

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Definisi Robot

Robot adalah sebuah alat mekanik yang dapat melakukan tugas fisik, baik menggunakan pengawasan dan kontrol manusia, ataupun menggunakan program yang telah didefinisikan terlebih dahulu (kecerdasan buatan). Istilah robot berawal dari bahasa Cheko "*robota*" yang berarti pekerja atau kuli yang tidak mengenal lelah atau bosan. Berikut ini adalah beberapa definisi tentang robot dari berbagai sumber :

1. Dari kamus "*Webster*" pengertian robot adalah : *An automatic device that performs function ordinarily ascribed to human beings* (sebuah alat otomatis yang melakukan fungsi berdasarkan kebutuhan manusia).
2. Dari kamus "*Oxford*" pengertian robot adalah : *A machine capable of carrying out a complex series of actions automatically, especially one programmed by a computer* (sebuah mesin yang mampu melakukan serangkaian tugas rumit secara otomatis, terutama yang diprogram oleh komputer).
3. "*Robot Institute of America*" mendefinisikan robot sebagai : *A reprogrammable multifunctional manipulator designed to move materials, parts, tools or other specialized devices through variable programmed motions for the performance of a variety of task* (sebuah manipulator multifungsi yang mampu diprogram, didesain untuk memindahkan material, komponen, alat, atau benda khusus lainnya melalui serangkaian gerakan terprogram untuk melakukan berbagai tugas).
4. "*International Organization for Standardization*" (ISO 8373) mendefinisikan robot sebagai : *An automatically controlled, reprogrammable, multipurpose, manipulator programmable in three or more axes, which may be either fixed in place or mobile for use in industrial automation applications* (sebuah manipulator yang terkendali, multifungsi, dan mampu diprogram untuk bergerak dalam tiga axis atau lebih, yang tetap



berada di tempat atau bergerak untuk digunakan dalam aplikasi otomasi industri).

Robot biasanya digunakan untuk tugas yang berat, berbahaya, pekerjaan yang berulang dan kotor. Penggunaan robot lainnya termasuk untuk pembersihan limbah beracun dan berbahaya, penjelajahan bawah air dan luar angkasa, pertambangan, pekerjaan *search and rescue*, dan untuk pencarian tambang. Belakangan ini robot mulai memasuki pasaran konsumen dibidang hiburan, dan alat pembantu rumah tangga, seperti penyedot debu, dan pemotong rumput.

## 2.2 Robot Industri

Robot industri adalah komponen utama dalam teknologi otomasi yang dapat berfungsi sebagai layaknya buruh atau pekerja yang dapat bekerja terus-menerus tanpa lelah. Otomasi sendiri didefinisikan sebagai teknologi yang berlandaskan pada aplikasi sistem mekanik, elektronik dan komputer.<sup>[2]</sup>

Komponen utama robot industri terdiri dari 4 bagian, yaitu :

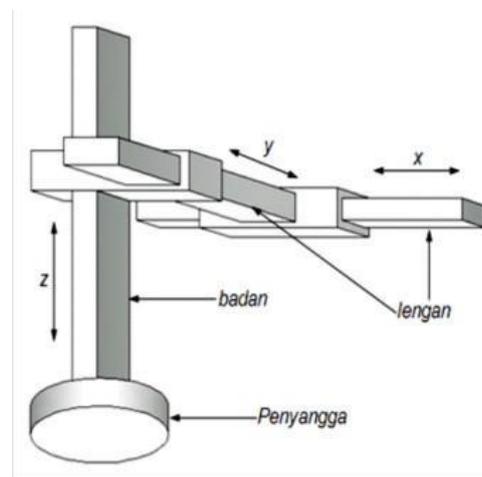
1. Manipulator : merupakan bagian mekanik yang dapat difungsikan untuk memindahkan, mengangkat dan memanipulasi benda kerja.
2. Sensor : merupakan komponen berbasis instrumentasi (pengukuran) yang berfungsi sebagai pemberi informasi tentang berbagai keadaan atau kedudukan dari bagian-bagian manipulator.
3. Aktuator : merupakan penggerak yang jika dilihat dari prinsip penghasil geraknya dapat dibagi menjadi 3 bagian, yaitu penggerak berbasis motor listrik (motor: DC, Servo, Stepper, AC, dsb.), penggerak pneumatik (berbasis kompresi gas: udara, nitrogen, dsb.) dan penggerak hidraulik (berbasis kompresi benda cair: minyak pelumas, dsb.).
4. Kontroler : merupakan rangkaian elektronik berbasis mikroprosesor atau mikrokontroler yang berfungsi sebagai pengatur seluruh komponen dalam bentuk fungsi kerja.



### 2.2.1 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 :

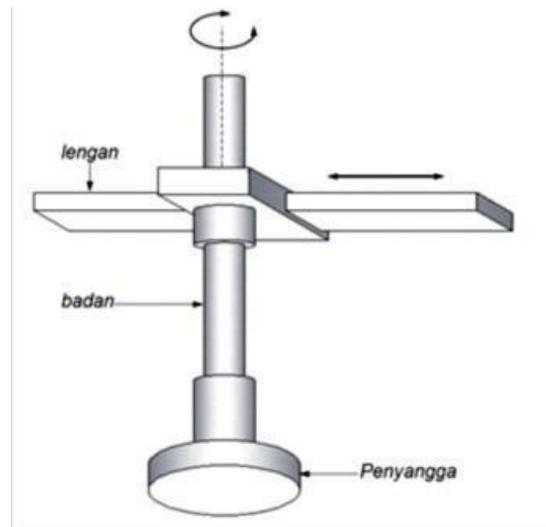
1. Robot *Cartesian*, Struktur robot ini terdiri dari tiga sumbu linier (*prismatic*). Masing-masing sumbu dapat bergerak ke area sumbu x-y-z. Keuntungan robot ini adalah pengontrolan posisi yang mudah dan mempunyai struktur yang lebih kokoh. Gambar 2.1 menunjukkan struktur dari robot *Cartesian*.



