

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 dulu (kecerdasan buatan). Istilah robot berawal bahasa Cheko “*robota*” yang berarti pekerja atau kuli yang tidak mengenal lelah atau bosan. Saat ini hampir tidak ada orang yang tidak mengenal robot, namun pengertian robot tidaklah dipahami secara sama oleh setiap orang.

Pada 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). Dari kamus Oxford diperoleh 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).

2.1.1 Macam-Macam Robot

Secara umum, macam robot dapat dibedakan dalam 3 kategori yaitu:

1. Robot Tidak Bergerak

Robot jenis ini tidak dapat berpindah posisi dari satu tempat ke tempat lainnya, sehingga robot ini hanya dapat menggerakkan beberapa bagian tubuhnya dengan fungsi tertentu yang telah dirancang. Contoh dari robot ini adalah robot industri.

2. Robot Bergerak

Robot jenis ini memiliki ciri khas yaitu mempunyai penggerak berupa roda untuk menggerakkan keseluruhan badan robot tersebut, sehingga robot ini dapat berpindah posisi dari satu titik ke titik lain.

3. Robot Humanoid

Robot humanoid adalah robot yang bentuk keseluruhannya menyerupai bentuk tubuh manusia, mampu melakukan interaksi dengan peralatan maupun lingkungan yang dibuat untuk manusia.

2.1.2 Fungsi Robot

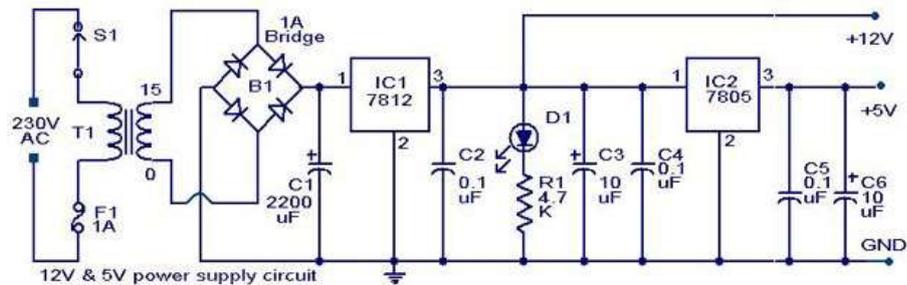
Robot memiliki berbagai macam fungsi, yang di antaranya sebagai berikut:

1. Meningkatkan Produksi, akurasi dan daya tahan. Robot ini banya digunakan di industri.
2. Untuk tugas-tugas yang berbahaya, kotor dan beresiko. Robot ini digunakan ketika manusia tidak mampu masuk ke daerah yang beresiko. Seperti Robot Untuk menjelajah planet, robot untuk mendeteksi limbah nuklir, robot militer.
3. Untuk pendidikan. Banyak robot yang digunakan untuk menarik pelajar belajar teknologi seperti robot Lego.
4. Untuk menolong manusia. Seperti di rumah untuk membersihkan rumah pakai penghisap debu otomatis, di rumah sakit untuk menghantar makanan, membantu operasi.

2.2 Catu Daya (*Power Supply*)

Catu daya adalah sebuah peralatan penyedia tegangan atau sumber daya untuk peralatan elektronika dengan prinsip mengubah tegangan listrik yang tersedia dari jaringan distribusi transmisi listrik menuju level yang diinginkan sehingga berimplikasi pada pengubahan daya listrik. Dalam sistem pengubahan daya. Jika suatu catu daya bekerja dengan beban maka terdapat keluaran tertentu dan jika beban tersebut dilepas maka tegangan keluar akan naik, persentase kenaikan tegangan dianggap sebagai regulasi dari catu daya tersebut. Regulasi adalah perbandingan perbedaan tegangan yang terdapat pada tegangan beban penuh. Agar tegangan keluaran catu daya lebih stabil, dapat digunakan suatu komponen IC yang disebut IC regulator, misalnya IC Regulator 7812 atau IC Regulator 7805. Hal ini memungkinkan keluaran DC catu daya dapat dibentuk

sesuai kebutuhan. **Gambar 2.1** menunjukkan rangkaian catu daya menggunakan IC regulator.



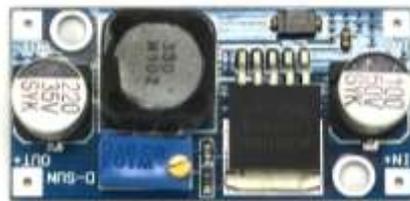
Gambar 2.1 rangkaian catu daya

(Sumber : <http://eprints.polsri.ac.id/198/3/BAB%20II.pdf>)

2.3 Module Stepdown LM 2596

Modul stepdown lm2596 adalah modul yang memiliki IC LM2596 sebagai komponen utamanya. IC LM2596 adalah sirkuit terpadu / *integrated circuit* yang berfungsi sebagai Step-Down DC converter dengan *current* rating 3A. Terdapat beberapa varian dari IC seri ini yang dapat dikelompokkan dalam dua kelompok yaitu versi *adjustable* yang tegangan keluarannya dapat diatur, dan versi fixed voltage output yang tegangan keluarannya sudah tetap / *fixed*. Dapat dilihat pada

Gambar 2.2



Gambar 2.2 Stepdown LM 2596

(Sumber :

<http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/65665/Chapter%20II.pdf?sequence=4&isAllowed=y>)

2.4 Definisi Sensor

Sensor adalah komponen yang digunakan untuk mendeteksi suatu besaran fisik menjadi besaran listrik sehingga dapat dianalisa dengan rangkaian listrik tertentu. Sensor sangat berperan penting dalam dunia robotika yang berfungsi sebagai input navigasi suatu robot, adapun jenis jenis sensor yaitu: sensor suara, sensor cahaya, sensor tekanan sensor api, sensor suhu, sensor kelembapan, sensor ultrasonic, sensor magnet. Pada dasarnya sensor dengan penting di dunia robotik tergantung kebutuhan dari robot itu sendiri.

2.4.1 Webcam

Web camera atau yang biasa dikenal dengan *webcam*, adalah kamera yang gambarnya bisa di akses menggunakan *world wide web* (www), program instant *messaging*, atau aplikasi komunikasi dengan tampilan video pada PC. *Webcam* juga digambarkan sebagai kamera video digital yang sengaja didesain sebagai kamera dengan resolusi rendah. webcam dapat digunakan untuk sistem keamanan. Pada beberapa webcam, ada yang di lengkapi dengan software yang mampu mendeteksi pergerakan dan suara. Dengan software tersebut, memungkinkan PC yang terhubung ke kamera untuk mengamati pergerakan dan suara, serta merekamnya ketika terdeteksi. Hasil rekaman ini bisa disimpan pada komputer, email atau di upload ke internet (Wibowo, 2010). *Webcam* sangat bermanfaat dalam bidang telekomunikasi, bidang keamanan dan bidang industri. Sebagai contoh *webcam* digunakan untuk videocall *chatting*, *surveillance camera*, dan sebagai video conference oleh beberapa user. Dapat dilihat pada **Gambar 2.3**



