

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Robot

Definisi robot menurut Robot Institute Of America (1979) yaitu 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.

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 (*Robotic Institute Of Robot*), “Robot adalah sebuah manipulator yang dapat diprogram 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 Robot Japanese*), “Robot adalah suatu system mekanik yang mempunyai fungsi gerak analog untuk fungsi gerak organisme hidup, atau kombinasi dari banyak fungsi gerak dengan fungsi *intelligent*.”

Bionik merupakan sebuah istilah untuk rakayasa perangkat cerdas yang biasa disebut robot. Pada umumnya bionik robot merupakan sebuah sistem yang bekerja secara biologi dimana sistem yang terjadi menyerupai sistem yang terjadi secara alami yang dikembangkan untuk mempelajari dan mendesain suatu sistem yang di aplikasikan pada rekayasa perangkat modern.

2.2 Jenis-jenis Robot

Secara umum, jenis robot dapat dibedakan dalam 4 kategori, yaitu :

– **Mobile Robot**

Mobile dapat diartikan bergerak, sehingga robot ini dapat memindahkan dirinya dari satu tempat ke tempat lain. Robot ini merupakan robot yang paling populer dalam dunia penelitian robotika. Dari segi manfaat, robot ini diharapkan dapat membantu manusia dalam melakukan otomatisasi dalam transportasi, platform bergerak untuk robot industri, eksplorasi tanpa awak, dan masih banyak lagi.

Contoh : Robot *Line Tracker*.

Robot *line tracker* merupakan robot yang dapat bergerak mengikuti *track* berupa garis hitam setebal ± 3 cm. Untuk membaca garis, robot dilengkapi dengan sensor proximity yang dapat membedakan antara garis hitam dengan lantai putih. Sensor proximity ini dapat dikalibrasi untuk menyesuaikan pembacaan sensor terhadap kondisi pencahayaan ruangan. Sehingga pembacaan sensor selalu akurat.

– **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 Industri

Robot industri yang diilustrasikan ini adalah robot tangan yang memiliki dua lengan (dilihat dari persendian), dan pergelangan. Di ujung pergelangan dapat diinstal berbagai *tool* sesuai dengan fungsi yang diharapkan. Jika dipandang dari sudut pergerakan maka terdiri dari tiga pergerakan utama, yaitu badan robot yang dapat berputar ke kiri dan kanan, lengan yang masing-masing dapat bergerak rotasi ke arah atas dan bawah, dan gerak pergelangan sesuai dengan sifat *tool*.

– **Kombinasi Mobile 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 yang lain.

– **Humanoid**

Robot ini dirancang dengan menirukan anatomi dan perilaku manusia. Fungsi-fungsi tubuh manusia baik lengan, kaki, dan pergerakan sendi kepala dan bagian lainnya sebisa mungkin diterapkan di robot ini.

Contoh : robot ASIMO buatan Jepang.

2.3 Robot Berjari

Robot berjari pada umumnya berupa sebuah *gripper* atau tangan yang memiliki jari seperti halnya tangan manusia sebagai pengambil objek. Robot berjari ini berfungsi sebagai manipulasi (memegang, mengambil, mengangkat, dan memindahkan) objek. Untuk melakukan pengambilan objek robot ini dilengkapi dengan *gripper* (pemegang) yang berupa jari-jari seperti halnya jari manusia. Robot ini didesain agar dapat mengikuti gerak sesuai gerakan yang dilakukan oleh gerakan jari manusia, input pengontrol pada robot ini yaitu *flex sensor* yang diletakkan pada jari-jari manusia.

Pada robot ini menggunakan gripper sebagai *End Effector*. *Gripper* (pencengkram) merupakan suatu piranti yang digunakan untuk mencengkram suatu objek. Bentuk *gripper* dapat dilihat pada gambar 2.1 dibawah ini.



Gambar 2.1 *Gripper* Pencengkram.

