedikit berbeda dari motor servo standar. Untuk menggerakkan motor servo ke kanan atau ke kiri, tergantung dari nilai delay yang kita berikan. Untuk membuat servo pada posisi center, berikan pulsa 1.5ms dan untuk memberikan pulsa $\leq 1.3\text{ms}$ motor servo akan berputar searah jarum jam dengan besar putaran sumbu ditentukan oleh besar pulsa on pada motor sedangkan untuk membuat motor servo *continuous* berputar berlawanan dengan arah jarum jam dapat memberikan pulsa pulsa $\geq 1.7\text{ms}$, dan dengan besar pulsa *on* yang digunakan, dapat menentukan besar putaran untuk berlawanan dengan arah jarum jam. Teknik PWM (*Pulse Width Modulation*) pada motor servo *continuous* dapat dilihat pada gambar 2.40. Pada motor servo *continuous* mampu bergerak dua arah yaitu searah jarum jam dan berlawanan dengan arah jarum jam tanpa adanya batasan defleksi sudut putar (dapat berputar secara kontinyu sehingga motor ini berputar 360°).



Gambar 2.40 Arah Putaran Motor Servo *Continuous* 360°

Sumber : http://www.servocity.com/html/how_do_servos_work_.html

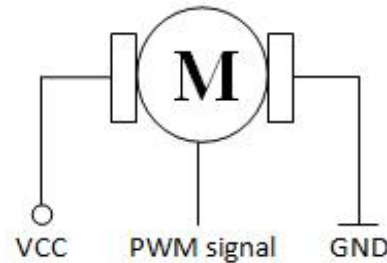
2.4.2 Konstruksi Motor Servo

Motor servo merupakan motor yang berputar lambat, dimana biasanya ditunjukkan oleh *rate* putarannya yang lambat, namun demikian memiliki torsi yang kuat karena pada *internal gear*-nya.

Motor Servo memiliki 3 kabel yaitu *orange* sebagai I/O pin, merah sebagai Vcc dan coklat sebagai *ground*. Dengan demikian kita dapat mengontrol motor servo melalui kabel I/O yang berwarna *orange*.



Pada gambar 2.41 dibawah ini merupakan pin-pin dan pengkabelan dari motor servo yang dihubungkan pada rangkaian pengontrol.



Gambar 2.41 Pin Out Kabel Motor Servo
Sumber : Philip Connolly dan Smeed (1970)

Di dalam sebuah motor servo terdapat beberapa karakteristik, yaitu:

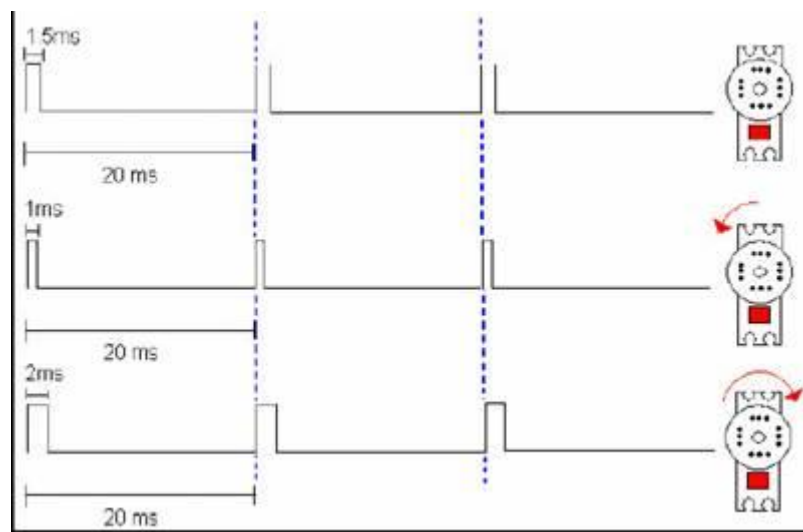
- Sinyal control mengendalikan posisi.
- Operasional dari motor servo dikendalikan oleh pulsa sebesar 20ms, dimana lebar pulsa antara $20\mu\text{s}$ dan $100\mu\text{s}$ menyatakan akhir dari *range* sudut maksimum.
- Konstruksi didalamnya meliputi *internal gear*, potensiometer dan *feedback control*.