Gambar 2.3 Webcam

(Sumber : <http://eprints.polsri.ac.id/2775/3/2%20-%20BAB%20II.pdf>)

2.4.2 Sensor Ultrasonik

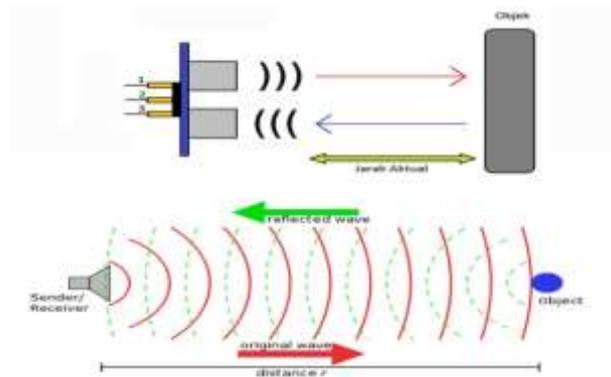
Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Cara kerja sensor ini didasarkan pada prinsip dari pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu. Disebut sebagai sensor ultrasonik karena sensor ini menggunakan gelombang ultrasonik (bunyi ultrasonik). Gelombang ultrasonik adalah gelombang bunyi yang mempunyai frekuensi sangat tinggi yaitu 20.000 Hz. Bunyi ultrasonik tidak dapat di dengar oleh telinga manusia. Bunyi ultrasonik dapat didengar oleh anjing, kucing, kelelawar, dan lumba-lumba. Bunyi ultrasonik nisa merambat melalui zat padat, cair dan gas. Reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat padat hampir sama dengan reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat cair. Akan tetapi, gelombang bunyi ultrasonik akan diserap oleh tekstil dan busa. Dapat dilihat pada **Gambar 2.4**



Gambar 2.4 Sensor ultrasonik HC-SR04

(Sumber: <https://www.elangsakti.com/2015/05/sensor-ultrasonik.html>)

Pada sensor ultrasonik, gelombang ultrasonik dibangkitkan melalui sebuah alat yang disebut dengan piezoelektrik dengan frekuensi tertentu. Piezoelektrik ini akan menghasilkan gelombang ultrasonik (umumnya berfrekuensi 40kHz) ketika sebuah osilator diterapkan pada benda tersebut. Secara umum, alat ini akan menembakkan gelombang ultrasonik menuju suatu area atau suatu target. Setelah gelombang menyentuh permukaan target, maka target akan memantulkan kembali gelombang tersebut. Gelombang pantulan dari target akan ditangkap oleh sensor, kemudian sensor menghitung selisih antara waktu pengiriman gelombang dan waktu gelombang pantul diterima. Dapat dilihat pada **Gambar 2.5**



Gambar 2.5 Prinsip kerja sensor ultrasonik

(Sumber : <https://www.elangsakti.com/2015/05/sensor-ultrasonik.html>)

Secara detail, cara kerja sensor ultrasonik adalah sebagai berikut:

1. Sinyal dipancarkan oleh pemancar ultrasonik dengan frekuensi tertentu dan dengan durasi waktu tertentu. Sinyal tersebut berfrekuensi diatas 20kHz. Untuk mengukur jarak benda (sensor jarak), frekuensi yang umum digunakan adalah 40kHz.
2. Sinyal yang dipancarkan akan merambat sebagai gelombang bunyi dengan kecepatan sekitar 340 m/s. Ketika menumbuk suatu benda, maka sinyal tersebut akan dipantulkan oleh benda tersebut.
3. Setelah gelombang pantulan sampai di alat penerima, maka sinyal tersebut akan diproses untuk menghitung jarak benda tersebut. Jarak benda dihitung berdasarkan rumus :

$$S = 340.t/2$$

dimana S merupakan jarak antara sensor ultrasonik dengan benda (bidang pantul), dan t adalah selisih antara waktu pemancaran gelombang oleh transmitter dan waktu ketika gelombang pantul diterima receiver.

2.5 Arduino Mega 2560

Arduino adalah *board* berbasis mikrokontroler atau papan rangkaian elektronik *open source* yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel. Mikrokontroler itu sendiri adalah chip atau IC (*integrated circuit*) yang bisa diprogram menggunakan

komputer. Tujuan menanamkan program pada mikrokontroler adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca input, memproses input tersebut dan kemudian menghasilkan output sesuai yang diinginkan. Jadi mikrokontroler bertugas sebagai otak yang mengendalikan proses input, dan output sebuah rangkaian elektronik.

Pada **Gambar 2.6** merupakan jenis Arduino Mega tipe 2560, Arduino Mega 2560 adalah papan pengembangan mikrokontroler yang berbasis Arduino dengan menggunakan chip ATmega2560. *Board* ini memiliki pin I/O yang cukup banyak, sejumlah 54 buah digital I/O pin (15 pin diantaranya adalah PWM), 16 pin analog input, 4 pin UART (*serial port hardware*). Arduino Mega 2560 dilengkapi dengan sebuah *oscillator* 16 Mhz, sebuah port USB, *power jack* DC, ICSP header, dan tombol reset. Board ini sudah sangat lengkap, sudah memiliki segala sesuatu yang dibutuhkan untuk sebuah mikrokontroler. Dapat dilihat pada **Gambar 2.6**



Gambar 2.6 Arduino Mega 2560

(Sumber : ArduinoMega2560Datasheet.pdf)

Dengan penggunaan yang cukup sederhana, anda tinggal menghubungkan *power* dari USB ke PC anda atau melalui adaptor AC/DC ke *jack* DC.

2.5.1 Spesifikasi Arduino Mega 2560

Board Arduino Mega 2560 adalah sebuah Board Arduino yang menggunakan ic Mikrokontroler ATmega 2560. Board ini memiliki Pin I/O yang relatif banyak, 54 digital Input / Output, 15 buah di antaranya dapat di gunakan sebagai output PWM, 16 buah analog Input, 4 UART. Arduino Mega 2560 di

lengkapi kristal 16. Mhz Untuk penggunaan relatif sederhana tinggal menghubungkan power dari USB ke PC / Laptop atau melalui Jack DC pakai adaptor 7-12 V DC. Untuk melihat spesifikasi arduino mega 2560 dapat dilihat pada **Tabel 2.1**

Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino Mega 2560

Keterangan	Spesifikasi
Chip mikrokontroller	ATmega2560
Tegangan operasi	5V
Tegangan input (yang direkomendasikan, <i>via jack DC</i>)	7V - 12V
Tegangan input (limit, <i>via jack DC</i>)	6V - 20V
Digital I/O pin	54 buah, diantaranya menyediakan PWM
Analog Input pin	16 buah
Arus DC per pin I/O	20 Ma
Arus DC pin 3.3V	50 Ma
Memori Flash	256 KB, 8 KB telah digunakan untuk bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
<i>Clock speed</i>	16 Mhz
Dimensi	101.5 mm x 53.4 mm
Berat	37 g

2.5.2 Catu Daya

Arduino Mega dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan Catu daya *Eksternal*. Sumber listrik dipilih secara otomatis. *Eksternal* (nonUSB) daya dapat datang baik dari AC-DC adaptor atau baterai. Adaptor ini dapat

dihubungkan dengan cara menghubungkannya plug pusat-positif 2.1 mm ke dalam board penghubung listrik. Lead dari baterai dapat dimasukkan ke dalam header pin GND dan Vin dari konektor Power.