([http:// gripper-pencengkram-robotjari.10113,2017](http://gripper-pencengkram-robotjari.10113,2017)).

2.4 Karakteristik Robot Berjari

Robot memiliki empat karakteristik dasar, empat karakteristik dasar atau bagian robot yang harus ada atau harus dimiliki oleh setiap robot tersebut adalah :

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 adalah *flex sensor* sebagai sensor pada jari.

2. Robot Memiliki (Kontrol) Sistem Kecerdasan

Sistem kecerdasan bekerja dengan memproses data masukan berupa keadaan ataupun kejadian yang sedang terjadi dari luar lingkungan. Selanjutnya

sistem menghasilkan keluaran berupa instruksi ataupun keputusan pada robot untuk melakukan suatu tindakan tertentu. Sistem ini secara umum memiliki prinsip kerja seperti otak pada makhluk hidup, yang berfungsi untuk berpikir dan memutuskan tindakan apa yang perlu diambil pada suatu waktu tertentu.

3. 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 adalah : Motor DC Servo, *pneumatic*, Motor DC Magnet Permanen.

4. 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.

2.5 Sensor

Sensor adalah sesuatu yang digunakan untuk mendeteksi adanya perubahan lingkungan fisik atau kimia. Variabel keluaran dari sensor yang diubah menjadi besaran listrik disebut Transduser. Pada saat ini, sensor tersebut telah dibuat dengan ukuran sangat kecil dengan orde nanometer. Ukuran yang sangat kecil ini sangat memudahkan pemakaian dan menghemat energi. Sensor merupakan komponen berbasis instrumentasi (pengukuran) yang berfungsi sebagai pemberi informasi tentang berbagai keadaan atau kedudukan dari bagian-bagian manipulator. Beberapa jenis sensor yang banyak digunakan dalam rangkaian elektronik antara lain sensor cahaya, sensor suhu, sensor gas, dan sensor berat.

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

Dalam memilih peralatan sensor dan transduser yang tepat dan sesuai dengan sistem yang akan disensor maka perlu diperhatikan persyaratan umum sensor berikut ini :

1. Linearitas

Ada banyak sensor yang menghasilkan sinyal keluaran yang berubah secara kontinyu sebagai tanggapan (*response*) terhadap masukan yang berubah secara kontinyu.

2. Sensitivitas

Sensitivitas akan menunjukkan seberapa jauh kepekaan sensor terhadap kuantitas yang diukur.

3. Tanggapan Waktu (*time response*)

Tanggapan waktu pada sensor menunjukkan seberapa cepat tanggapannya terhadap perubahan masukan.

4. Batas Frekuensi Terendah dan Tertinggi

Batas-batas tersebut adalah nilai frekuensi masukan periodik terendah dan tertinggi yang masih dapat dikonversi oleh sensor secara benar. Pada kebanyakan aplikasi disyaratkan bahwa frekuensi terendah adalah 0 Hz.

5. Stabilitas Waktu

Untuk nilai masukan (input) tertentu sensor harus dapat memberikan keluaran (output) yang tetap nilainya dalam waktu yang lama.

6. Histerisis

Gejala histerisis yang ada pada magnetisasi besi dapat pula dijumpai pada sensor. Misalnya, pada suatu temperatur tertentu sebuah sensor dapat memberikan keluaran yang berlainan.

Sifat diantara syarat-syarat diatas, yaitu linieritas, stabilitas waktu dan histerisis menentukan ketelitian sensor.

2.5.1 Flex Sensor

Flex Sensor merupakan salah satu dari bagian komponen elektronika yang unik dimasa kini. *Flex Sensor* sangat cocok digunakan dalam pengembangan perangkat modern, dimana cara kerjanya berupa pembengkokan komponen yang lentur yang menghasilkan perubahan resistansi seperti komponen *variable resistor*. Pada gambar 2.2 ini merupakan bentuk fisik dari *Flex Sensor*.