Didalam motor servo terdapat potensiometer yang digunakan sebagai sensor posisi. Potensiometer tersebut dihubungkan dengan *output shaft* untuk mengetahui sudut posisi dari *output gear* pada motor servo. Ketika motor DC (*direct current*) di berputar, maka *output shaft* juga berputar dan sekaligus memutar potensiometer. Rangkaian kontrol kemudian dapat membaca kondisi potensiometer tersebut untuk mengetahui posisi *aktual shaft*. Jika posisinya sesuai dengan yang diinginkan, maka motor DC akan berhenti. Sudut operasi motor servo (*operating angle*) bervariasi tergantung jenis motor servo.

Pulse Width Modulation (PWM) merupakan suatu cara proses pengaturan kecepatan secara digital yang digunakan pada motor servo dengan memberikan pulsa-pulsa untuk waktu *on* dan *off* atau sebuah cara pengalihan daya dengan menggunakan sistem lebar pulsa untuk mengemudikan kecepatan putaran motor DC yang ada di dalam motor servo. Perbandingan panjang waktu *on* (*high*) yang



lebih lama dari pada waktu *off* (*low*) akan membuat motor servo berputar lebih cepat. (Applied Robotics , Wise, 1999). Metode PWM dikerjakan oleh mikrokontroler. Metode PWM ini akan mengatur lebar atau sempitnya periode pulsa aktif yang dikirimkan oleh mikrokontroler ke *driver* motor yang ada di dalam motor servo.



Gambar 2.42 Pensinyalan Pada Motor Servo

Sumber : http://www.servocity.com/html/how_do_servos_work_.html

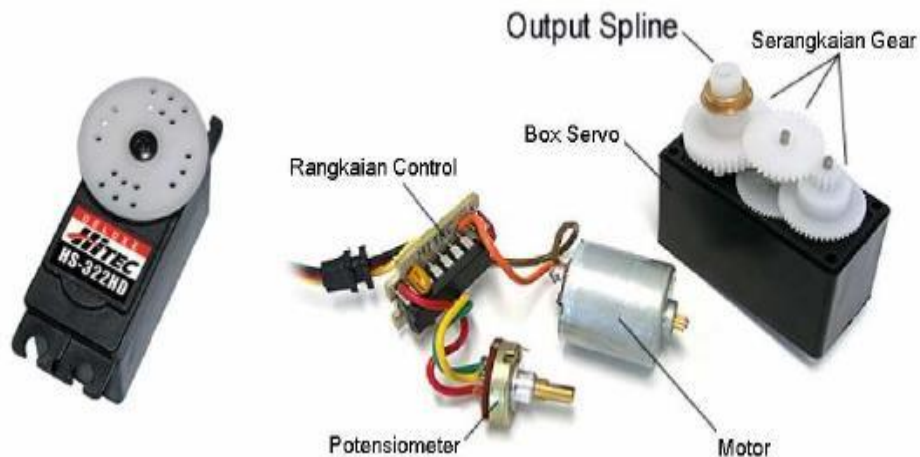
Tabel 2.3 Nilai Pensinyalan Motor Servo

Input Pulsa	Derajat
1 ms	0
1,25 ms	45
1,5 ms	90
1,75 ms	135
2 ms	180

Pada dasarnya penggunaan servo menggunakan cara yang sama, yaitu dengan memberikan lebar pulsa tertentu pada sudut putarnya. Untuk servo standard, sudut putarnya adalah 180 derajat yang dapat dioperasikan dalam dua arah (*clock wise / counter clock wise*). Pada gambar 2.43 diatas merupakan lebar



pulsa yang dibutuhkan untuk mengoperasikan motor servo standard. Pulsa diatas harus diberikan secara terus menerus, agar motor servo mempertahankan posisinya sesuai dengan pulsa yang diberikan. Pada gambar 2.43 merupakan *internal gear* dan kontrol elektronik untuk mengatur pergerakan dari motor.