**Gambar 2.1** Struktur Robot *Cartesian*

(Sumber : Endra Pitowarno, *Robotika Desain, Kontrol, dan Kecerdasan Buatan. ANDI, Yogyakarta, 2006, Hal. 18*)

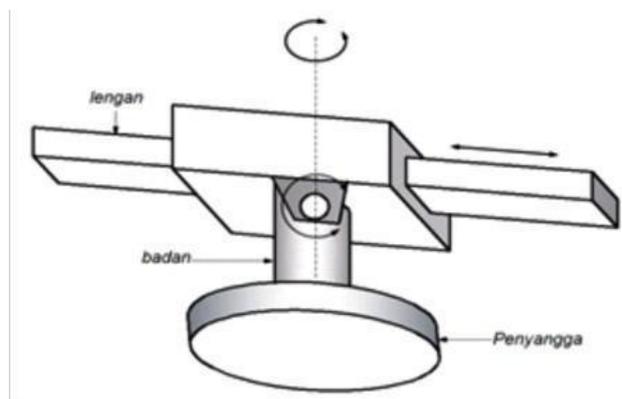
2. Robot Silindris, struktur dasar dari robot silindris adalah teridiri dari *Horizontal Arm* dan *Vertical Arm* yang dapat berputar pada *basel* landasannya. Jika dibandingkan dengan robot *cartesian*, robot silindris mempunyai kecepatan gerak lebih tinggi dari *end effector*-nya. Tapi kecepatan tersebut tergantung momen inersia dari beban yang dibawahnya. 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 struktur yang kokoh untuk tugas mengangkat beban. Gambar 2.2 menunjukkan struktur robot Silindris.



**Gambar 2.2** Struktur Robot Silindris

(Sumber : Endra Pitowarno, *Robotika Desain, Kontrol, dan Kecerdasan Buatan. ANDI, Yogyakarta, 2006, Hal. 17*)

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.



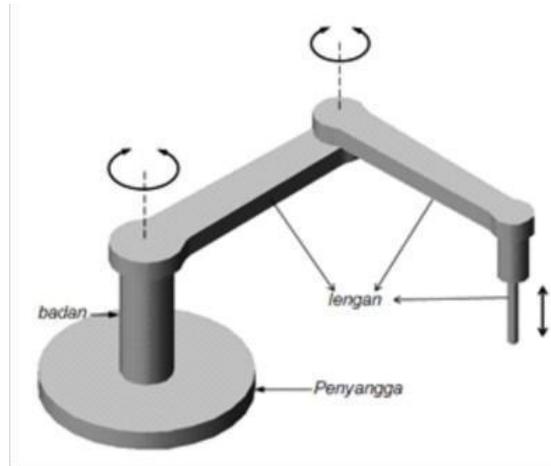
**Gambar2.3** Struktur Robot *Spheris*

(Sumber : Endra Pitowarno, *Robotika Desain, Kontrol, dan Kecerdasan Buatan. ANDI, Yogyakarta, 2006, Hal. 17*)

4. Robot SCARA (*Selective Compliance Assembly Robot Arm*), Robot *Assembly* dapat didesain menurut koordinat *cartesian*, silindris maupun *spheris*. Pada beberapa aplikasi hanya membutuhkan sumbu gerak vertikal, misalnya robot *assembly* yang memasang komponen pada PCB. Robot ini



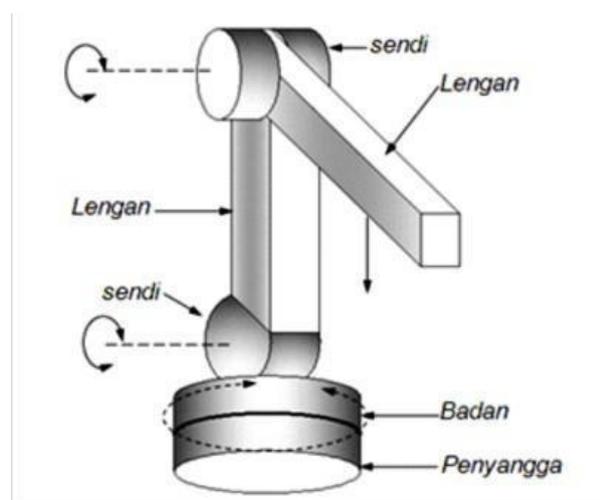
mempunyai lengan dengan dua artikulasi, sedangkan *wrist* mempunyai gerakan linier dan *rolling*. Struktur robot *assembly* dapat dilihat pada gambar 2.4.



**Gambar 2.4** Struktur Robot SCARA

(Sumber : Endra Pitowarno, *Robotika Desain, Kontrol, dan Kecerdasan Buatan. ANDI, Yogyakarta, 2006, Hal. 20*)

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 dapat dilihat pada gambar 2.5.



**Gambar 2.5** Struktur Robot Artikulasi

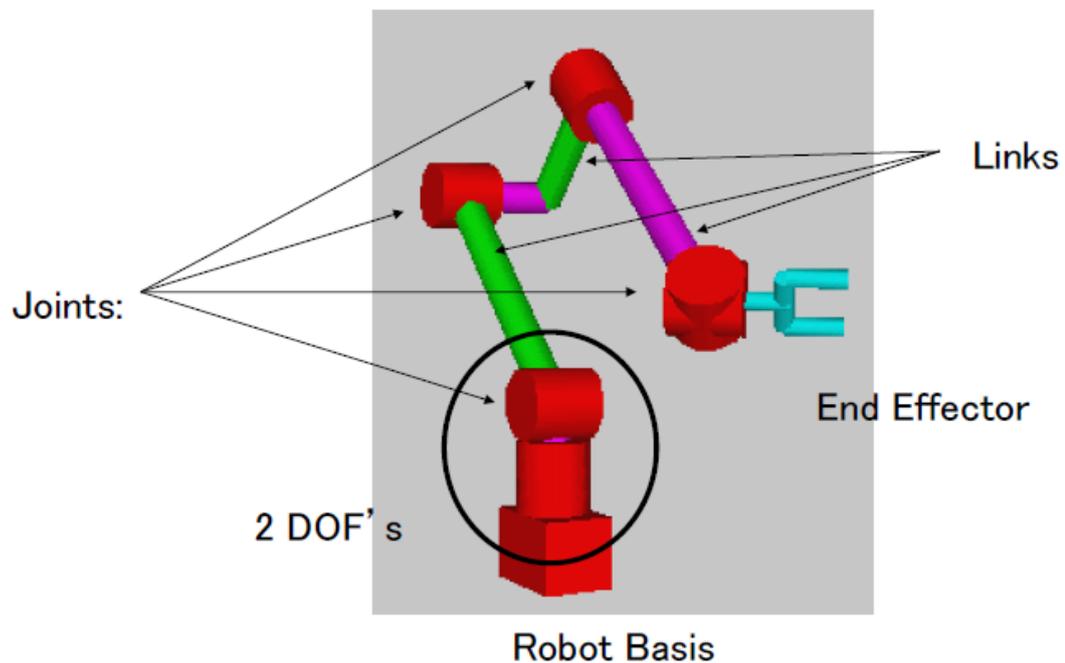
(Sumber : Endra Pitowarno, *Robotika Desain, Kontrol, dan Kecerdasan Buatan. ANDI, Yogyakarta, 2006, Hal. 19*)