Gambar 2.2 *Flex Sensor.*

(<https://www.sparkfun.com/products/10264>, 2016)

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 :

1. Cakupan suhu -35°C sampai $+80^{\circ}\text{C}$
2. Hambatan datar 10 K ohm
3. Toleransi hambatan $\pm 30\%$
4. Cakupan hambatan tekukan 60 K ohm
5. Nilai masukan : 0,5 Watt sampai 1 Watt sampai batas maksimal.

Flex Sensor dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang sebagai berikut :

- Robotika

Digunakan untuk mengontrol gerakan bersamaan atau penempatan dengan menggunakan *flex sensor*, selain itu dapat juga digunakan sebagai bumper switch untuk mendeteksi dinding.

- Biometrik

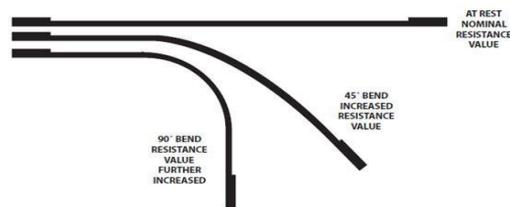
Produsen peralatan atletik menggunakan sensor fleksibel untuk menunjukkan penempatan atau gerakan.

- *Virtual Reality Gaming Gloves*

Sensor merupakan komponen penting yang digunakan dalam pembuatan sarung tangan *virtual reality*. Nintendo Glove adalah salah satu contohnya.

Prinsip Kerja *Flex Sensor*

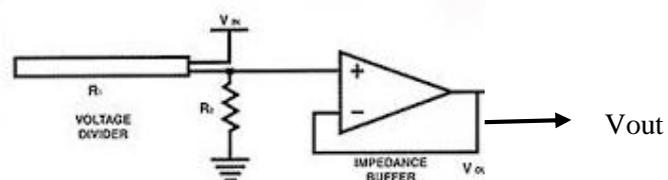
Flex Sensor adalah sensor yang mengeluarkan perubahan resistansi akibat adanya perubahan lekukan pada sensor. Tekukan pada *Flex Sensor* terbagi menjadi 3 tekukan utama yaitu keadaan 0° , 45° , dan 90° . derajat kelengkungan dari *flex sensor* dapat dilihat dari gambar dibawah ini. *Flex sensor* yang digunakan berukuran 4,5 inch memiliki 2 kaki pin, dengan bentuk fisik tipis memanjang dan lentur. Pada gambar 2.3 merupakan Derajat Kelengkungan pada *Flex Sensor*.



Gambar 2.3 Derajat Kelengkungan pada *Flex Sensor*.

(Deepesh Verma. 2012.<http://www.engineersgarage.com/contribution/interfacing-flex-sensor-arduino>, 2016).

Prinsip kerja *flex sensor* sama dengan variable resistor. *Flex sensor* akan memberikan perubahan resistansi kepada arduino melalui rangkaian pembagi tegangan dengan tergantung pada jumlah tekukan yang diterima oleh sensor. Setelah itu sensor akan mengkonversi perubahan tekukan itu menjadi hambatan listrik dengan semakin besar tekukan yang dibuat maka semakin besar pula nilai resistansinya. Pada gambar 2.4 merupakan Rangkaian Dasar *Flex Sensor*.



Gambar 2.4 Rangkaian Dasar *Flex Sensor*.

Pada analisisnya kita bisa menggunakan rumus pembagi tegangan untuk mencari tegangan keluarannya dan untuk data ADC kita menggunakan perbandingan. berikut rumus-rumusnya :

Tegangan Keluaran :

$$V_{out} = V_{in} \times \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) \dots \dots \dots (1)$$

Pada tegangan nilai V_i bernilai 5 volt sesuai keluaran arduino yang digunakan, nilai R_1 adalah 10 K sesuai dengan resistor pembagi tegangan yang digunakan dan R_2 adalah nilai dari *sensor flex* yang terukur. Pada data ADC V_{in} Analog adalah nilai tegangan luaran dari *sensor flex* yang terukur.