Bord dapat beroperasi pada pasokan daya dari 6-20 volt. Jika diberikan dengan kurang dari 7V, bagaimanapun pin 5V dapat menyuplai kurang dari 5 Volt dan board mungkin tidak stabil. Jika menggunakan lebih dari 12 Volt, regulator tegangan bias panas dan merusak *board*. Rentang yang dianjurkan adalah 7-12 Volt. Pin catu daya adalah sebagai berikut :

1. VIN. Tegangan input ke papan Arduino ketika menggunakan sumber daya eksternal (sebagai lawan 5 volt dari koneksi USB atau sumber daya diatur lainnya). Anda dapat menyediakan tegangan melalui pin ini, atau, jika memasok tegangan melalui colokan listrik, mengaksesnya melalui pin ini.
2. 5V. Catu daya yang diatur digunakan untuk daya mikrokontroler dan komponen lain di papan tulis. Hal ini dapat datang baik dari VIN melalui regulator *onboard*, atau disediakan oleh USB atau suplai 5V diatur lain.
3. 3V3. Sebuah pasokan 3,3 volt yang dihasilkan oleh regulator *onboard* menarik arus maksimum adalah 50 mA.
4. GND. *Ground* pins.

2.5.3 Memory

ATmega2560 memiliki 256 KB dari memori *flash* untuk menyimpan kode (8 KB digunakan untuk bootloader), 8 KB dari SRAM dan 4 KB EEPROM (yang dapat dibaca dan ditulis dengan perpustakaan EEPROM).

2.5.4 Input dan Output

Masing-masing dari 54 pin digital pada Mega dapat digunakan sebagai input atau output, menggunakan pinMode (), *digitalWrite* (), dan *digitalRead* () fungsi. Mereka beroperasi di 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima maksimum 40 mA dan memiliki resistor *pull-up* internal yang (terputus secara *default*) dari 20- 50 KOhms. Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus:

Serial: 0 (RX) dan 1 (TX); Serial 1: 19 (RX) dan 18 (TX); Serial 2: 17 (RX) dan 16 (TX); Serial 3: 15 (RX) dan 14 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan data serial (TX) TTL. Pin 0 dan 1 juga terhubung ke pin dari ATmega8U2 USB-to-TTL Chip Serial.

- a. Interupsi *Eksternal*: 2 (menggangu 0), 3 (menggangu 1), 18 (*interrupt 5*), 19 (*interrupt 4*), 20 (*interrupt 3*), dan 21 (*interrupt 2*). Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu interupsi pada nilai yang rendah, tepi naik atau jatuh, atau perubahan nilai. Lihat `attachInterrupt ()` fungsi untuk rincian.
- b. PWM: 0 13. Memberikan output PWM 8-bit dengan fungsi `analogWrite ()`.
- c. SPI: 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan perpustakaan SPI. Pin SPI juga pecah pada header ICSP, yang secara fisik kompatibel dengan Uno, *Duemilanove* dan *Diecimila*.
- d. LED: 13. Ada built-in LED terhubung ke pin digital 13. Ketika pin tinggi nilai, LED menyala, ketika pin rendah, itu off.
- e. I2C: 20 (SDA) dan 21 (SCL). Dukungan I2C (TWI) komunikasi menggunakan perpustakaan Kawat (dokumentasi di website Wiring). Perhatikan bahwa pin ini tidak di lokasi yang sama dengan pin I2C pada *Duemilanove* atau *Diecimila*

Arduino Mega 2560 memiliki 16 input analog, yang masing-masing menyediakan 10 bit resolusi (yaitu 1024 nilai yang berbeda). Secara *default* mereka mengukur dari tanah ke 5 volt, meskipun adalah mungkin untuk mengubah batas atas dari kisaran mereka menggunakan pin AREF dan fungsi `analogReference ()`.

Ada beberapa pin lainnya di papan:

- a. AREF. tegangan referensi untuk input analog. Digunakan dengan `analogReference ()`.
- b. Reset. Bawa garis LOW ini untuk me-reset mikrokontroler. Biasanya digunakan untuk menambahkan tombol reset untuk perisai yang menghalangi satu di papan tulis.

2.5.5 Komunikasi

Arduino Mega2560 memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lainnya. ATmega2560 menyediakan empat UART hardware untuk TTL (5V) komunikasi serial. Sebuah ATmega8U2 pada saluran salah satu papan atas USB dan menyediakan *port com virtual* untuk perangkat lunak pada komputer (mesin *Windows* akan membutuhkan file *.inf*, tapi *OSX* dan *Linux* mesin akan mengenali papan sebagai port COM secara otomatis.

Perangkat lunak Arduino termasuk monitor serial yang memungkinkan data tekstual sederhana yang akan dikirim ke dan dari papan. RX dan TX LED di papan akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui ATmega8U2 Chip dan USB koneksi ke komputer (tapi tidak untuk komunikasi serial pada pin 0 dan 1).

Sebuah perpustakaan *Software Serial* memungkinkan untuk komunikasi *serial* pada setiap pin digital Mega2560 ini. ATmega 2560 juga mendukung I2C (TWI) dan komunikasi SPI. Perangkat lunak Arduino termasuk perpustakaan *Wire* digunakan untuk menyederhanakan penggunaan bus I2C. Untuk komunikasi SPI, menggunakan perpustakaan *SPI*.

2.6 Raspberry PI

Raspberry Pi adalah sebuah komputer papan tunggal (*single-board computer*) atau SBC berukuran kartu kredit. *Raspberry Pi* telah dilengkapi dengan semua fungsi layaknya sebuah komputer lengkap, menggunakan SoC (*System-on-a-chip*) ARM yang dikemas dan diintegrasikan diatas PCB. Perangkat ini menggunakan kartu SD untuk *booting* dan penyimpanan jangka panjang. *Raspberry Pi* memiliki dua model yaitu model A dan model B. Secara umum *Raspberry Pi* Model B, 512MB RAM. Perbedaan model A dan B terletak pada memory yang digunakan, Model A menggunakan memory 256 MB dan model B 512 MB.

Desain *Raspberry Pi* didasarkan seputar SoC (System-on-a-chip) Broadcom BCM2835, yang telah menanamkan prosesor ARM1176JZF-S dengan 700 MHz, VideoCore IV GPU, dan 256 Megabyte RAM (model B). Penyimpanan data di

desain tidak untuk menggunakan hard disk atau solid-state drive, melainkan mengandalkan kartu SD (SD ^{memory} card) untuk booting dan penyimpanan jangka panjang. Hardware *Raspberry Pi* tidak memiliki real-time clock, sehingga OS harus memanfaatkan timer jaringan server sebagai pengganti. Namun komputer yang mudah dikembangkan ini dapat ditambahkan dengan fungsi *real-time* (seperti DS1307) dan banyak lainnya, melalui saluran GPIO (*General-purpose input/output*) via antarmuka *I²C* (*Inter-Integrated Circuit*). *Raspberry Pi* bersifat open source (berbasis Linux), *Raspberry Pi* bisa dimodifikasi sesuai kebutuhan penggunaannya. Sistem operasi utama *Raspberry Pi* menggunakan Debian GNU/Linux dan bahasa pemrograman *Python*. Salah satu pengembang OS untuk *Raspberry Pi* telah meluncurkan sistem operasi yang dinamai Raspbian, Raspbian diklaim mampu memaksimalkan perangkat *Raspberry Pi*. Sistem operasi tersebut dibuat berbasis Debian yang merupakan salah satu distribusi Linux OS.