### 2.2.2 Konsep Dasar Manipulator Robot

Seperti dijelaskan dalam subbab robot Industri sebelumnya bahwa manipulator merupakan bagian mekanik yang dapat difungsikan untuk memindahkan, mengangkat dan memanipulasi benda kerja. Dengan kata lain manipulator merupakan sekumpulan hubungan mekanik yang terdiri dari rangkaian *kinematic* berupa *link*, sebagai rangkaian umpan balik terbuka maupun rangkaian umpan balik tertutup yang dihubungkan dengan sendi-sendi dan dapat melakukan gerakan-gerakan secara bebas. Beberapa istilah dalam manipulator robot yaitu :

1. *Link* (sambungan) merupakan bagian-bagian kerangka yang kaku dihubungkan secara bersamaan sehingga membentuk suatu rangkaian kinematik.
2. *Joint* (Sendi) yaitu koneksi antar *link* yang dapat menentukan pergerakan. Perhatikan Gambar 2.6.



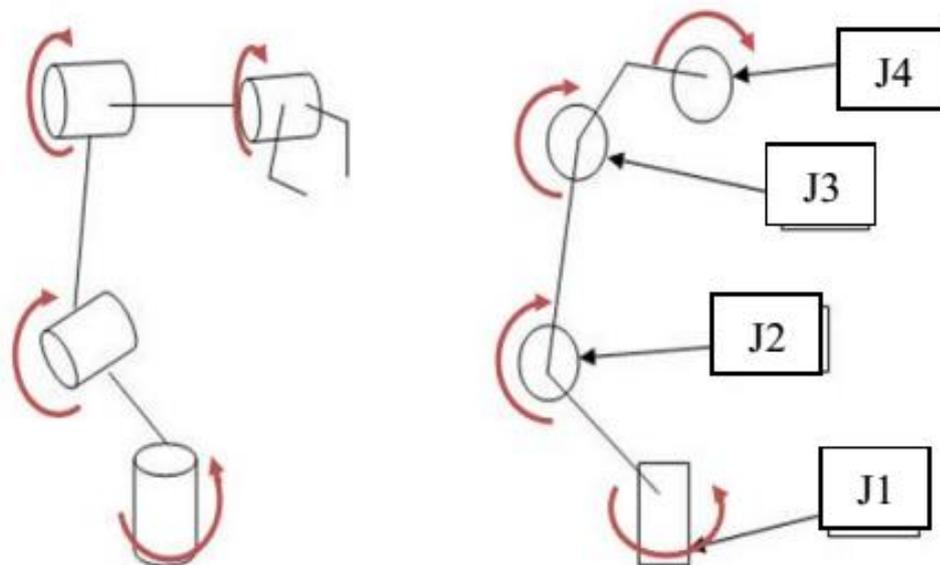
**Gambar 2.6.** *Link dan Joint pada Lengan Robot*  
(Sumber : Denavit Hartenberg representation – examples.pdf)

3. *Degree Of Freedom* (derajat kebebasan) adalah sambungan pada lengan, dapat dibengkokkan, diputar, maupun digeser.



Derajat kebebasan digunakan untuk mengetahui cara robot bergerak, tingkat kerumitan algoritma kendali dan jumlah motor lengan robot yang digunakan. Penentuan jumlah DOF dilakukan berdasarkan jumlah gerakan yang dapat dilakukan oleh lengan robot atau jumlah aktuator lengan robot.

Ruang kerja robot atau ruang jangkauan robot adalah semua tempat yang dapat dijangkau oleh end effector. Hal ini tergantung pada sudut derajat kebebasan dan panjang jangkauan lengan. Ruang kerja ini juga bergantung pada konfigurasi yang dibuat. Kaidah Denavit-Hartenberg merupakan aturan yang digunakan dalam perancangan robot yang diperkenalkan oleh Jaques Denavit dan Ricard S Hartemberg. Aturan tersebut menyatakan hanya terdapat dua gerakan yang mungkin terjadi yaitu bergeser dan berputar serta hanya terdapat 3 sumbu yang dapat terjadi yaitu sumbu x, y dan z. Contoh dari penggambaran lengan robot 4 DOF dapat dilihat pada gambar 2.7.



**Gambar 2.7** Contoh Penggambaran Lengan robot 4 DOF  
(Sumber : <http://ptemutiah.blogspot.co.id/2012/12/pengantar-robotika.html>)



Secara umum manipulator lengan robot itu terdiri dari :

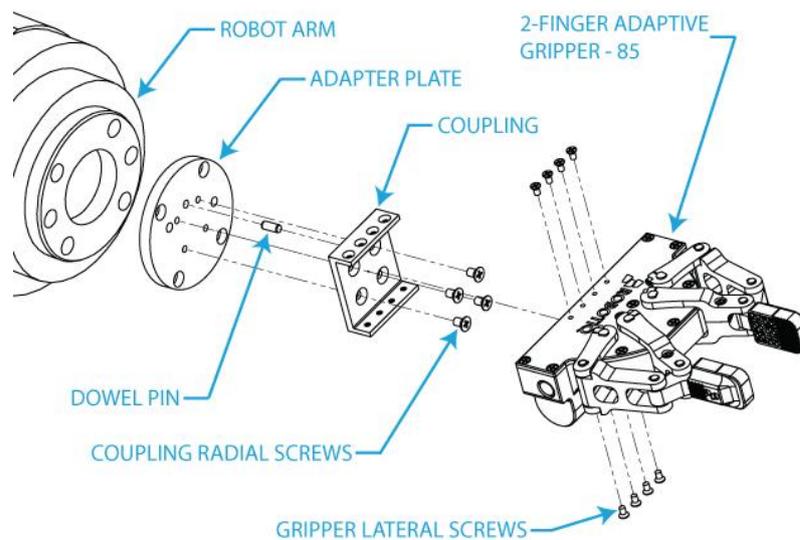
1. Mekanik tangan (*Mechanical Arm*)

Merupakan pembentukan utama konstruksi pada lengan robot, dimana pembentukannya disesuaikan dengan kebutuhan dari lengan robot dan pengendalian lengan robot tersebut.