Gambar 2.43 Konstruksi Motor Servo

Sumber : http://www.servocity.com/html/how_do_servos_work_.html

2.4.3 Prinsip Kerja Motor Servo

Dalam hal pemberian pulsa dari mikrokontroler ke motor servo tidak memerlukan rangkaian *driver* tambahan, karena di dalam sebuah motor servo sudah terdapat *internal gear* dan rangkaian *driver* yang memungkinkan servo dapat langsung dihubungkan ke mikrokontroler. Seperti yang telah kita ketahui sebelumnya pemberian besar pulsa dari mikrokontroler menentukan besar sudut yang harus dilakukan oleh motor servo. Pengaturan sudut motor servo diperlukan untuk mengetahui gerakan dari motor servo dan pulsa yang harus diberikan ke motor servo dalam pergerakan ke kanan atau ke kiri. Dari pulsa yang kita berikan kita dapat melihat gerakan dari motor servo.

Motor servo dikendalikan dengan cara mengirimkan sebuah pulsa yang lebar pulsanya bervariasi. Pulsa tersebut dimasukkan melalui kabel kontrol motor servo. Sudut atau posisi *shaft* motor servo akan diturunkan dari lebar pulsa. Biasanya lebar pulsanya antara $20\mu\text{s}$ sampai $100\mu\text{s}$ dengan periode pulsa sebesar



20ms. Lebar pulsa akan mengakibatkan perubahan posisi pada servo. Misalnya sebuah pulsa $50\mu\text{s}$ akan memutar motor pada posisi 90^0 (posisi netral). Agar posisi servo tetap pada posisi ini, maka pulsa harus terus diberikan pada servo. Jadi meskipun ada gaya yang melawan, servo akan tetap bertahan pada posisinya. Gaya maksimum servo tergantung dari rentang torsi servo.

Ketika sebuah pulsa yang dikirim ke servo kurang dari $50\mu\text{s}$, servo akan berputar *counter clock wise* menuju ke posisi tertentu dari posisi netral. Jika pulsa yang dikirim lebih dari $50\mu\text{s}$, servo akan berputar *clock wise* menuju ke posisi tertentu dari posisi netral. Setiap servo memiliki spesifikasi lebar pulsa minimum dan maksimum sendiri-sendiri, tergantung jenis dan *merk* servo. Umumnya antara $20\mu\text{s}$ sampai $100\mu\text{s}$.

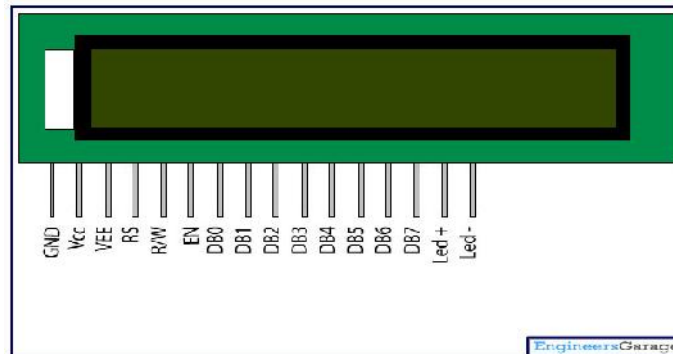
2.5 LCD (Liquid Crystal Display)

LCD/Liquid Crystal Display 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 2.44 menunjukkan bentuk fisik dari LCD.



Gambar 2.44 Bentuk Fisik LCD
Sumber : Engineersgarage (2012)



Gambar 2.41 Konfigurasi Pin pada LCD

Sumber : Engineersgarage (2012)

Berdasarkan gambar 2.41 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.