2.6.1 *Raspberry Pi 3*

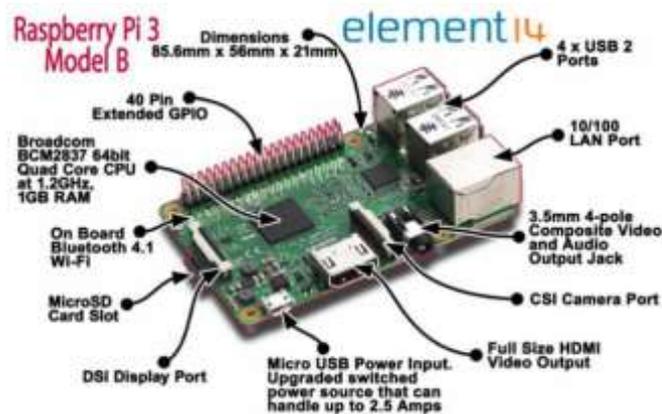
Raspberry Pi 3 merupakan generasi ketiga dari keluarga *Raspberry Pi*. *Raspberry Pi 3* memiliki RAM 1GB dan grafis *Broadcom VideoCore IV* pada frekuensi *clock* yang lebih tinggi dari sebelumnya yang berjalan pada 250MHz. *Raspberry Pi 3* menggantikan *Raspberry Pi 2* model B pada bulan Februari 2016. Kelebihannya dibandingkan dengan *Raspberry Pi 2* adalah:

1. A 1.2GHz 64-bit *quad-core* ARMv8 CPU □□□□
2. 802.11n *Wireless* LAN
3. *Bluetooth* 4.1
4. *Bluetooth Low Energy* (BLE)

Sama seperti *Pi 2*, *Raspberry Pi 3* juga memiliki 4 USB port, 40 pin GPIO, Full HDMI port, Port Ethernet, *Combined 3.5mm audio jack and composite video*, *Camera interface* (CSI), *Display interface* (DSI), slot kartu *Micro SD* (Sistem tekan-tarik, berbeda dari yang sebelumnya ditekan-tekan), dan *VideoCore IV 3D graphics core*.

Raspberry Pi 3 memiliki factor bentuk identik dengan *Raspberry Pi 2* dan memiliki kompatibilitas lengkap dengan *Raspberry Pi 1* dan 2. *Raspberry Pi 3*

juga direkomendasikan untuk digunakan bagi mereka yang ingin menggunakan *Pi* dalam proyek-proyek yang membutuhkan daya yang sangat rendah. Dapat dilihat pada **Gambar 2.7**



Gambar 2.7 Tampilan *Raspberry Pi 3 Model B*

(Sumber: <http://www.raspberrypi.org/products/model-b-plus/>)

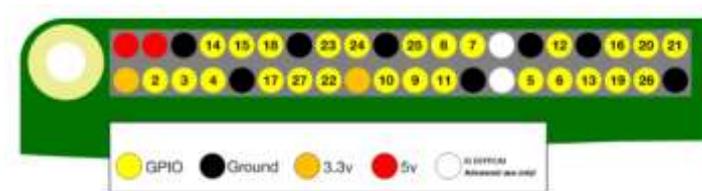
2.6.2 GPIO *Raspberry Pi 3*

GPIO merupakan sederet pin yang terdiri dari 40 pin dengan berbagai fungsi. Salah satu fitur yang kuat dari *Raspberry Pi* adalah deretan GPIO pin di sepanjang tepi atas pin board. These adalah antarmuka fisik antara *Pi* dan dunia luar. Pada tingkat yang paling sederhana, Anda dapat menganggap mereka sebagai switch yang Anda dapat mengaktifkan atau menonaktifkan (input) atau bahwa *Pi* dapat mengaktifkan atau menonaktifkan (output).

Dari 40 pin, 26 pin GPIO dan yang lain adalah pin *power* atau *ground* (ditambah dua pin ID EEPROM yang tidak harus anda gunakan). Anda dapat memprogram pin untuk berinteraksi dengan cara yang menakjubkan dengan dunia nyata. Input tidak harus berasal dari saklar fisik, itu bisa menjadi masukan dari sensor atau sinyal dari komputer lain atau perangkat, misalnya. output juga dapat melakukan apa saja, dari menyalakan LED untuk mengirim sinyal atau data ke perangkat lain.

Jika *Raspberry Pi* adalah pada jaringan, Anda dapat mengontrol perangkat yang terhubung padanya dari mana saja (Tidak secara harfiah di mana saja, tentu

saja. Anda perlu hal-hal seperti akses ke jaringan, jaringan yang mampu perangkat komputasi, dan listrik.) dan perangkat-perangkat dapat mengirim data kembali. Konektivitas dan kontrol dari perangkat fisik melalui internet adalah hal yang sangat kuat dan menarik, dan Raspberry Pi ideal untuk ini. GPIO Raspberry Pi 3 dapat dilihat pada **Gambar 2.8**



Gambar 2.8 *Raspberry Pi* GPIO pin

(Sumber: <http://www.raspberrypi.org/products/model-b-plus/>)

Penjelasan lebih lanjut mengenai fungsi masing-masing PIN GPI pada **Gambar 2.9** *Raspberry Pi* 3 adalah sebagai berikut:

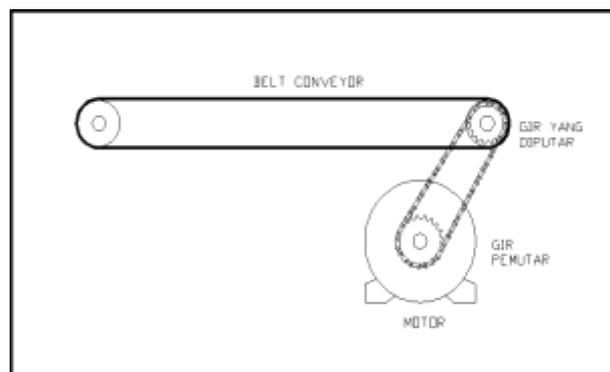
Pin	GPIO	Header	Pin	GPIO	Header
1	3.3v	3.3v	27	GPIO-18	GPIO18
2	GPIO-2	GPIO2	28	GPIO-19	GPIO19
3	GPIO-3	GPIO3	29	GPIO-20	GPIO20
4	GPIO-4	GPIO4	30	GPIO-21	GPIO21
5	Ground	Ground	31	GPIO-22	GPIO22
6	GPIO-5	GPIO5	32	GPIO-23	GPIO23
7	GPIO-6	GPIO6	33	GPIO-24	GPIO24
8	GPIO-7	GPIO7	34	GPIO-25	GPIO25
9	GPIO-8	GPIO8	35	GPIO-26	GPIO26
10	GPIO-9	GPIO9	36	GPIO-27	GPIO27
11	GPIO-10	GPIO10	37	GPIO-28	GPIO28
12	GPIO-11	GPIO11	38	GPIO-29	GPIO29
13	GPIO-12	GPIO12	39	GPIO-30	GPIO30
14	GPIO-13	GPIO13	40	GPIO-31	GPIO31
15	GPIO-14	GPIO14			
16	GPIO-15	GPIO15			
17	GPIO-16	GPIO16			
18	GPIO-17	GPIO17			
19	GPIO-18	GPIO18			
20	GPIO-19	GPIO19			
21	GPIO-20	GPIO20			
22	GPIO-21	GPIO21			
23	GPIO-22	GPIO22			
24	GPIO-23	GPIO23			
25	GPIO-24	GPIO24			
26	GPIO-25	GPIO25			