2. *End Effector*

Merupakan suatu komponen pada lengan robot yang mempunyai fungsi mencengkram suatu objek tertentu untuk dipegang atau dipindahkan. *End-Effector* terdiri dari berbagai jenis, antara lain :

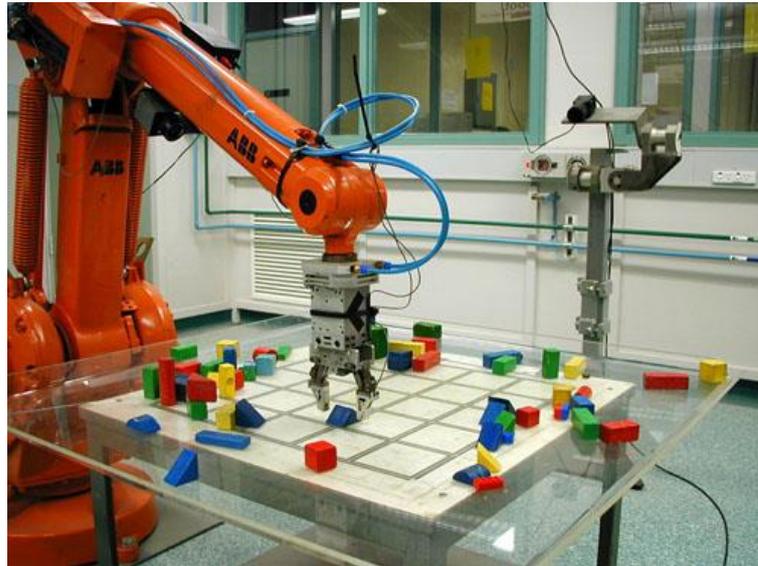
- a. *Gripper* (Pencengkraman), merupakan suatu piranti yang digunakan untuk mencengkram suatu objek. Seperti ditunjuk pada gambar 2.8.



**Gambar 2.8** Contoh *Gripper* Pencengkram

(Sumber : <httpsupport.robotiq.comdisplayAGB3.3+Mechanical+connections>)

- b. *Tool* (Peralatan), merupakan suatu piranti yang digunakan pada robot tertentu untuk melakukan operasi pada suatu objek, misalnya : alat pemotong, alat las, mesin bor, *grinding*, dll. Gambar 2.9 menunjukkan contoh *End Effector*.



**Gambar 2.9** *End Effector* berupa *Gripper*  
(Sumber : <http://whatis.techtarget.com/definition/end-effector>)

## 2.3 Aktuator

Aktuator merupakan penggerak robot. Ada 3 jenis penggerak robot, yaitu motor listrik, pneumatik, dan hidraulik. Lengan Robot atau *arm robot* menggunakan penggerak berupa motor listrik, yaitu motor DC servo.

### 2.3.1 Motor Servo

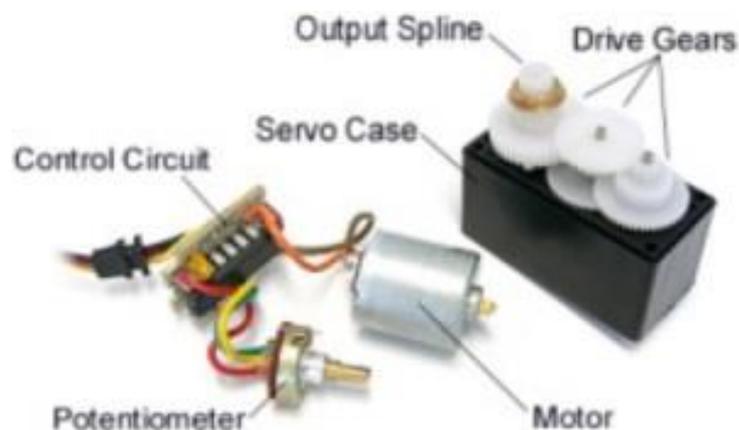
Motor servo pada dasarnya motor DC Magnet permanen dengan kualifikasi khusus yang sesuai dengan aplikasi “*Servoing*” di dalam teknik kontrol.<sup>[3]</sup> Motor DC (*Direct Current*) adalah peralatan elektromekanik dasar yang berfungsi untuk mengubah tenaga listrik menjadi tenaga mekanik yang desain awalnya diperkenalkan oleh Michael Faraday lebih dari seabad yang lalu.

Tidak ada spesifikasi baku yang disepakati untuk menyatakan bahwa suatu motor DC Magnet Permanen adalah motor servo. Namun secara umum dapat didefinisikan bahwa motor servo harus memiliki kemampuan yang baik dalam mengatasi perubahan yang (sangat) cepat dalam hal posisi, kecepatan dan akselerasi. Motor servo juga dikehendaki handal beroperasi dalam lingkup torsi yang berubah-ubah.



Beberapa tipe motor servo yang dijual bersama dengan paket rangkaian *driver*-nya telah memiliki rangkaian kontrol kecepatan yang menyatu didalamnya. Putaran motor tidak lagi berdasarkan tegangan *supply* ke motor, namun berdasarkan tegangan input khusus yang berfungsi sebagai referensi kecepatan output.

Motor servo pada dasarnya mempunyai sistem *close loop* sehingga dapat mempertahankan *horn* pada posisinya. Motor servo terdiri dari sebuah motor DC kecil, sistem kombinasi *gear* yang berfungsi mengatur kecepatan motor DC, sebuah potensiometer, dan sebuah *controller*. Komponen motor servo dapat dilihat pada gambar 2.10.



**Gambar 2.10** Komponen Motor Servo

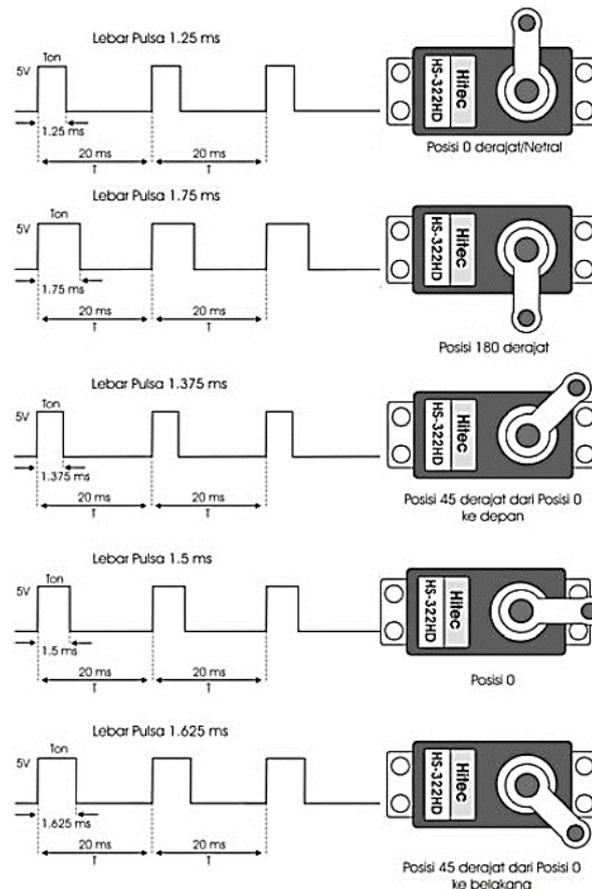
(Sumber : <http://zoniaelektro.net/motor-servo/>)

Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran motor servo berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal pada kabel motor servo. Berbagai model motor servo tersedia di pasaran dengan spesifikasi yang bermacam-macam. Pada umumnya motor servo memerlukan sinyal input dalam bentuk PWM (*Pulsa Width Modulation*) dengan jangkauan gerakan poros outputnya berkisar antara  $(-120^{\circ} \div 120^{\circ})$ .<sup>[4]</sup>

Motor servo akan bekerja secara baik jika pada bagian pin kontrolnya diberikan pulsa 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 pada tengah-tengah (sudut  $90^{\circ}$ ). Semakin lebar pulsa *high* (*Ton*) maka akan semakin besar gerakan sumbu ke arah yang searah dengan



jarum jam. Pada gambar 2.11 menunjukkan sudut yang dibentuk oleh motor servo berdasarkan lebar pulsa yang diberikan.



**Gambar 2.11** Pengaruh Pemberian Pulsa terhadap posisi Motor Servo  
(Sumber : <http://elektronika-dasar.web.id/motor-servo>)

### 2.3.2 Jenis-jenis Motor Servo

Secara umum motor servo terdiri atas dua jenis, yaitu Motor Servo Standar 180<sup>0</sup> dan Motor Servo *Continuous*.<sup>[5]</sup>

- Motor Servo Standar 180<sup>0</sup> adalah motor servo yang mampu bergerak dua arah (CW dan CCW) dengan defleksi masing-masing sudut mencapai 90<sup>0</sup> sehingga total defleksi sudut dari kanan-tengah-kiri adalah 180<sup>0</sup>.
- Motor Servo *Continuous* adalah motor servo yang mampu bergerak dua arah (CW dan CCW) tanpa batasan defleksi sudut putar sehingga dapat bergerak sampai satu putaran penuh sebesar 360<sup>0</sup>.



### 2.3.3 Kontrol Motor Servo

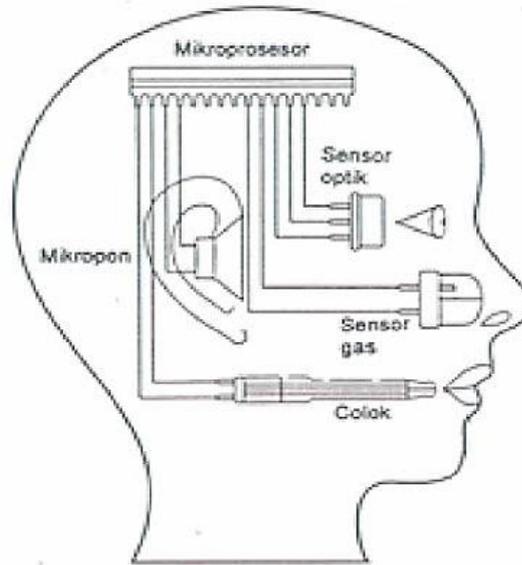
Pengontrolan motor servo merupakan, suatu mikrokontroler yang difungsikan secara khusus untuk mengontrol beberapa motor servo dengan mengatur pemberian pulsa pada 10 buah motor servo. Salah satu fasilitas dari mikrokontroler yang digunakan sebagai pengontrolan motor servo ini adalah *timer/counter* dengan mode *compare match*.

Pada subbab sebelumnya telah dijelaskan bahwa motor servo merupakan suatu motor DC yang dapat digerakkan membentuk sudut-sudut tertentu dengan memberikan pulsa selebar 0.6-1.4 ms untuk logika *high* dan pulsa selebar 17.6-19.4 ms untuk logika *low* (20 ms untuk lebar pulsa selama 1 perioda) sebanyak 50 kali dalam 1 detik. Selama pulsa logika *low* untuk motor servo 1 berlangsung, kita dapat memanfaatkannya untuk memberikan pulsa logika *high* untuk motor servo selanjutnya.

## 2.4 Sensor

Sensor merupakan komponen berbasis instrumentasi (pengukuran) yang berfungsi sebagai pemberi informasi tentang berbagai keadaan atau kedudukan dari bagian-bagian manipulator.<sup>[6]</sup> Sensor digunakan untuk mendeteksi besaran-besaran mekanis, magnetis, panas, sinar/cahaya, dan kimia menjadi tegangan dan arus pendeteksian pada saat melakukan pengukuran atau pengendalian. Beberapa jenis sensor yang banyak digunakan dalam rangkaian elektronik antara lain sensor cahaya, sensor warna, sensor suhu, sensor gas dan sensor berat. Dalam dunia elektronik, sensor dibagi menjadi dua tipe sensor, yaitu sensor yang dilengkapi dengan transduser dan sensor yang tidak dilengkapi transduser.

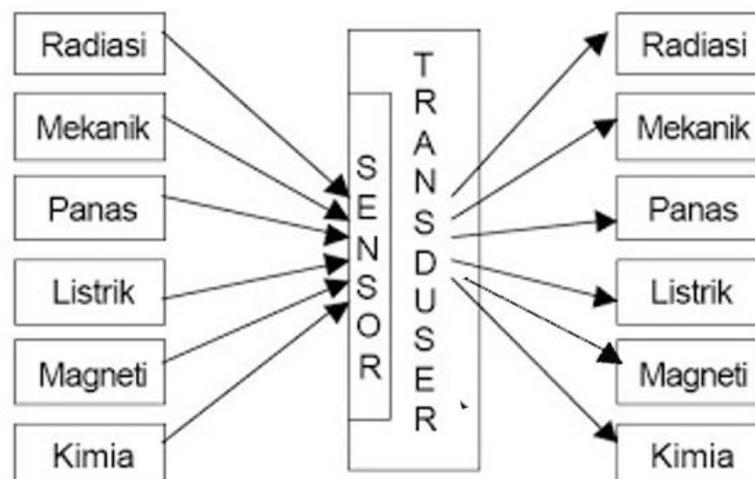
Sensor biasanya dikategorikan melalui pengukur dan memegang peranan penting dalam pengendalian proses pabrikasi modern. Sensor dapat dianalogikan seperti mata, pendengaran, hidung, lidah dan otak yang menjadi mikroprosesornya.<sup>[7]</sup> Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.12 berikut.