2.6 Arduino UNO

Arduino UNO adalah sebuah modul yang memiliki komponen komplit berbasis papan mikrokontroler pada ATmega328. Pada gambar 2.5 merupakan gambar Arduino UNO.



Gambar 2.5 Arduino Uno.

Arduino adalah pengendali mikro single-board yang bersifat open-source, yang di turunkan dari wiring platform, yang di rancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Hardwernya memiliki prosesor atmel AVR dan softwernya memiliki bahasa pemrograman sendiri.

- Secara software -> Open source IDE yang digunakan untuk mendvelop aplikasi mikrokontroler yang berbasis arduino platform.
- Secara Hardware -> Single board mikrokontroler yang bersifat open source hardware yang dikembangkan untuk arsitektur mikrokontroler AVR 8 bit dan ARM 32 bit.

Arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik *open source* yang didalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR. Tujuan menanamkan program pada mikrokontroler adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca input, memproses input tersebut dan kemudian menghasilkan output seperti yang diinginkan. Jadi, mikrokontroler

bertugas sebagai otak yang mengendalikan input, proses dan output sebuah rangkaian elektronik.

Arduino memiliki kelebihan dibandingkan dengan perangkat kontroler lainnya diantaranya adalah :

- Sudah memiliki sarana komunikasi USB, Sehingga pengguna laptop yang tidak memiliki port serial/RS323 bisa menggunakannya.
- Memiliki modul siap pakai (*Shield*) yang bisa ditancapkan pada board arduino. Contohnya *shield GPS, Ethernet*.

Arduino Uno merupakan salah satu jenis arduino dengan menggunakan chip Atmega328. *Board* ini memiliki pin I/O sejumlah 14 buah digital I/O pin (6 pin diantaranya adalah PWM) dan 6 pin analog input. Arduino Uno dilengkapi dengan sebuah *oscillator* 16 Mhz, sebuah port USB, power jack DC, ICSP header, dan tombol reset. Board ini sudah cukup lengkap, dan hampir memiliki segala sesuatu yang dibutuhkan untuk sebuah mikrokontroler. Dengan penggunaan yang cukup sederhana, anda tinggal menghubungkan power dari USB ke PC anda atau melalui adaptor AC/DC ke jack DC. Board Arduino Uno dapat ditenagai dengan power yang diperoleh dari koneksi kabel USB, atau via power supply eksternal dengan tegangan berkisar 7 Volt hingga 12 Volt.

Arduino sendiri telah mengeluarkan bermacam-macam produk dan tipe sesuai dengan kebutuhan para perancang elektronik. Macam-macam arduino tersebut diciptakan berdasarkan *skill* dan keahlian para perancang sampai dimana kemahirannya dalam menggunakan perangkat arduino itu sendiri mulai dari segi pemrograman, dari segi elektronik, dan dari segi seberapa luas pengaplikasiannya terhadap perangkat elektronik. Jenis-jenis arduino tersebut, diantaranya adalah :

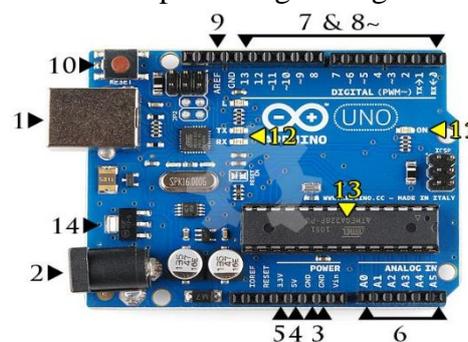
- Arduino UNO
- Arduino MEGA
- Arduino Yun
- Arduino Esplora
- Arduino Lilypad
- Arduino Pro Mini
- Arduino Nano