Gambar 2.9 *Raspberry Pi* 3 Model B GPIO 40 Pin *Block Pinout*

(Sumber: <http://www.raspberrypi.org/products/model-b-plus/>)

2.7 Conveyor

Conveyor adalah suatu sistem mekanik yang mempunyai fungsi memindahkan barang dari satu tempat ke tempat yang lain. Conveyor ini terbuat dari rantai pengikat gear dan juga sebagai alas, Conveyor ini memiliki motor sebagai penggerak conveyor dan juga mempunyai gear untuk memutar conveyor. Gambar sistem kerja conveyor dapat dilihat pada **Gambar 2.10**



Gambar 2.10 Sistem Kerja Conveyor

(Sumber : <https://suluhmania.wordpress.com/2012/04/04/anatomi-sistemroller-conveyor/>)

2.8 Micro SD

MicroSD adalah kartu memori non-volatile yang dikembangkan oleh SD Card Association yang digunakan dalam perangkat *portable*. Saat ini, teknologi microSD sudah digunakan oleh lebih dari 400 merek produk serta dianggap sebagai standar industri de-facto. Keluarga microSD yang lain terbagi menjadi SDSC yang kapasitas maksimum resminya sekitar 2GB, meskipun beberapa ada yang sampai 4GB. SDHC (*High Capacity*) memiliki kapasitas dari 4GB sampai 32GB. Dan SDXC (*Extended Capacity*) kapasitasnya di atas 32GB hingga maksimum 2TB. Keberagaman kapasitas seringkali membuat kebingungan karena masing-masing protokol komunikasi sedikit berbeda. Dari sudut pandang perangkat, semua kartu ini termasuk kedalam keluarga SD. SD adapter memungkinkan konversi fisik kartu SD yang lebih kecil untuk bekerja di slot fisik yang lebih besar dan pada dasarnya ini adalah alat pasif yang menghubungkan pin

dari microSD yang kecil ke pin adaptor microSD yang lebih besar. SD mempunyai bentuk fisik yang sama maka sering menyebabkan kebingungan di kalangan konsumen. Contohnya, MicroSD, MicroSDHC, dan MicroSDXC ukuran fisiknya sama tetapi kapabilitasnya berbeda. Protokol komunikasi untuk SDHC/SDXC/SDIO sedikit berbeda dengan MicroSD yang sudah mapan karena biasanya *host device* keluaran lama tidak bisa mengenali kartu keluaran baru. kebanyakan masalah mengenai inkompatibilitas ini dapat diselesaikan dengan *firmware* update. Dapat dilihat pada **Gambar 211**

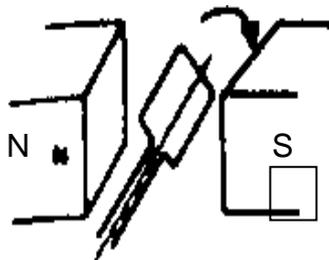


Gambar 2.11 Micro SD

(Sumber : http://www.supertalent.com/datasheets/5_112.pdf)

2.9 Motor *Direct Current* (DC)

2.9.1 Prinsip Kerja Motor DC



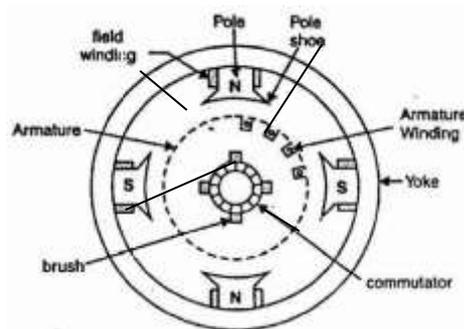
Gambar 2.12 Dasar Motor DC

(Sumber : <https://teknikelektronika.com/pengertian-motor-dc-prinsip-kerja-dc-motor/>)

Pada **Gambar 2.12** menunjukkan prinsip kerja dasar dari sebuah motor

Direct Current (DC), sebuah batang tembaga yang dapat berotasi bebas dalam medan sebuah magnet permanen. Ketika sebuah arus melalui kumparan, maka menghasilkan medan magnet yang kemudian menimbulkan gaya gerak sehingga menyebabkan rotasi, hal ini terus berlanjut, kumparan berada pada posisi tegak lurus dengan arah arus yang melalui kumparan yang telah di *reverse*.

Pada motor DC konvensional, kumparan tembaga terpasang pada *slots* sebuah bahan magnetis silinder yang disebut dengan *armature*. *Armature* terpasang pada *bearing*, dan hal ini menyebabkan *armature* dapat berotasi secara bebas. *Armature* ini berada dalam medan magnet yang dihasilkan oleh kutub magnet. Untuk motor yang kecil, magnet permanen atau elektromagnet dengan medan magnet yang dimilikinya dihasilkan oleh sebuah arus yang melalui kumparan. Dapat dilihat pada **Gambar 2.13**



Gambar 2.13 Sistem Pada Motor DC

(Sumber : Bolton, W. 2003. "Electronic Control System in Mechanical and Electrical Engineering". 3rd Edition, Prentice-Hall, England)

Gambar 2.13 menunjukkan prinsip kerja dasar dari sebuah empat kutub motor DC dengan medan magnet yang dihasilkan oleh arus yang melalui bidang kumparan. Lilitan kumparan pada tiap *armature* yang saling terhubung dengan *segment* dari *ring segment* disebut sebagai *commutator*, dengan kontak elektrik yang dibuat untuk *segment* melalui kontak karbon disebut *brushes*. Sebagai penggerak *armature*, *commutator* membalikkan arus pada tiap kumparan sehingga

bergerak antara medan magnet. Hal ini perlu, jika gaya gerak pada kumparan untuk mengulang gerakan dengan yang sama dan terus berputar. Arah dari perputaran motor DC dapat dibalik, dengan membalikkan juga arah arus *armature* atau medan arus.