**Gambar 2.12** Sensor

(Sumber : Teknik Elektro Universitas Brawijaya. Sensor dan Transduser.pdf)

Transduser berasal dari kata “*Transducere*” dalam bahasa latin yang berarti mengubah, sehingga transduser dapat didefinisikan sebagai suatu piranti yang dapat mengubah suatu energi listrik. Input transduser disebut “sensor”, karena bagian tersebut dapat mengindera suatu kuantitas fisik tertentu dan mengubahnya menjadi bentuk energi listrik. Dapat dilihat perubahan energi pada gambar 2.13 berikut : <sup>[8]</sup>



**Gambar 2.13** Gambaran Umum Masukan dan Keluaran Transduser

(Sumber : Teknik Elektro Universitas Brawijaya. Sensor dan Transduser.pdf)



### 2.4.1 Sensor TCS3200

Sensor warna TCS3200 adalah sensor warna yang sering digunakan pada aplikasi mikrokontroler untuk pendeteksian suatu objek benda atau warna dari objek yang dimonitor. Sensor warna TCS3200 juga dapat digunakan sebagai sensor gerak, dimana sensor mendeteksi gerakan suatu object berdasarkan perubahan warna yang diterima oleh sensor. Pada dasarnya sensor warna TCS3200 adalah rangkaian photo dioda yang disusun secara matrik *array* 8x8 dengan 16 buah konfigurasi photodiode yang berfungsi sebagai filter warna merah, 16 photodiode sebagai filter warna biru dan 16 photodiode lagi tanpa filter warna. Sensor warna TCS3200 merupakan sensor yang dikemas dalam *chip* DIP 8 pin dengan bagian muka transparan sebagai tempat menerima intensitas cahaya yang berwarna. Gambar 2.14 menunjukkan bentuk fisik sensor warna TCS3200, dan skema pin sensor tersebut. <sup>[9]</sup>



**Gambar 2.14** (a) bentuk fisik sensor TCS3200 (b) skema pin sensor TCS3200  
(Sumber : Data Sheet TAOS TCS 3200)

**Tabel 2.1** Fungsi Pin Sensor Warna TCS3200

Nama	No Kaki IC	I/O	Fungsi Pin
GND	4	-	Sebagai <i>Ground</i> pada <i>power supply</i>
OE	3	I	Output <i>enable</i> , sebagai input untuk frekuensi output skala Tinggi
OUT	6	O	Sebagai output frekuensi
S0,S1	1,2	I	Sebagai saklar pemilih pada frekuensi output skala tinggi
S2,S3	7,8	I	Sebagai saklar pemilih 4 bentuk dioda
VDD	5	-	<i>Supply</i> Tegangan

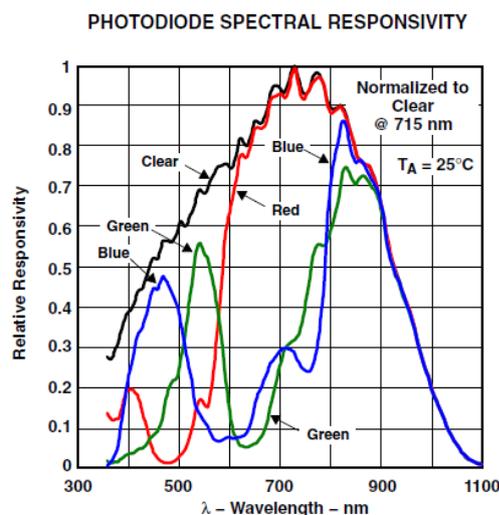


### 2.4.1.1 Karakteristik Sensor TCS3200

IC TCS3200 dapat dioperasikan dengan *supply* tegangan pada  $V_{dd}$  berkisar antara 2,7Volt – 5,5 volt, dalam pengoperasiannya sensor tersebut dapat dilakukan dengan dua cara :

1. Dengan mode *supply* tegangan maksimum, yaitu dengan menyuplai tegangan berkisar antara 2,7 volt – 5,5 volt pada sensor warna TCS3200.
2. Mode *supply* tegangan minimum , yaitu dengan menyuplai tegangan 0 sampai 0,8.

Sensor warna 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 photo dioda tersebut memiliki nilai sensitivitas yang paling rendah, hal ini menunjukkan bahwa sensor TCS3200 tidak bersifat linearitas dan memiliki sensitivitas yang berubah terhadap panjang gelombang yang diukur, gambar 2.15 menunjukkan karakteristik photodiode terhadap panjang gelombang cahaya.



**Gambar 2.15** Karakteristik sensitivitas dan linearitas photodiode terhadap panjang gelombang cahaya  
(Sumber : Data Sheet TAOS TCS 3200)



Semakin besar temperatur koefisien yang diperoleh dari photodiode, maka semakin jauh panjang gelombang yang dihasilkan oleh sensor, dimana besar atau kecil temperatur koefisien tersebut dipengaruhi oleh keadaan panjang gelombang atau pencahayaan, hal ini menunjukkan bahwa sensor TCS3200 memiliki karakteristik panjang gelombang yang linear.

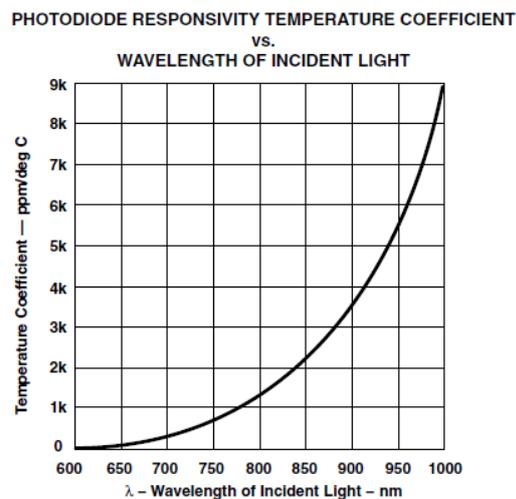


Figure 5

**Gambar 2.16** Menunjukkan Karakteristik Perbandingan Antara Temperatur Koefisien Terhadap Panjang Gelombang.

(Sumber : Data Sheet TAOS TCS 3200)

#### 2.4.1.2 Prinsip Kerja Sensor TCS3200

Sensor warna 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 menuju photodiode, pantulan sinar tersebut memiliki panjang gelombang yang berbeda – beda tergantung pada warna objek yang terdeteksi, hal ini yang membuat sensor warna 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, S2 dan S3 akan mengirimkan sinyal ke mikrokontroler untuk menginformasikan

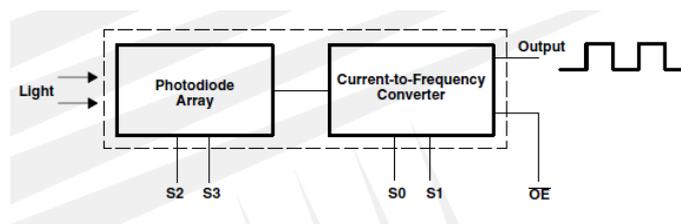


warna yang dideteksi. Tabel 2.2 memperlihatkan pemilihan mode pengelompokkan photodiode pembaca warna.

