

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Robot

Teknologi cerdas berkembang pesat seiring meningkatnya kebutuhan robot cerdas. Kata robot sudah tidak asing lagi ditelinga kita. Kata robot berasal dari bahasa Czech, *robota* yang berarti bekerja. kata robot diperkenalkan oleh karel Capek saat mementaskan *RUR (Rossum's Universal Robots)* pada tahun 1921.

Definisi robot menurut *Robot Institute Of America (1979)* yaitu sebuah robot adalah sesuatu yang dapat di program dan diprogram ulang, dengan memiliki manipulator mekanik atau penggerak yang didesain untuk memindahkan barang-barang, komponen-komponen atau alat-alat khusus dengan berbagai program yang fleksibel disesuaikan untuk melaksanakan berbagai macam tugas.^[10]

Ada banyak definisi yang dikemukakan oleh para ahli mengenai robot. Orang awam beranggapan bahwa robot mengandung pengertian suatu alat yang menyerupai manusia, namun struktur tubuhnya tidak menyerupai manusia melainkan terbuat dari logam. Beberapa ahli robotika berupaya memberikan beberapa definisi, antara lain :

1. Menurut RIA (*Robotik Insitute Of Robot*), “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”.
2. Menurut ORJ (*Official Japanese*), “Robot adalah sebuah sistem mekanik yang mempunyai fungsi gerak analog untuk fungsi gerak organisme hidup, atau kombinasi dari banyak fungsi gerak dengan fungsi *intelligent*.”

2.2 Jenis-jenis Robot

Secara umum, jenis-jenis robot ada 4 bagian yaitu

- *Non Mobile Robot*

Robot ini tidak dapat berpindah posisi dari satu tempat ke tempat lainnya, sehingga robot tersebut hanya dapat menggerakkan beberapa bagian dari tubuhnya dengan fungsi tertentu yang telah dirancang. Contoh : robot manipulator berlengan.

- *Mobile Robot*

Mobile dapat diartikan bergerak, sehingga robot ini dapat memindahkan dirinya dari satu tempat ke tempat lain. dari segi manfaat, robot ini diharapkan dapat membantu manusia dalam melakukan otomasi dalam transportasi, platform bergerak untuk robot industri, eksplorasi tanpa awak dan masih banyak lagi. Contoh : Robot *Line Follower*.

- Gabungan *Mobile Robot* dan *Non Mobile Robot*.

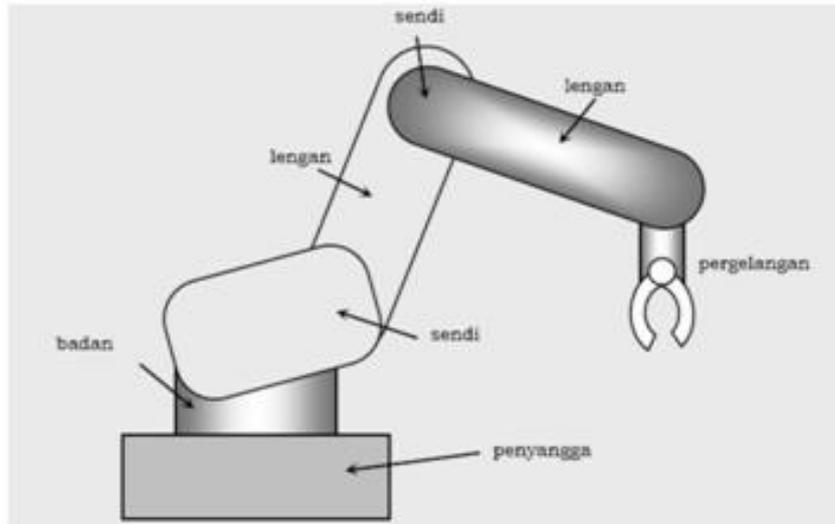
Robot ini merupakan penggabungan dari fungsi-fungsi pada robot *mobile* dan *non mobile*. sehingga keduanya saling melengkapi dimana robot *non mobile* dapat terbantu fungsinya dengan bergerak dari satu tempat ke tempat lain.

- Robot *Humanoid*.

Robot ini dirancang dengan menirukan anatomi dan perilaku manusia. Fungsi-fungsi tubuh manusia baik lengan, kaki, mata, dan pergerakan sendi kepala dan bagian lainnya sebisa mungkin diterapkan di robot ini. Contoh : Robot ASIMO buatan jepang.^[1]

2.3 Lengan robot berjari

Lengan Robot berjari merupakan pengembangan dari lengan robot *gripper* (penjepit) dengan penambahan jumlah jari pada tangannya. Pengontrolan lengan robot berjari dapat dilakukan secara otomatis ataupun manual. Pengontrolan secara otomatis dapat dilakukan dengan memberi sensor pada robot, sensor mendeteksi suatu keadaan dan kontroler akan memerintahkan robot untuk bergerak. Sedangkan untuk pengontrolan manual dapat dilakukan dengan panel kendali atau dengan sistem *Master-Slave*. Berikut pada gambar 2.1 adalah bagian-bagian lengan robot berjari



Gambar 2.1 Bagian-Bagian Lengan Robot Berjari .

Lengan robot berjari mempunyai bagian-bagiannya yaitu :

- Mekanik tangan (*Mechanical Arm*).