2.9.2 Kendali Listrik dari Sebuah Motor DC

Cara termudah dari kendali motor adalah dengan sistem *open loop control*, diaman hanya diperlukan satu pengaturan saja pada nilai *drive* tegangan, dan karakteristik motor serta beban menentukan operasi kecepatan dan torsi. Tapi permasalahan yang paling menarik yaitu jika membutuhkan sistem kendali otomatis, dimana nilai tegangan bervariasi untuk menghasilkan beragam gerakan. Hal ini disebut *closed-loop* atau *feedback control*, dan ini membutuhkan sebuah *output* sensor kecepatan ataupun torsi guna terus menerus membandingkan nilai actual dari *output* dengan nilai yang diinginkan, nilai ini dinamakan *set point*. *Controller* kemudian secara langsung mengubah nilai *output* motor mendekati nilai *set point*. Sistem kendali kecepatan elektronik ada dua tipe: *linear amplifiers* dan *pulse width modulators*. Kendali *Pulse Width Modulation* (PWM) mempunyai kelebihan seperti menjalankan transistor daya bipolar secara cepat antara *cutoff* dan saturasi atau mengatur FET aktif atau tidak. Dalam kasus lain, disipasi daya yang dihasilkan kecil. *Servo amplifier* menggunakan *linier power amplification* yang mana cukup memuaskan tetapi menghasilkan panas berlebih, dikarenakan fungsinya hanya untuk transistor linear, tapi karena daya kecil yang dibutuhkan, perancangan yang mudah, ukuran yang lebih kecil, dan biaya yang sedikit, maka perlu fokus untuk menggantikan *amplifier design*, yang mana sering disebut dengan *Pulse Width Modulation* (PWM) *amplifier*.

Prinsip kerja dari sebuah *amplifier* PWM dapat dilihat pada **Gambar 2.14**, Sebuah *power supply* DC langsung digantikan dengan nilai frekuensi f antara dua nilai (*on* dan *off*). Frekuensi ini biasanya lebih dari 1 KHz. Nilai tinggi terus dipertahankan selama sebuah lebar pulsa aktif berada antara nilai periode T yang tetap, dimana :

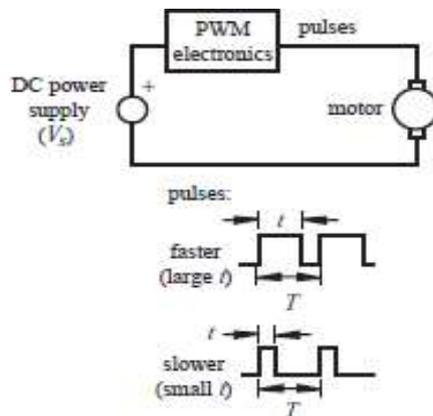
$$T = \frac{1}{f} \dots \dots \dots (1)$$

Hasil sinyal gelombang kotak memiliki nilai *Duty Cycle* yang diartikan sebagai nilai ratio antara waktu aktif pada satu perioda gelombang, biasanya dikalikan dengan persen :

$$Duty\ Cycle = \frac{t}{T} \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

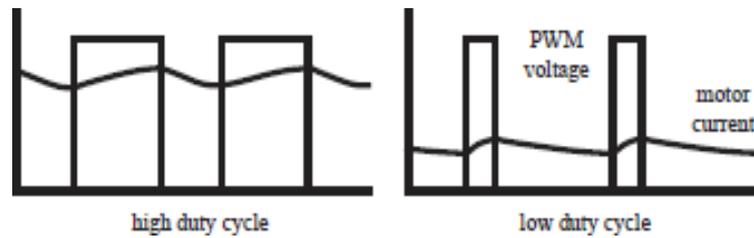
Ketika nilai *duty cycle* berubah (oleh *controller*), nilai arus yang melalui motor akan berubah, menyebabkan perubahan kecepatan dan torsi pada *output*. Inilah dasar dari *duty cycle*, dan tidak serupa dengan nilai tegangan *power supply* yang digunakan untuk mengendalikan kecepatan motor.

Blok diagram sistem kendali *feedback* PWM untuk sebuah motor DC dapat dilihat pada **Gambar 2.14** Nilai tegangan pada tachometer menghasilkan *output* linier yang berhubungan dengan kecepatan motor. *Error* dan arus motor dapat dilihat melalui sebuah *pulse-width-modulation regulator* yang menghasilkan sinyal kotak termodulasi sebagai output. Sinyal ini teramplifikasi dengan level yang sesuai untuk menggerakkan motor.



Gambar 2.14 *Pulse Width Modulation* Pada Sebuah Motor DC

(Sumber : Bolton, W. 2003. “Electronic Control System in Mechanical and Electrical Engineering”. 3rd Edition, Prentice-Hall, England)



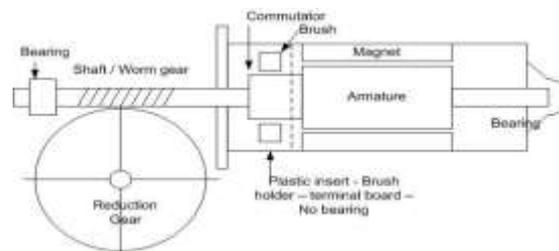
Gambar 2.15 Nilai Tegangan PWM dan Arus Motor

(Sumber : Bolton, W. 2003. “Electronic Control System in Mechanical and Electrical Engineering”. 3rd Edition, Prentice-Hall, England)

Pada **Gambar 2.15** dapat dilihat, ketika nilai *Duty Cycle* besar, maka akan menghasilkan arus motor yang besar pula, dan sebaliknya apabila nilai *Duty Cycle kecil* maka arus motor yang dihasilkan juga akan kecil.

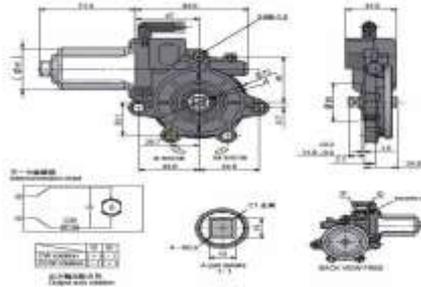
2.9.3 Motor DC (*Power Window*)

Motor DC (*Power Window*) adalah suatu motor yang mengubah energi listrik searah menjadi mekanis yang berupa tenaga penggerak torsi. Motor DC digunakan dimana kontrol kecepatan dan kecepatan torsi diperlukan untuk memenuhi kebutuhan. Bagian DC yang paling penting adalah *rotor* dan *stator*. Bagian *stator* adalah badan motor, sikat-sikat dan inti kutub magnet. Bagian *rotor* adalah bagian yang berputar dari suatu motor DC. Yang termasuk *rotor* ialah lilitan jangkar, komutator, tali, *isolator*, poros, bantalan dan kipas. Jenis motor dc yang dipergunakan dapat dilihat pada gambar dibawah ini. Dapat dilihat pada **Gambar 2.16**



Gambar 2.16 Dasar *Power Window*

(Sumber : <http://eprints.polsri.ac.id/4649/4/BAB%20II%20%20LA.pdf>)



Gambar 2.17 Kontruksi Motor *Power Window*

(Sumber : <http://eprints.polsri.ac.id/4649/4/BAB%20II%20%20LA.pdf>)

Motor *power window* banyak dipergunakan karena torsi tinggi dengan rating tegangan input yang rendah yaitu 12 VDC dan dimensi motor yang relatif sederhana dilengkapi dengan interval *gearbox* sehingga memudahkan untuk instalasi mekanik. Prinsip kerja motor DC *power window* mempunyai bagian *stator* yang berupa magnet permanen dan bagian yang bergerak *rotor* yang berupa koil atau gulungan kawat tembaga. Dimana setiap ujungnya tersambung dengan komutator ini dihubungkan dengan kutub *positive* (+) dan kutub *negative* (-) dari catu daya.