**Tabel 2.2** Mode pemilihan photo dioda pembaca warna

S2	S3	Photodiode
0	0	Merah
0	1	Biru
1	0	Clear (No Filter)
1	1	Hijau

Saklar terprogram ini akan memilih dengan sendirinya jika salah satu kelompok photo dioda membaca intensitas cahaya terhadap objek yang disensor. Selanjutnya mikrokontroler akan mulai menginisialisasi sensor TCS3200, nilai yang dibaca oleh sensor selanjutnya diubah menjadi frekuensi melalui bagian pengubah arus ke frekuensi, dimana pada bagian ini terdapat osilator yang dibangkitkan oleh saklar S0 dan S1 sebagai mode tegangan maksimum dan *output enable* sebagai pembangkit osilator pada mode tegangan minimum (*power down*). Gambar 2.17 menunjukkan blok diagram fungsional sensor TCS3200 dan cara mengatur skala frekuensi *output* sensor TCS3200.



(a)

S0	S1	OUTPUT FREQUENCY SCALING ( $f_o$ )
L	L	Power down
L	H	2%
H	L	20%
H	H	100%

(b)

**Gambar 2.17** (a) Blok diagram fungsional (b) *Setting* skala sensor TCS3200 frekuensi output sensor TCS3200  
(Sumber : Data Sheet TAOS TCS 3200)

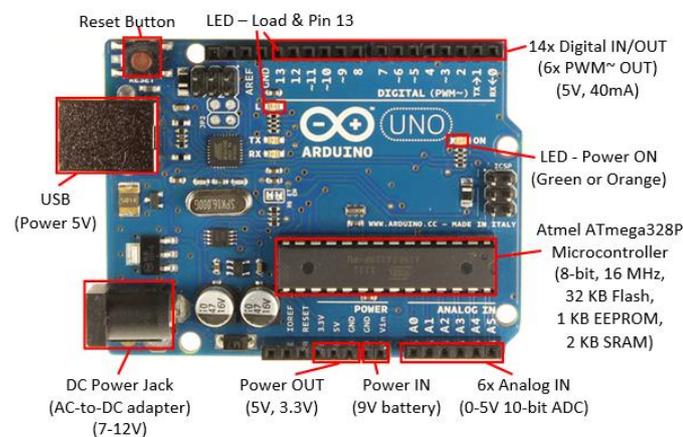


## 2.5 Kontroler

Kontroler merupakan rangkaian elektronik berbasis mikroprosesor atau mikrokontroler yang berfungsi sebagai pengatur seluruh komponen dalam betuk fungsi kerja.<sup>[10]</sup> Pada desain *Arm Robot* 4 DOF sebagai alat penyortir buah yang digunakan adalah Mikrokontroler Arduino Uno.

### 2.5.1 Arduino

Arduino Uno R3 adalah keluaran pabrik "Arduino Uno", sudah menggunakan mikrokontroller ATmega328. Arduino Uno R3 mempunyai 14 digital pin input / output (6 dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, resonator keramik 16 MHz, koneksi USB, jack listrik, header ICSP, dan tombol reset di papan. Uno dibangun berdasarkan apa yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, sumber daya bisa menggunakan power USB (jika terhubung ke komputer dengan kabel USB) dan juga dengan adaptor atau baterai. Arduino Uno berbeda dari semua papan sebelumnya dalam hal tidak menggunakan FTDI chip driver USB-to-serial. Sebaliknya, fitur Atmega16U2 (Atmega8U2 sampai versi R2) diprogram sebagai konverter USB-to-serial. Revisi 2 dari Uno memiliki resistor pulling 8U2 HWB yang terhubung ke tanah, sehingga lebih mudah untuk menggunakan mode DFU. *Board* Arduino dapat dilihat pada gambar 2.16 di bawah ini.



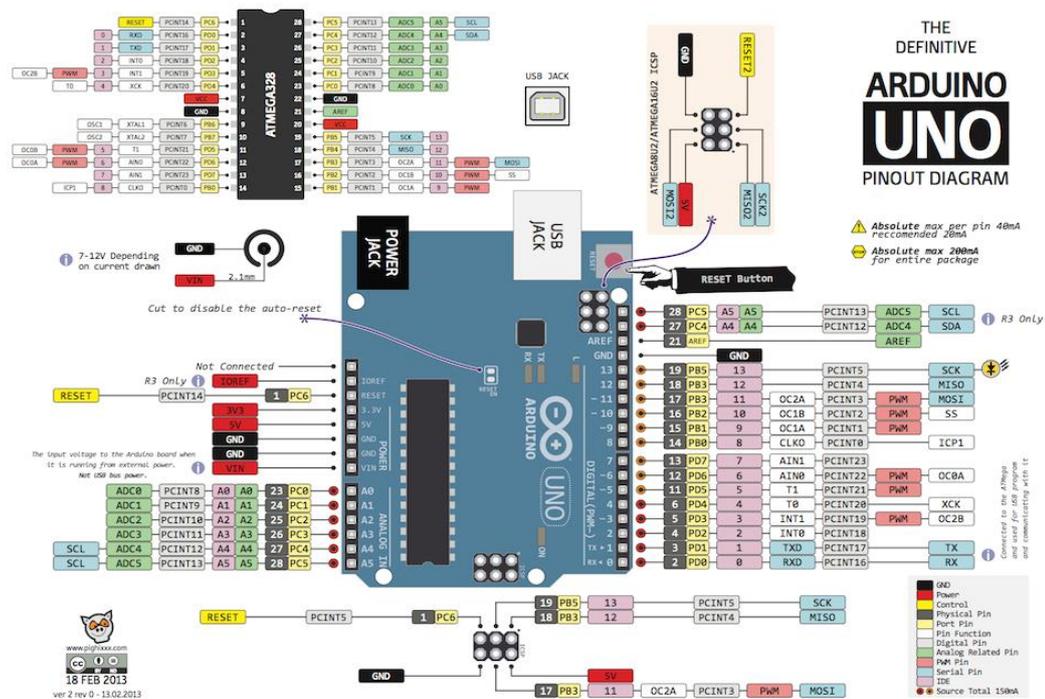
**Gambar 2.18** Arduino Uno R3

(Sumber : <https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno>)



### 2.5.1.1 Arsitektur Arduino Uno

Konfigurasi pin-pin *board* arduino uno dapat dilihat pada gambar 2.17 dibawah ini.