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

- *End Effector*

Merupakan suatu komponen pada lengan robot yang mempunyai fungsi mencengkrum suatu objek tertentu untuk di pegang atau di pindahkan. Jenis-jenis *End-Effector* diantara lain *Gripper* dan *Tools*. Namun pada Laporan Akhir ini menggunakan tipe *Gripper* sebagai *End Effector Robot*. *Gripper* (Pencengkram) merupakan suatu piranti yang digunakan untuk mencengkram suatu objek. Berikut pada gambar 2.2 *Gripper* (Pencengkram) lengan robot berjari :



Gambar 2.2 *Gripper* (Pencengkram) Lengan Robot Berjari

2.4 Cara Kerja Lengan Robot

Lengan robot pada umumnya terdiri dari bahu, persendian dan tangan yang bisa berupa sebuah gripper atau tangan yang memiliki jari seperti halnya tangan manusia sebagai pengambil objek. Bagian tangan robot dikenal sebagai manipulator tangan, yaitu sistem gerak yang berfungsi untuk manipulasi (memegang, mengambil, mengangkat, memindahkan, mengolah) objek. Untuk melakukan pengambilan objek lengan robot ini dilengkapi dengan *gripper* (pemegang) yang berupa jari-jari seperti halnya jari manusia. Lengan robot didesain agar dapat mengikuti gerak sesuai dengan gerakan yang dilakukan oleh gerakan lengan manusia, input pengontrol dibuat dengan potensiometer untuk persendian lengan dan *flex sensor* yang diletakkan pada jari-jari manusia dengan cara membuat pengendali yang sesuai dengan bentuk lengan dan jari-jari manusia agar dapat digunakan sebagai penggerak sendi-sendi pada lengan robot. Komunikasi antara manipulator dan gripper menggunakan bluetooth.

2.5 Karakteristik Dasar Lengan Robot

Karakteristik dasar atau bagian lengan robot adalah :

2.5.1 Robot Memiliki sensor

Sensor merupakan peralatan yang berguna untuk mengukur ataupun merasakan sesuatu pada lingkungan di luar robot, layaknya indera pada makhluk hidup, dan memberi laporan hasilnya kepada robot. Dengan adanya sensor, robot bisa memiliki suatu pertimbangan dalam mengambil keputusan. Contoh dari sensor lengan robot berjari adalah potensiometer sebagai sensor posisi dari lengan robot dan *flex sensor* sebagai sensor jari.

2.5.2 Robot Memiliki (Aktuator) peralatan mekanik

Peralatan mekanik berfungsi untuk membuat robot dapat melakukan suatu tindakan tertentu dan berinteraksi dengan lingkungannya. Aktuator yang sering digunakan sebagai penggerak robot diantaranya : motor dc magnet permanen, motor dc *brushles*, motor dc servo, *pneumatic*, dan masih banyak lagi. Penggerak yang digunakan pada lengan robot ini ialah motor servo dan motor dc.

2.5.3 Robot Memiliki (Power) sumber daya

Seperti halnya makhluk hidup yang membutuhkan makanan untuk hidup, robot juga memerlukan sumber tenaga untuk menggerakkan komponen elektrik dan mekanika yang terpasang. Sumber energi pada robot mencakup penyedia tenaga listrik seperti baterai, dan sistem pengatur transmisi yang bertugas mengonversi tenaga listrik sesuai kebutuhan setiap komponen. ¹

2.6 Sensor

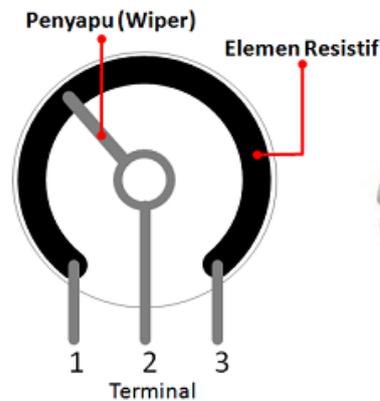
Sensor adalah sebuah piranti yang digunakan untuk mendeteksi besaran mekanis, magnetis, panas, sinar, dan kimia menjadi tegangan dan arus, pendeteksian pada saat melakukan pengukuran atau pengendalian. Terdapat berbagai macam sensor dalam teknik robotik, baik yang digunakan dalam hal pengukuran maupun *interfacing* ke *controller*. Pada lengan robot berjari diperlukan sensor agar mendeteksi gerakan atau fenomena lingkungan yang diperlukan oleh sistem kontrol. Sensor pada lengan robot berjari sebagai berikut :

2.6.1 Potensiometer

Potensiometer adalah sensor analog yang sederhana namun sangat berguna untuk mendeteksi posisi putaran, misalnya kedudukan sudut aktuator berdasarkan nilai resistansi pada putaran porosnya. Sensor potensiometer mengandung elemen tahanan yang dihubungkan oleh sebuah kontak geser yang dapat bergerak. Gerakan kontak geser menghasilkan suatu perubahan tahanan yang linier. Tergantung pada cara tahanan kawat tersebut digulungkan. Potensiometer terdiri dari beberapa jenis, yaitu potensiometer karbon, potensiometer *wirewound* dan potensiometer metal film.

- Potensiometer karbon adalah potensiometer yang terbuat dari bahan karbon harganya cukup murah akan tetapi tingkat akurat potensiometer ini sangat rendah biasanya harga resistansi akan sangat mudah berubah akibat pergeseran kontak.
- Potensiometer gulungan kawat (*wirewound*) adalah potensiometer yang menggunakan gulungan kawat nikelin yang sangat kecil ukuran penampangnya. Ketelitian dari potensiometer jenis ini tergantung dari ukuran kawat yang digunakan serta kerapihan penggulungannya.
- Potensiometer metal film adalah potensiometer yang menggunakan bahan metal yang dilapiskan ke bahan isolator.

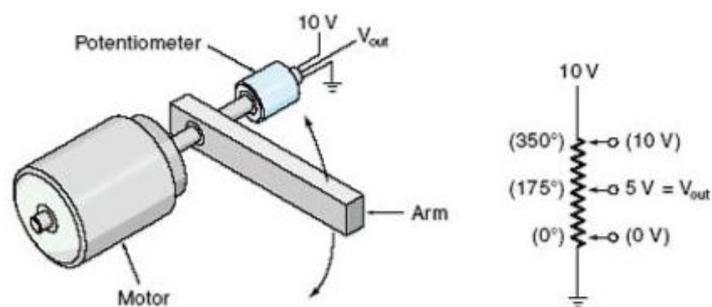
Potensiometer yang dipakai pada Laporan Akhir ini adalah *rotary* potensiometer berbahan karbon. Potensiometer sebagai sensor posisi memanfaatkan perubahan resistansi. Linearitas yang tinggi hasilnya mudah dibaca tetapi pergeseran dan kerenggangan yang ditimbulkan dengan resolusinya terbatas yaitu 0,2 – 0,5%. Berikut gambar 2.3 Struktur Internal Potensiometer.