Prinsip kerja dari arus searah adalah membalik fasa tegangan dari gelombang yang mempunyai nilai positif dengan menggunakan komutator, dengan demikian arus yang berbalik arah dengan kumparan jangkar yang berputar dalam medan magnet. Bentuk motor dc paling sederhana memiliki kumparan satu lilitan yang bisa berputar bebas di antara kutub-kutub magnet permanen. Catu tegangan dc dari baterai menuju ke lilitan melalui sikat yang menyentuh komutator, dua segmen yang terhubung dengan dua ujung lilitan pada gambar 2.3 disebut *Angker dynamo*. *Angker dynamo* adalah sebutan untuk komponen yang berputar di antara medan magnet. Motor DC memiliki 2 bagian dasar :

1. Bagian yang tetap atau stasioner yang disebut stator. stator ini menghasilkan medan magnet baik yang dibangkitkan dari sebuah koil (elektro magnet) ataupun magnet permanen.

2. Bagian yang berputar disebut rotor. Rotor ini berupa sebuah koil dimana arus listrik mengalir.

Gaya elektromagnetik pada motor DC timbul saat ada arus yang mengalir pada penghantar yang berada dalam medan magnet. Medan magnet itu sendiri ditimbulkan oleh magnet permanen. Garis-garis gaya magnet mengalir diantara dua kutub magnet dari kutub utara ke kutub selatan. Menurut hukum gaya *Lourentz*, arus yang mengalir pada penghantar yang terletak dalam medan magnet akan menimbulkan gaya . Gaya (F), timbul tergantung pada arah arus (I), dan arah medan magnet (B)

Karena putaran *rotor*, arus listrik di dalam kawat akan berjalan bolak-balik karena jalannya sesuai dengan medan magnet, maka *rotor* akan selalu berputar terus menerus selama arus listrik tetap mengalir di dalam kawat. Untuk karakteristik pada motor dc antara lain:

- a. Kutub Medan Secara langsung sederhana digambarkan bahwa interaksi dua kutub magnet akan menyebabkan perputaran pada motor dc. Motor DC memiliki kutub medan yang stasioner dan *dynamo* yang menggerakkan *bearing* pada ruang diantara kutub medan. Motor DC sederhana memiliki dua kutub medan yaitu utara dan selatan. Garis *magneticenergy* membesar melintasi bukan di antara kutub-kutub dari utara ke selatan. Untuk motor yang lebih besar atau lebih kompleks terdapat satu atau lebih *electromagnet*. *Electromagnet* menerima listrik dari sumber daya dari luar sebagai penyedia struktur medan.
- b. *Dynamo* Bila arus masuk menuju *dynamo*, maka arus ini akan menjadi *electromagnet*. *Dynamo* yang terbentuk silinder, dihubungkan ke as penggerak untuk menggerakkan beban. Untuk kasus motor DC yang kecil, *dynamo* berputar dalam medan magnet yang terbentuk oleh kutub-kutub, sampai kutub utara dan selatan magnet berganti lokasi. Jika hal ini terjadi, arusnya berbalik untuk merubah kutub-kutub utara dan selatan *dynamo*.
- c. *Commutator* Komponen ini terutama ditemukan dalam motor DC.

Kegunaannya adalah untuk membalikan arah arus listrik dalam *dynamo*. *Commutator* juga membantu dalam transmisi arus antara *dynamo* dan sumber daya. Keuntungan utama motor DC adalah sebagai pengendali kecepatan yang tidak mempengaruhi kualitas pasokan daya. Motor ini dapat dikendalikan dengan mengatur tegangan *dynamo* (meningkatkan tegangan *dynamo* yang dimana akan meningkatkan kecepatan), arus medan (menurunkan arus medan akan meningkatkan kecepatan).

2.10 Driver Motor *Direct Current* (DC) BTS7960

Pada driver motor DC ini dapat mengeluarkan arus hingga 43A, dengan memiliki fungsi PWM. Tegangan sumber DC yang dapat diberikan antara 5.5V-27V_{DC}, sedangkan tegangan *input* level antara 3.3V-5V_{DC}, driver motor ini menggunakan rangkaian *full H-bridge* dengan IC BTS7960 dengan perlindungan saat terjadi panas dan arus berlebihan. Dapat dilihat pada **Gambar 2.18**



Gambar 2.18 BTS7960 Driver 43A H-Bridge Drive

(Sumber : www.brontoseno.com/produk/bts7960b-driver-43a-h-bridge-drive-pwm/)

Pin konfigurasi dari penggunaan *driver 43A H-Brige Drive* PWM ini dapat dilihat pada **Gambar 2.19** dibawah :

1	2	1、RPWM	: Forward level or PWM signal input, active high
2	3	2、LPWM	: Inversion level or PWM signal input, active high
3	4	3、R_EN	: Forward drive enable input , high enable , low close
4	5	4、L_EN	: Reverse drive enable input , high enable , low close
5	6	5、R_IS	: Forward drive -side current alarm output
6	7	6、L_IS	: Reverse drive -side current alarm output
7	8	7、VCC	: +5 V power input,connected to the microcontroller 5V power supply
		8、GND	: Signal common ground terminal

Gambar 2.19 Pin Konfigurasi BTS7960 Driver 43A H-Bridge Drive PWM

(Sumber : www.hessmer.org/blog/2013/12/28/ibt-2-h-bridge-with-arduino/comment-page-1/)

2.11 Motor Servo

2.11.1 Pengertian Motor Servo

Servo merupakan suatu alat yang digunakan untuk menghasilkan output yang sesuai dengan perintah yang diinginkan dengan menggunakan *feedback* (umpan balik). Kata servo berasal dari kata "*servant*" yang berarti pelayan. Dengan kata lain, servo adalah pelayan yang mamou bekerja dengan tepat dan cepat sesuai dengan instruksi dari tuannya. Sedangkan sistem servo dapat didefinisikan sebagai alat yang mampu menggerakkan pada kecepatan tertentu dan memposisikan suatu objek pada posisi yang ditentukan. Sistem kontrol otomatis seperti ini membutuhkan *feedback* (umpan balik) untuk dapat bekerja.