**Gambar 2.19** Konfigurasi Pin – Pin pada Arduino UNO R3  
(Sumber : <https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno>)

**Tabel 2.3** Spesifikasi Arduino Uno R3

Microcontroller	ATmega328
Tegangan Jalan	5V
Tegangan Masukan	7-12V
Batas Tegangan	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA



Flash Memory	32 KB (ATmega328) of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz
Panjang	68.6 mm
Lebar	53.4 mm
Berat	25 g

### Power Arduino UNO R3

Arduino Uno R3 dapat dioperasikan menggunakan 3 cara. pertama dengan menggunakan koneksi USB dengan komputer, Adaptor AC-DC , dan menggunakan batu baterai. Pin listrik pada board Arduino Uno R3 :

- Pin VIN atau Voltage In yaitu pin untuk tegangan masukan papan
- Pin 5V atau pin 5 Volts adalah pin keluaran dari papan arduino yang nantinya digunakan untuk menyuplai perangkat serial yang bekerja dengan arduino.
- Pin 3.3 V adalah pin yang memasok 3,3 volt yang dihasilkan oleh regulator on-board. Menarik arus maksimum adalah 50 mA.
- Pin GND yaitu Pin Ground.
- Tegangan yang disarankan Untuk pengoprasian Arduino Uno R3 adalah 7 - 12 V. tegangan dibawah atau diatasnya akan merusak papan Arduino.

**Memori Arduino Uno R3**, Pada ATmega328 Memori Flash yaitu 32Kb yang pada 0,5 Kb digunakan untuk bootloader. Sedangkan SRAM 2Kb dan EEPROM 1Kb.

**Pin Arduino UNO R3**, Arduino Uno R3 memiliki total 14 Pin input dan output dengan menggunakan script `pinMode()`, `digitalWrite()` dan `digitalWrite()`. Setiap pin beroperasi pada tegangan 5 Volt dan maksimal dapat menerima 40 mA. Selain 14 Pin I/O Arduino Uno R3 juga mempunyai pin khusus diantaranya:



- Serial: 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) TTL data serial. Pin ini terhubung ke pin yang sesuai dari ATmega8U2 USB-to-TTL Serial Chip.
- Eksternal Interrupts: 2 dan 3. Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu interupsi pada nilai rendah, naik atau perubahan nilai dengan menggunakan script `attachInterrupt ()`.
- PWM: 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Memberikan 8-bit PWM output dengan script `analogWrite ()`
- SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan Library SPI.
- LED: 13. Pada Arduino Uno R3 dirancang ditambahkan LED yang terhubung ke pin digital 13. Ketika pin berstatus HIGH maka LED akan menyala begitu sebaliknya.
- 6 input analog, berlabel A0 hingga A5, yang masing-masing menyediakan 10 bit resolusi.
- TWI: pin A4 atau SDA dan A5 atau pin SCL. Dukungan komunikasi TWI menggunakan library Wire.

Ada beberapa pin lainnya di papan:

- **AREF**. Tegangan referensi untuk input analog. Digunakan dengan `analogReference ()`.
- **Reset**. pin yang dimana jika statusnya LOW maka akan mereset papan. keadaan ini digunakan biasanya karena tombol reset terhalangi oleh Arduino Shield di atasnya.

### 2.5.1.2 Fitur Arduino Uno

#### Fitur Papan Arduino Rev 3

- a. Pertama adalah pinout: ada penambahan pin SDA dan SCL yang dekat dengan pin AREF dan dua pin baru lainnya ditempatkan dekat dengan pin RESET, IOREF yang memungkinkan shield untuk beradaptasi dengan tegangan yang disediakan dari papan / board. Di masa depan, shield akan



kompatibel dengan kedua papan yang menggunakan AVR, yang beroperasi dengan 5V dan dengan Arduino yang beroperasi 3.3V.

- b. Kedua adalah pin tidak terhubung, yang dicadangkan untuk tujuan masa depan.
- c. Reset sirkuit yang sangat kuat.
- d. Atmega16U2 menggantikan Atmega8U2.

## 2.6 LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD sekarang semakin banyak digunakan, dari yang berukuran kecil, seperti LCD pada sebuah MP3 player sampai yang berukuran besar seperti monitor PC atau televisi. Warna yang dapat ditampilkan bisa bermacam-macam, dari yang 1 warna (*monochrome*) sampai yang 65.000 warna. Pola (*pattern*) LCD juga bisa bervariasi, dari pola yang membentuk display 7 segmen (misalnya LCD yang dipakai untuk jam tangan) sampai LCD yang bisa menampilkan karakter/teks dan LCD yang bisa menampilkan gambar.

Pada LCD yang bisa menampilkan karakter (LCD karakter) dan LCD yang bisa menampilkan gambar (LCD grafik), diperlukan memori untuk membangkitkan gambar CGROM (*Character Generator ROM*) dan juga RAM untuk menyimpan data (teks atau gambar) yang sedang ditampilkan (DDRAM atau *Display Data RAM*). Diperlukan pula pengendali (*controller*) untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler.

LCD karakter adalah LCD yang bisa menampilkan karakter ASCII dengan format dot matriks. LCD jenis ini bisa dibuat dengan berbagai ukuran, 1 sampai 4 baris, 16 sampai 40 karakter per baris dan dengan ukuran font 5x7 atau 5x10. LCD ini biasanya dirakit dengan sebuah PCB yang berisi pembangkit karakter dan IC pengendali serta driver-nya. Walaupun ukuran LCD berbeda-beda, tetapi IC pengendali yang digunakan biasanya sama sehingga protokol komunikasi dengan IC juga sama. Antarmuka yang digunakan sesuai dengan level digital TTL (*Transistor-transistor logic*) dengan lebar bus data yang bisa dipilih 4 bit atau 8 bit. Pada bus data 4 bit komunikasi akan 2 kali lebih lama karena data atau perintah akan dikirimkan 2 kali, tetapi karena mikrokontroler sangat cepat, hal ini tidak akan



menjadi masalah. Penggunaan bus data 4 bit akan menghemat pemakaian port mikrokontroler. Semua fungsi display diatur oleh instruksi–instruksi, sehingga modul LCD ini dapat dengan mudah dihubungkan dengan unit mikrokontroler. LCD tersusun sebanyak dua baris dengan 16 karakter. Dapat dilihat pada Gambar 2.20 berikut ini:



**Gambar 2.20** Bentuk Fisik LCD 16x2

(Sumber: <http://www.buydisplay.com/default/blue-lcd-character-display-module-12x2-white-backlight-arduino>)