Gambar 2.3 Struktur Internal Potensiometer

Rotary potensiometer terdiri dari sebuah elemen resistif yang membentuk jalur dengan terminal di kedua ujungnya. Sedangkan terminal adalah penyapu (*wiper*) yang dipergunakan untuk menentukan pergerakan pada jalur elemen resistif (*resistive*). Pergerakan Penyapu (*wiper*) pada jalur elemen resistif inilah yang mengatur naik-turunnya nilai resistansi sebuah potensiometer.

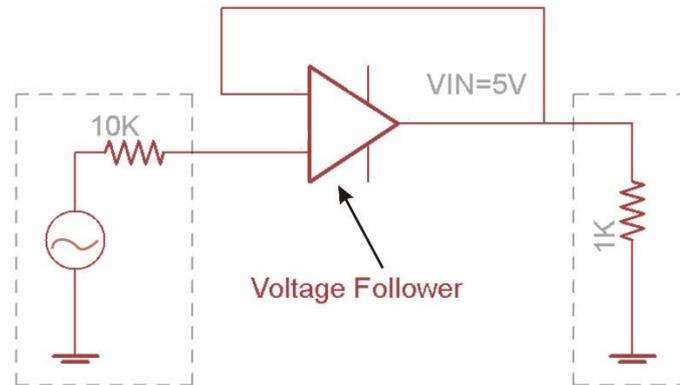
Berikut pada Gambar 2.4 Potensiometer sebagai sensor posisi :



Gambar 2.4 Potensiometer sebagai Sensor Posisi

Potensiometer adalah pembagi tegangan (*voltage divider*) dan akan bekerja baik jika arus listrik yang sama mengalir di seluruh tahanan potensiometer. Kesalahan pembebanan (*loading error*) terjadi saat wiper dari potensiometer dihubungkan dengan rangkaian yang memiliki tahanan input tidak terlalu besar dari tahanan potensiometer. Sehingga arus yang melewati wiper berkurang dan menyebabkan pembacaan tegangan menjadi berkurang. Hal ini dapat diatasi dengan rangkaian buffer impedansi tinggi misalnya menggunakan *voltage follower* yang

dipasang diantara potensiometer dengan rangkaian yang diukur. Rangkaian sensor posisi pada gambar 2.5 : ^[9]



Gambar 2.5 Rangkaian Sensor Posisi

Berikut Perhitungan R ideal dari potensiometer :

$$R_{\text{putar}} = \frac{\text{Sudut Putar}}{\text{Sudut Maks}} \times \text{resistansi maks} \dots\dots\dots(2.1)$$

$$R_{\text{ideal}} = R_{\text{maks}} + R_{\text{putar}} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

- R putar : Resistansi Putar Potensiometer
- Sudut Putar : Sudut Putar Potensiometer
- Sudut Maks : Sudut Maksimum Potensiometer
- R ideal : Resistansi ideal
- R awal : Resistansi pada sudut 0°

Berikut Perhitungan nilai sampling (ADC) :

$$\text{Sampling} = \frac{\text{Sinyal referensi}}{\text{referensi}} \times \text{skala} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

- Sampling : Nilai ADC
- Sinyal : Tegangan Putaran Potensiometer
- Referensi : Tegangan Inputan Potensiometer
- Skala : Jumlah Bit

Berikut Perhitungan Tegangan (V_{out}) yang dihasilkan potensiometer :

$$V_{out} = \frac{\text{Resistansi Putar}}{\text{Resistansi Maksimum}} \times V_{in} \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

- V_{out} : Tegangan keluaran potensiometer
- Resistansi Putar : Resistansi putar potensiometer
- Resistansi Maksimum : Resistansi maksimum potensiometer
- V_{in} : Tegangan Input potensiometer

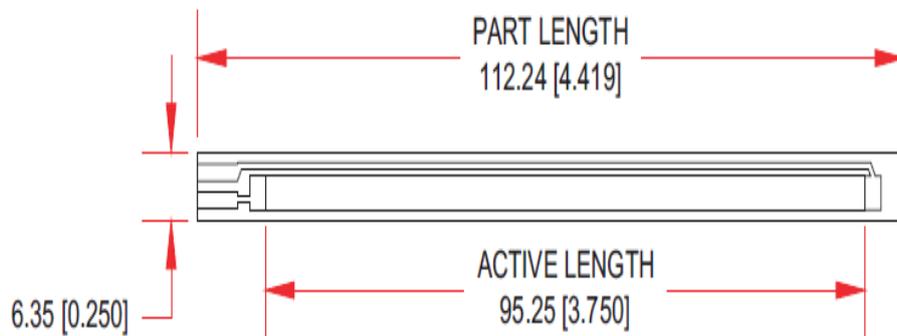
2.6.2 *Flex Sensor*

Fenomena analog yang biasa diukur di dalam sistem internal robot berhubungan dengan posisi, kecepatan, percepatan dan kemiringan/kecondongan. Sedangkan yang diukur dari luar sistem robot banyak berhubungan dengan penetapan posisi koordinat robot terhadap referensi ruang kerja.