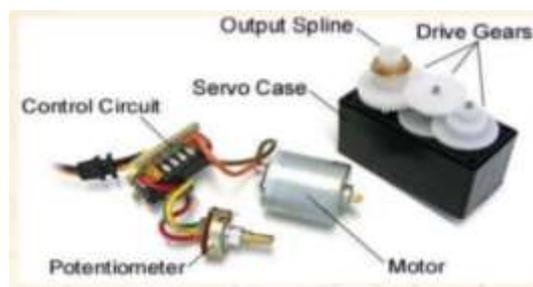
Motor servo adalah motor yang mampu bekerja dua arah CW (*Clock Wise*) dan CCW (*Counter Clock Wise*), dimana arah dan sudut pergerakan rotornya dapat dikendalikan hanya dengan memberikan pengaturan *duty cycle* sinyal PWM pada bagian pin kontrolnya. Bentuk fisik motor servo tampak pada **Gambar 2.20**



Gambar 2.20 Bentuk Fisik Motor Servo (Aang Saiful Zuhri. 2016)

(Sumber : <https://elektronika-dasar.web.id/motor-servo/>)

Pada **Gambar 2.21** merupakan sistem mekanik motor servo, motor terdiri dari sebuah motor, serangkaian gear, potensiometer dan rangkaian kontrol. Serangkaian gear yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan Potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo. Dapat dilihat pada **Gambar 2.21**



Gambar 2.21 Sistem Mekanik Motor Servo (Aang Saiful Zuhri. 2016)
(Sumber : <https://elektronika-dasar.web.id/motor-servo/>)

2.11.2 Karakteristik Motor Servo

Motor servo memiliki :

1. 3 jalur kabel : *power*, *ground*, dan *control*
2. Sinyal control mengendalikan posisi
3. Operasional dari servo motor dikendalikan oleh sebuah pulsa selebar ± 20 ms, dimana lebar pulsa antara 0.5 ms dan 2 ms menyatakan akhir dari range sudut maksimum.
4. Konstruksi didalamnya meliputi *internal gear*, potensiometer, dan *feedback control*.

2.11.3 Jenis-Jenis Motor Servo

Ada dua jenis motor servo yaitu motor servo AC dan DC. Motor servo AC lebih dapat menangani arus yang lebih tinggi atau beban berat, sehingga sering diaplikasikan pada mesin-mesin industri. Sedangkan motor servo DC biasanya

lebih cocok untuk digunakan pada aplikasi-aplikasi yang lebih kecil. Dan bila dibedakan menurut rotasi, umumnya terdapat dua jenis motor servo yang banyak terdapat di pasaran, yaitu:

1. Motor servo standar 180 derajat

Motor servo standar 180 derajat adalah jenis motor servo yang dapat berputar searah maupun berlawanan arah jarum jam. Sudut deteksi motor ini hanya mencapai 180 derajat, dengan perhitungan masing-masing sudut 90 derajat, kanan-tengah-dan kiri.

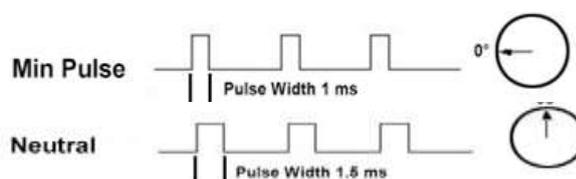
2. Motor servo continuous

Motor servo continuous adalah jenis motor servo yang sebenarnya sama dengan motor servo standard, hanya saja putaran porosnya tanpa batas atau dapat berputar penuh 360 derajat sehingga memungkinkan untuk melakukan gerakan rotasi, baik ke arah kanan maupun kiri.

2.11.4 Prinsip Kerja Motor Servo

Sebenarnya prinsip kerja dari motor servo tak jauh berbeda dibanding dengan motor DC yang lain. Hanya saja motor ini dapat bekerja searah maupun berlawanan jarum jam. Sudut putar dari motor servo juga dapat dikontrol dengan mengatur pulsa yang masuk ke dalam motor tersebut.

Motor servo dikendalikan dengan sinyal PWM dari encoder/potentiometer. Lebar sinyal (pulsa) yang diberikan inilah yang akan menentukan posisi sudut putaran dari poros motor servo. Sebagai contoh, lebar sinyal dengan waktu 1,5 ms (mili second) akan memutar poros motor servo ke posisi sudut 90° . Bila sinyal lebih pendek dari 1,5 ms maka akan berputar ke arah posisi 0° atau ke kiri (berlawanan dengan arah jarum jam), sedangkan bila sinyal yang diberikan lebih lama dari 1,5 ms maka poros motor servo akan berputar ke arah posisi 180° atau ke kanan (searah jarum jam). Lebih jelasnya perhatikan **Gambar 2.22** berikut ini:





Gambar 2.22 (a) Pergerakan Motor Servo 0°
 (b) Pergerakan Motor Servo 90°
 (c) Pergerakan Motor Servo 180°
 (Harry Yuliansyah. 2016)

(Sumber : <https://elektronika-dasar.web.id/motor-servo/>)

2.12 Inverse Kinematic

Inverse kinematic merupakan sebuah analisis matematis yang digunakan untuk mengubah nilai koordinat (dalam kartesian) ujung lengan (end-effector) menjadi besaran sudut setiap joint lengan robot. Cara paling dasar untuk menyelesaikan persamaan kinematika yaitu menggunakan persamaan trigonometri [CITATION End06 \l 1057]. Dengan menggunakan persamaan trigonometri maka nilai sudut putar dari setiap sendi akan diketahui hanya dengan memasukan nilai koordinat ujung lengan (end-effector). Berdasarkan ilustrasi di atas diketahui persamaan untuk menghitung sudut setiap lengan:

$$X^2 + Z^2 = L_1^2 + L_2^2 - 2 \cdot L_1 \cdot L_2 \cdot \cos(\pi - \theta_2)$$

$$X^2 + Z^2 = L_1^2 + L_2^2 + 2 \cdot L_1 \cdot L_2 \cdot \cos \theta_2$$

$$\theta_2 = \cos^{-1} \frac{X^2 + Z^2 - L_1^2 - L_2^2}{2 \cdot L_1 \cdot L_2} \dots\dots\dots(1.3)$$

$$\theta_1 = \tan^{-1} \frac{Z}{X} - \tan^{-1} \frac{L_2 \cdot \sin \theta_2}{L_1 + L_2 \cdot \cos \theta_2} \dots\dots\dots(1.4)$$

Berdasarkan pernyataan di atas, analisis forward kinematic relatif lebih sederhana dibandingkan dengan analisis inverse kinematic. Namun di sisi lain, dalam implementasinya, analisis inverse kinematic lebih mudah digunakan untuk menggerakkan lengan robot. Hal tersebut dikarenakan, untuk menggerakkan sebuah servo dibutuhkan masukan berupa sudut putar. Jadi, apabila menggunakan analisis inverse kinematic sudut putar dari setiap sendi akan diketahui hanya dengan memasukan nilai koordinat ujung lengan (end-effector). Selain itu, variabel yang

didefinisikan untuk pemecahan setiap permasalahan sering kali dalam bentuk koordinat. Sehingga analisis inverse kinematic sering dimanfaatkan untuk problem solve. Selain menggunakan persamaan trigonometri, penyelesaian analisis inverse kinematika pada robot hexapod juga menggunakan matrik rotasi dan translasi untuk perubahan sudut dan koordinat.