- Arduino Fio
- Arduino Due

Dari berbagai macam jenis arduino yang telah dijelaskan, arduino yang paling banyak digunakan adalah Arduino UNO, karena di buat dan dirancang untuk pengguna pemula atau yang baru mengenal yang namanya Arduino. Arduino adalah pengendali mikro single-board yang bersifat *open-source*, diturunkan dari *Wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Hardwarenya memiliki prosesor *Atmel AVR* dan softwarenya memiliki bahasa pemrograman sendiri. Arduino juga merupakan *platform* hardware terbuka yang ditujukan kepada siapa saja yang ingin membuat purwarupa peralatan elektronik interaktif berdasarkan hardware dan software yang *fleksibel* dan mudah digunakan. Mikrokontroler diprogram menggunakan bahasa pemrograman arduino yang memiliki kemiripan *syntax* dengan bahasa pemrograman C. Karena sifatnya yang terbuka maka siapa saja dapat mengunduh skema hardware arduino dan membangunnya.

Bagian-bagian Arduino UNO

Pada gambar 2.6 ini merupakan bagian-bagian dari Arduino UNO.



Gambar 2.6 Bagian-bagian *Arduino UNO*
(*Data sheet Arduino Atmega328.*)

Tabel 2.1 Konfigurasi Pin *Arduino UNO*

No.	Nama	Deskripsi
1.	USB Female Type-B	Sebagai sumber DC 5V sekaligus untuk jalur pemrograman antara PC dan arduino
2.	Barrel Jack	Sebagai input sumber antara 5-12V
3.	Pin GND	Sebagai sumber pentanahan (Ground)

4.	Pin 5V	Sebagai Sumber tegangan 5V
5.	Pin 3,3V	Sebagai Sumber tegangan 3,3V
6.	A0-A5	Sebagai Analog Input
7.	2-13	Sebagai I/O digital
8.	0-1	Sebagai I/O sekaligus bisa juga sebagai Rx Tx
9.	AREF	Sebagai Analog Referensi untuk fungsi ADC
10.	Tombol RESET	Sebagai perintah Reset Arduino
11.	LED	Sebagai Indikator Daya
12.	LED Rx Tx	Sebagai Indikator Rx Tx saat pengisian program
13.	Mikrokontroler	Sebagai otak arduino dengan menggunakan mikrokontroler AVR Atmega328
14.	Regulator Tegangan	Berfungsi sebagai pembatas atau penurun tegangan yang masuk melalui barrel jack dengan tegangan maksimul input sebesar 20 V.

2.7 Motor Servo

Motor DC sering disebut “motr servo”. Dalam realitanya, berbeda dengan motor DC. Motor servo merupakan motor DC yang mempunyai kualitas tinggi. Motor ini sudah dilengkapi dengan system control. Pada aplikasinya, motor servo sering digunakan sebagai control loop tertutup, sehingga dapat menangani perubahan posisi secara tepat dan akurat begitu juga dengan pengaturan kecepatan dan percepatan.

Motor Servo pada dasarnya adalah motor DC magnet Permanen dengan kualifikasi khusus yang sesuai dengan aplikasi “*Servoing*” di dalam teknik kontrol. Motor DC (*Dirrect 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.

Motor Servo merupakan motor DC yang mempunyai kualitas tinggi. Motor ini sudah dilengkapi dengan *system control*. Pada aplikasinya, Motor Servo biasa digunakan untuk robot berkaki, berlengan, berjari, atau sebagai *actuator* pada *mobile robot*.

Motor DC servo secara fungsional merupakan piranti yang berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi gaya gerak mekanik melalui interaksi dari dua medan magnet. Motor ini terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian gear, potensiometer dan rangkaian kontrol elektronik. Untuk lebih jelasnya di bawah ini merupakan blok diagram dari cara kerja Motor Servo.