Flex Sensor merupakan sebuah sensor fleksibel yang memiliki panjang 4,5 *inch*. Sensor tekuk ini dipatenkan oleh *Spectra Symbol*. Hambatan sensor fleksibel ini berubah ketika bantalan logam berada diluar tekukan. Spesifikasi : [2]

1. Cakupan suhu : -35° C sampai +80° C
2. Hambatan datar : 10K Ohm
3. Toleransi hambatan : ±30%
4. Cakupan hambatan tekukan : 60K Ohm
5. Nilai *power* : 0,5 Watt dst. 1 Watt sampai batas maksimal.

Berikut pada gambar 2.6 adalah diagram dimensi sebuah *Flex Sensor* :

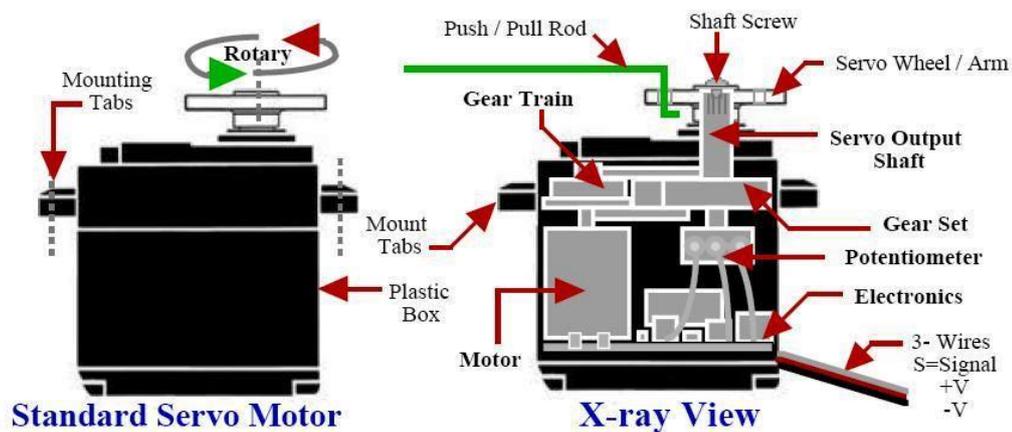


Gambar 2.6 Diagram Dimensi *Flex Sensor Series SEN 08606*

2.7 Motor

2.7.1 Motor Servo

Motor servo merupakan motor DC yang mempunyai kualitas tinggi. Motor ini sudah dilengkapi dengan sistem kontrol. Pada aplikasinya, motor servo sering digunakan sebagai kontrol loop tertutup, sehingga dapat menangani perubahan posisi secara tepat dan akurat begitu juga dengan pengaturan dan percepatan.



Gambar 2.7 Motor Servo

Bentuk fisik dari motor servo dapat dilihat pada gambar 2.7. Sistem pengkabelan motor servo terdiri 3 bagian, yaitu Vcc, Gnd, dan Kontrol (PWM). Pada motor servo, pemberian nilai PWM akan membuat motor servo bergerak pada

posisi tertentu lalu berhenti (kontrol posisi). Motor servo dibedakan menjadi 2, yaitu :^[10]

1. Motor servo standard (servo rotation 180⁰) adalah jenis yang paling umum dari motor servo, dimana putaran poros outputnya terbatas hanya 90⁰ kearah kanan dan 90⁰ kearah kiri. Dengan kata lain total putarannya hanya setengah lingkaran atau 180⁰.
2. Motor servo rotation continuous merupakan jenis motor servo yang sebenarnya sama dengan jenis servo standard, hanya saja perputaran porosnya tanpa batasan atau dengan kata lain dapat berputar terus, baik ke arah kanan maupun kiri.

Berikut perhitungan sudut servo sesuai dengan nilai ADC dihasilkan potensiometer :

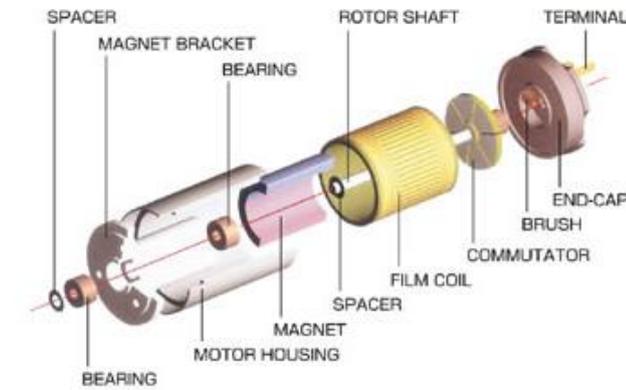
$$\text{Sudut motor servo} = \frac{ADC}{1^\circ \text{ nilai ADC}} \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan :

- Sudut motor servo : Derajat yang dihasilkan motor servo
- ADC : Nilai ADC (Analog to Digital Converter)
- 1^o nilai ADC : Nilai ADC dari 1^o motor servo

2.7.2 Motor DC

Motor arus searah (DC) adalah suatu mesin yang berfungsi mengubah tenaga listrik arus searah menjadi gerak atau energi mekanik. Konstruksi dasar motor DC terdiri dari bagian utama, yaitu rotor dan stator. Rotor adalah bagian yang berputar atau armature berupa koil dimana arus listrik dapat mengalir. Stator adalah bagian yang tetap dan menghasilkan medan magnet dari koilnya.⁶



Gambar 2.8 Motor DC *Gearbox*

Bentuk fisik dari motor DC *gearbox* seperti gambar 2.8. Sebuah motor DC yang memiliki tiga komponen utama :

1. Kutub medan magnet

Motor DC memiliki kutub medan yang stasioner dan kumparan motor DC yang menggerakkan bearing pada ruang diantara kutub medan. Motor DC sederhana memiliki dua kutub medan: kutub utara dan kutub selatan. Garis magnetik energi membesar melintasi bukaan diantara kutub-kutub dari utara ke selatan. Untuk motor yang lebih besar atau lebih kompleks terdapat satu atau lebih elektromagnet. Elektromagnet menerima listrik dari sumber daya dari luar sebagai penyedia struktur medan.

2. Kumparan motor DC

Bila arus masuk menuju kumparan motor DC, maka arus ini akan menjadi elektromagnet. kumparan motor DC yang berbentuk silinder, dihubungkan ke as penggerak untuk menggerakkan beban. Untuk kasus motor DC yang kecil, kumparan motor DC berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub-kutub, sampai kutub utara dan selatan magnet berganti lokasi. Jika hal ini terjadi, arusnya berbalik untuk merubah kutub-kutub utara dan selatan kumparan motor DC.

3. Commutator Motor DC

Komponen ini terutama ditemukan dalam motor DC. Kegunaannya adalah untuk membalikan arah arus listrik dalam kumparan motor DC. Commutator juga membantu dalam transmisi arus antara kumparan motor DC dan sumber daya. ^[10]

Berikut perhitungan waktu yang dihasilkan dengan gerak motor dc sebesar 45° :

$$1 \text{ Putaran motor DC} = \frac{\text{Kecepatan maks}}{60 \text{ detik}} \dots\dots\dots(2.6)$$

$$\text{Sudut 1 Putaran motor DC} = \frac{\text{Sudut 1 putaran}}{\text{sudut gerak}} \dots\dots\dots(2.7)$$

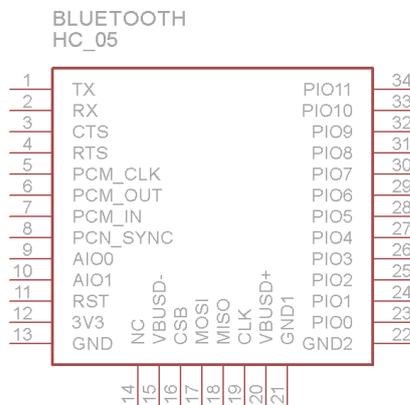
$$\text{Sudut motor DC } 45^\circ = \frac{1 \text{ putaran motor DC}}{\text{Kecepatan maks}} \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan :

- Kecepatan maks : Kecepatan maksimal motor DC (rpm)
- Sudut gerak : Sudut gerak potensiometer

2.8 Modul Bluetooth HC-05

Bluetooth adalah protokol komunikasi wireless yang bekerja pada frekuensi radio 2.4 GHz untuk pertukaran data pada perangkat bergerak seperti PDA, laptop, HP, dan lain-lain1. Salah satu hasil contoh modul Bluetooth yang paling banyak digunakan adalah tipe HC-05. modul Bluetooth HC-05 merupakan salah satu modul Bluetooth yang dapat ditemukan dipasaran dengan harga yang relatif murah. Modul Bluetooth HC-05 terdiri dari 6 pin konektor, yang setiap pin konektor memiliki fungsi yang berbeda - beda. Untuk gambar module bluetooth dapat dilihat pada gambar 2.9 dibawah ini:



Gambar 2.9 Modul Bluetooth HC-05

Modul Bluetooth HC-05 dengan supply tegangan sebesar 3,3 V ke pin 12 modul Bluetooth sebagai VCC. Pin 1 pada modul Bluetooth sebagai transmitter. kemudian pin 2 pada Bluetooth sebagai receiver. Konfigurasi pin modul *Bluetooth* HC-05 dapat dilihat pada table 2.1 berikut ini : ^[7]

Tabel 2.1 Konfigurasi pin *Module Bluetooth* HC-05

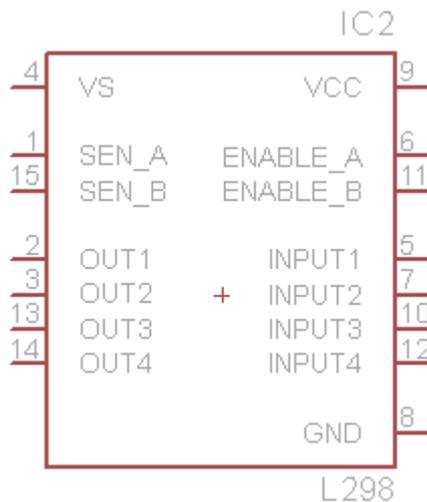
No	Nomor Pin	Nama	Fungsi
1.	Pin 1	Key	
2.	Pin 2	VCC	Sumber tegangan 5V
3.	Pin 3	GND	Ground tegangan
4.	Pin 4	TXD	Mengirim data
5.	Pin 5	RXD	Menerima data
6.	Pin 6	State	-

2.9 *Motor Driver Shield L298D*

L298 adalah jenis IC driver motor yang dapat mengendalikan arah putaran dan kecepatan motor DC ataupun Motor stepper. IC L298 sudah mencukupi digunakan sebagai rangkain *driver*. Cukup dihubungkan ke mikrokontroler dan diberi tegangan sebesar 7 volt dengan arus minimal 2 ampere rangkaian *driver* berbasis L298 sudah dapat digunakan dan IC L298 mampu mengeluarkan output tegangan untuk Motor dc dan motor stepper sebesar 50 volt. (*Datasheet IC L298*).

IC L298 terdiri dari transistor-transistor logik (TTL) dengan gerbang nand yang memudahkan dalam menentukan arah putaran suatu motor dc dan motor stepper. Dapat mengendalikan 2 untuk motor dc namun pada hanya dapat mengendalikan 1 motor stepper.

IC L298 masing-masing dapat mengantarkan arus hingga 2A. Namun, dalam penggunaannya, IC ini dapat digunakan secara paralel, sehingga kemampuan menghantarkan arusnya menjadi 4A. Prinsip kerja IC L298, IC ini memiliki empat *channel* masukan yang didesain untuk dapat menerima masukan *level* logika TTL. Masing-masing *channel* masukan ini memiliki *channel* keluaran yang bersesuaian. Gambar 2.9 memperlihatkan penampang IC L298. Dengan memberi tegangan 5 volt pada pin *enable A* dan *enable B*, masing-masing *channel output* akan menghasilkan logika *high* (1) atau *low* (0) sesuai dengan *input* pada *channel* masukan. Berikut gambar 2.9 modul L298D.^[5]

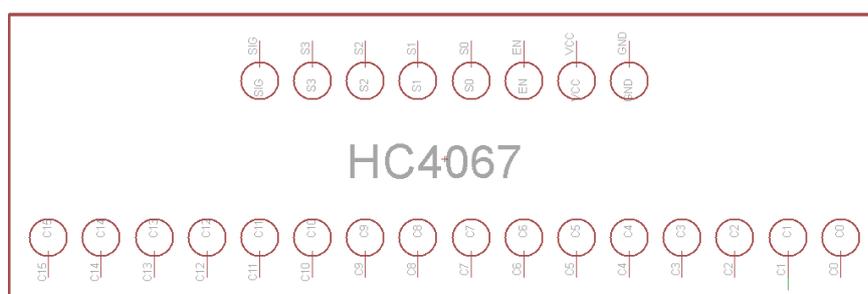


Gambar 2.10 Modul L298D

2.10 Multiplexer

Multiplexer adalah suatu rangkaian logika yang mampu memilih sebuah bit masukan dari sejumlah sumber yang berlainan dan mengarahkan bit yang terpilih ini ke suatu keluaran. Bit yang terpilih ditentukan oleh saluran-saluran alamat masukan yang sesuai.

Multiplexer yang memiliki empat saluran alamat masukan (S_0 S_1 S_2 S_4) mampu memilih satu diantara enam-belas kemungkinan bit masukan, multiplexer yang memiliki tiga saluran alamat masukan (S_0 S_1 S_2) mampu memilih satu di antara delapan kemungkinan bit masukan multiplexer yang memiliki dua saluran alamat masukan (S_0 S_1) mampu memilih satu di antara empat kemungkinan bit masukan, multiplexer yang memiliki satu saluran alamat masukan (S_0) mampu memilih satu di antara dua kemungkinan bit masukan. Berikut gambar 2.10 Modul Multiplexer.^[8]



Gambar 2.11 Modul Multiplexer

2.11 UBEC (Universal Battery Elimination Circuit)

UBEC merupakan rangkaian untuk mengubah tegangan, tinggi ke rendah atau sebaliknya, memerlukan rangkaian yang tepat, agar daya dapat di-*deliver* dengan tingkat efisiensi setinggi mungkin. Namun ada juga SBEC dimana secara keseluruhan kegunaannya sama dengan UBEC, hanya saja SBEC memiliki kualitas dibawah UBEC

Untuk menurunkan tegangan dengan menggunakan IC regulator seperti IC 7805, sangat umum digunakan. Regulator ini memiliki kemampuan menangani arus hingga 1A, dengan V_{in} minimal sama dengan 7V, untuk menghasilkan output 5V. Dengan perhitungan sederhana, bila V_{in} 9V, maka disipasi daya 4 watt, satu nilai yang cukup besar (panas) atau menggunakan regulator linier tipe LDO, seperti 2940, yang juga memiliki kemampuan menangani arus hingga 1A, dengan V_{in} minimal sama dengan 5.5V, untuk menghasilkan output 5V.

Pilihan lain adalah regulator switching. Untuk kebutuhan mencatu motor servo atau rangkaian lain yang bekerja pada tingkat tegangan 5V – 6V, dapat menggunakan UBEC. UBEC adalah rangkaian elektronik yang mengambil daya dari battery pack atau sumber DC lainnya, dan menurunkannya ke level tegangan 5V atau 6V. Tegangan input maksimum tergantung pada spesifikasi UBEC. Berikut dibawah ini gambar 2.11 UBEC. ^[4]



Gambar 2.12 UBEC (Universal Battery Elimination Circuit)

2.12 Baterai Li-po

Baterai Li-po terletak pada penghantar arus listrik yang ada pada kedua jenis baterai tersebut. Baterai Li-Po adalah singkatan *Lithium Polymer*, baterai ini bersifat cair (*Liquid*), menggunakan elektrolit polimer yang padat, dan mampu menghantarkan daya lebih cepat dan jenis baterai ini adalah hasil pengembangan dari Lithium Ion. Baterai Li-Po ini disebut sebagai baterai ramah lingkungan. Berikut ini adalah kelebihan dan kekurangan Baterai Li-Po, yaitu:

- *Kelebihan Baterai Li-Po*

1. Ramah Lingkungan
2. Fleksibel bisa dibuat berdasarkan kebutuhan
3. Lebih Aman
4. Lebih ringan

- *Kekurangan Baterai Li-Po*

1. Biaya manufaktur mahal
2. Harga baterai Juga mahal karena cost untuk energi ini juga mahal
3. Butuh perawatan khusus untuk isi ulang, seperti jangan sampai baterai habis baru di isi ulang
4. Usia Baterai lebih pendek

Berikut gambar 2.12 baterai Li-Po. ^[4]



Gambar 2.13 Baterai Li-Po

2.13 Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah papan mikrokontroler berbasis ATmega2560 (datasheet ATmega2560). Arduino Mega 2560 memiliki 54 pin digital input/output, dimana 15 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 16 pin sebagai input analog, dan 4 pin sebagai UART (port serial hardware), 16 MHz kristal osilator, koneksi USB, jack power, header ICSP, dan tombol reset. Ini semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler. Cukup dengan menghubungkannya ke komputer melalui kabel USB atau power dihubungkan dengan adaptor AC-DC atau baterai untuk mulai mengaktifkannya. Arduino Mega 2560 kompatibel dengan sebagian besar shield yang dirancang untuk Arduino Duemilanove atau Arduino Diecimila. Arduino Mega 2560 adalah versi terbaru yang menggantikan versi Arduino Mega. Berikut gambar 2.10 modul Arduino Mega 2560 : ^[3]



Gambar 2.14 Arduino Mega 2560

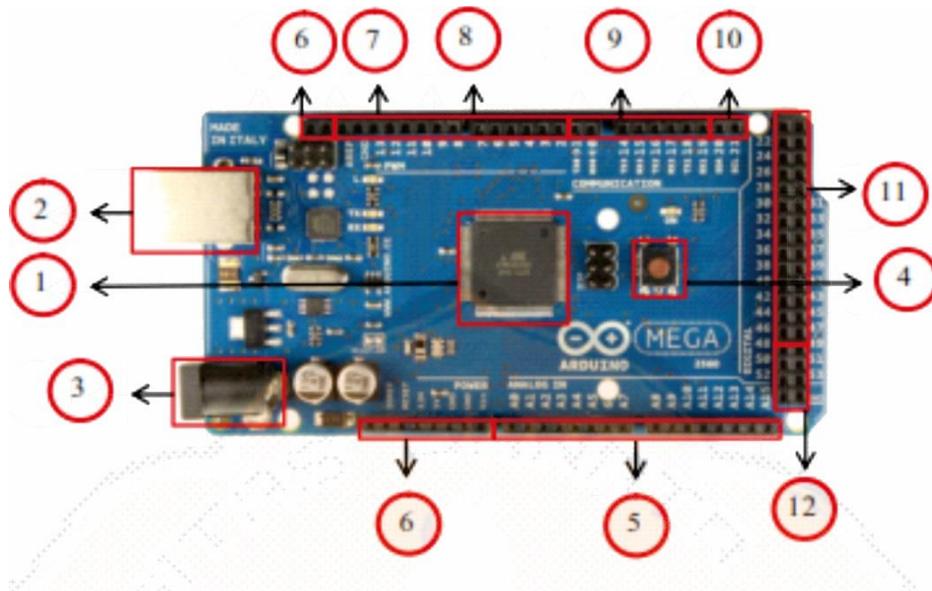
2.13.1 Arsitektur Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 terbentuk dari prosesor yang dikenal dengan Mikrokontroler ATmega 2560. Mikrokontroler ATmega 2560 memiliki beberapa fitur / spesifikasi yang menjadikannya sebagai solusi pengendali yang efektif untuk berbagai keperluan. Fitur-fitur tersebut antara lain :

1. Tegangan Operasi sebesar 5 V
2. Tegangan input sebesar 6 – 20 V tetapi yang direkomendasikan untuk ATmega 2560 sebesar 7 – 12 V.
3. Pin digital I/O sebanyak 54 pin dimana 14 pin merupakan keluaran dari PWM.
4. Pin input analog sebanyak 16 pin

4. Arus DC pin I/O sebesar 40 mA sedangkan Arus DC untuk pin 3.3V sebesar 50 mA
5. Flash memory 156 Kb yang mana 8 Kb digunakan oleh bootloader.
6. 7 SRAM 8 Kbyte
7. 8 EEPROM 4 Kbyte
8. 9 Serta mempunyai 2 Port UARTs untuk komunikasi serial

2.13.3 Konfigurasi Pin Arduino Mega 2560



Gambar 2.16 Konfigurasi Pin Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 memiliki 54 pin digital input/output, dimana 15 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 16 pin sebagai input analog, dan 4 pin sebagai UART (port serial hardware), 16 MHz kristal osilator, koneksi USB, jack power, header ICSP, dan tombol reset. Berikut tabel 2.2 Konfigurasi pin Arduino Mega 2560.

Tabel 2.2 Penjelasan Konfigurasi pin Arduino Mega 2560

No	Parameter	Keterangan
1.	Atmega 2560	IC Mikrokontroler yang digunakan pada Arduino Mega 2560
2.	Jack USB	Untuk komunikasi mikrokontroler dengan PC
3.	Jack Adaptor	Masukan power eksternal bila Arduino bekerja mandiri (tanpa komunikasi dengan PC melalui kabel serial USB)
4.	Tombol Reset	Tombol reset internal yang digunakan untuk mereset modul Arduino.
5.	Pin Analog	Menerima input dari perangkat analog lainnya
6.	Pin Power	<ul style="list-style-type: none"> - Vin = Masukan tegangan input bagi Arduino ketika menggunakan sumber daya eksternal - 5 V = Sumber tegangan yang dihasilkan regulator internal board Arduino - 3,3 V = Sumber tegangan yang dihasilkan regulator internal board Arduino. Arus maksimal pada pin adalah 50 mA.

		<ul style="list-style-type: none"> - GND = Pin ground dari regulator tegangan board Arduino - IOREF = Tegangan Referensi - AREF = Tegangan Referensi untuk input analog
7.	Light-Emitting Dode (LED)	Pin digital 13 merupakan pin yang terkoneksi dengan LED internal Arduino
8.	Pin PWM	Arduino Mega menyediakan 8 bit output PWM. Gunakan fungsi <code>analogwrite()</code> untuk mengaktifkan pin PWM ini.
9.	Pin Serial	Digunakan untuk menerima dan mengirimkan data serial TTL (Receiver (RX), Transmitter (Tx)). Pin 0 dan 1 sudah terhubung kepada pin serial USB to TTL sesuai dengan pin Atmega.
10.	Pin Two Wire Interface (TWI)	Terdiri dari Serial Data Line (SDA) dan Serial Interface Clock (SCL)
11.	Pin Digital	Pin yang digunakan untuk menerima input digital dan memberi output berbentuk digital (0 dan 1 atau low dan high)
12.	Pin Serial Peripheral Interface (SPI)	<p>Terdiri dari 4 buah Pin :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Master In Slave Out (MISO) Jalur Slave untuk mengirimkan data ke Master 2. Master Out Slave In (MOSI) Jalur master untuk mengirimkan data ke peralatan. 3. Serial Clock (SCK) Clock yang berfungsi untuk memberikan denyut pulsa ketika sedang menyinkronkan transmisi data oleh master. 4. Slave Select (SS) Pin untuk memilih jalur slave pada perangkat tertentu.

2.13.4 Software Arduino

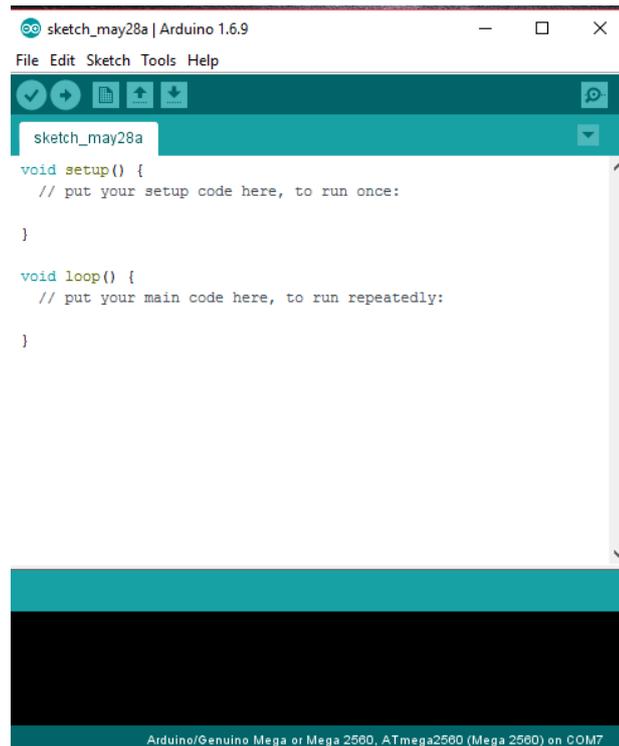
Sehubungan dengan pembahasan untuk saat ini software arduino yang akan digunakan adalah driver dan IDE, walaupun masih ada beberapa software lain yang sangat berguna selama pengembangan Arduino.

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 computer ke dalam memory dalam papan arduino.



Gambar 2.18 Tampilan Arduino IDE

Pada gambar 2.14, merupakan toolbar IDE yang memberikan akses instan ke fungsi-fungsi yang penting :

- Dengan tombol Verify, dapat mengkompilasi program yang di editor.
- Tombol New menciptakan program baru dengan mengosongkan isi dari jendela editor.
- Dengan Open anda dapat membuka program yang ada dari sistem file.
- Tombol Save menyimpan program.
- Ketika anda mengklik tombol Upload, IDE mengkompilasi program dan upload ke papan Arduino yang telah dipilih di IDE menu Tools > Serial port.

- Arduino dapat berkomunikasi dengan komputer melalui koneksi serial. Mengklik tombol serial monitor akan membuka jendela serial monitor yang dapat melihat data yang dikirimkan oleh arduino dan juga untuk mengirim data kembali.
- Tombol stop menghentikan serial monitor.



Gambar 2.17 Toolbar Arduino IDE

Pada saat mengalami masalah dalam memprogram dengan arduino IDE. Menu Help dapat membantu mengatasi masalah. Menu Help menunjukkan banyak sumber daya yang berguna di website arduino yang menyediakan solusi cepat tidak hanya untuk semua masalah tetapi juga untuk referensi materi dan tutorial.³

2.13.4.1 Struktur dan Basic Command API Arduino

Bahasa Arduino memiliki struktur serupa dengan bahasa Processing dan juga kode sketch yang lebih sederhana dari standar bahasa C. Pada dasarnya dalam API (Application Protocol Interface) bahasa arduino dibagi tiga bagian yaitu variabel, directive setup(), dan directive loop().

API arduino tidak membutuhkan deklarasi directivemain() seperti pada bahasa C, tetapi hanya diperlukan blok fungsi setup() hanya dijalankan sekali berfungsi sebagai pendefinisi atau inisialisasi fungsi suatu pin (input atau output digital, atau input tegangan analog), konfigurasi dan protocol komunikasi (serial, SPI, Bus i2C), atau definisi nilai untuk suatu variabel. Program yang dimasukkan ke fungsi loop () akan dijalankan secara berurutan dari atas ke bawah secara berulang tanpa henti (infinite loop).^[6]

2.13.4.2 Tipe-Tipe data dalam Arduino

Setiap bagian dari data yang tersimpan dalam program arduino memiliki tipe datanya masing-masing. Tergantung pada kebutuhan, dapat memilih dari tipe-tipe data berikut ini :

1. Tipe data boolean mengambil satu byte memori dan dapat bernilai benar atau salah.
2. Tipe data char mengambil satu byte nomor memori dan menyimpan dari -128 sampai 127. Angka-angka ini biasanya mewakili karakter yang dikodekan dalam ASCII.
3. Tipe data int (integer) membutuhkan dua byte memori. Dapat menggunakannya untuk menyimpan angka dari -32.768 ke 32.767. unsigned int juga menghabiskan dua byte memori tetapi menyimpan angka dari 0 sampai 65.535.
4. Untuk angka yang lebih besar, dinamakan tipe data long. Mengonsumsi empat byte memori dan menyimpan nilai dari -214783648 ke 2147483647. Unsigned long juga perlu empat byte tetapi menyimpan rentang nilai dari 0 sampai 4.294.967.295.
5. Tipe data float dan double adalah tipe data yang sama. Dapat menggunakan jenis tipe ini untuk menyimpan angka floating-point. Keduanya menggunakan empat byte memori dan mampu menyimpan nilai-nilai dari -3.4028235E+38 untuk 3.4028235E+38.
6. Tipe data void hanya untuk deklarasi fungsi. Ini menunjukkan bahwa fungsi tersebut tidak mengembalikan nilai.
7. Array menyimpan nilai yang memiliki tipe data yang sama.
8. Sebuah string adalah sebuah array nilai char. Arduino IDE mendukung penciptaan string dengan beberapa sintaksis gula semua ini deklarasi membuat string dengan isi yang sama.^[6]