Bentuk fisik dari motor servo dapat dilihat pada gambar 2.7 Sistem pengkabelan motor servo terdiri dari tiga bagian : 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 beroperasi pada tengangan *supply* 4,8 volt hingga 7,2 volt. Motor servo dibedakan menjadi dua yaitu

1. Motor servo standard (*servo rotation 180°*) adalah jenis yang paling umum dari motor servo, dimana putaran poros outputnya terbatas hanya 90° kearah kanan dan 90° kearah kiri. Dengan kata lain total putarannya hanya setengah lingkaran atau 180°.
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 kearah kanan maupun ke arah kiri. Pada gambar 2.7 ini merupakan gambar bentuk fisik Motor Servo.



Gambar 2.7 Motor Servo.

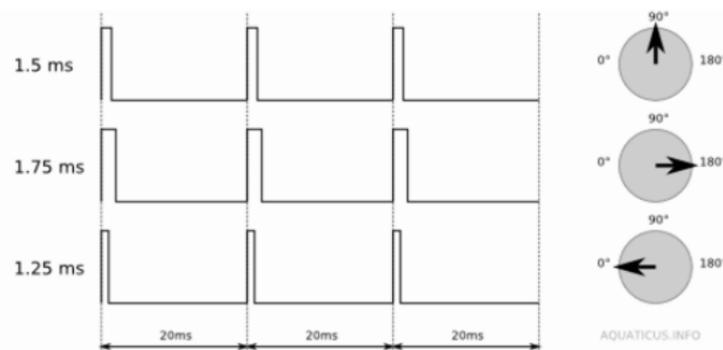
(http://www.electronicoscaldas.com/datasheet/MG996R_Tower-Pro.pdf.2017).

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. 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 rangkaian controller.

Motor servo dikendalikan dengan memberikan sinyal modulasi lebar pulsa (*Pulse Wide Modulation / PWM*) melalui kabel kontrol. Lebar pulsa sinyal kontrol yang diberikan akan menentukan posisi sudut putaran dari poros motor servo. Sebagai contoh, lebar pulsa dengan waktu 1,5 ms (mili detik) akan memutar poros motor servo ke posisi sudut 90° . Bila pulsa lebih pendek dari 1,5 ms maka akan berputar ke arah posisi 0° atau ke kiri (berlawanan dengan arah jarum jam), sedangkan bila pulsa yang diberikan lebih lama dari 1,5 ms maka poros motor servo akan berputar ke arah posisi 180° atau ke kanan (searah jarum jam).

Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar 2.9 dibawah ini



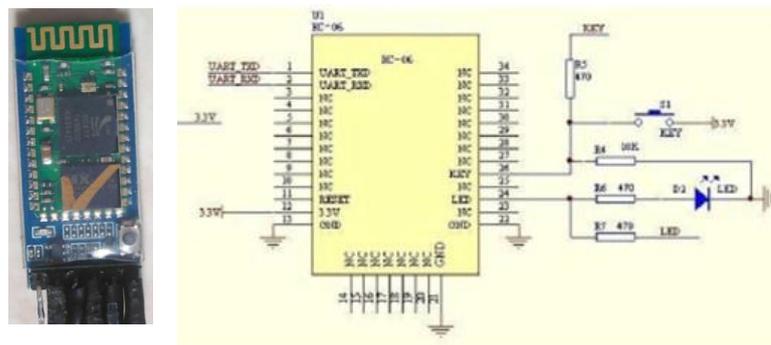
Gambar 2.8 Pulsa pada Motor Servo.

(<http://dosen.narotama.ac.id/wp-content/uploads/2012/01/Sejarah-Robot.pdf>)

Ketika lebar pulsa kendali telah diberikan, maka poros motor servo akan bergerak atau berputar ke posisi yang telah diperintahkan, dan berhenti pada posisi tersebut dan akan tetap bertahan pada posisi tersebut. Jika ada kekuatan eksternal yang mencoba memutar atau mengubah posisi tersebut, maka motor servo akan mencoba menahan atau melawan dengan besarnya kekuatan torsi yang dimilikinya (rating torsi servo). Namun motor servo tidak akan mempertahankan posisinya untuk selamanya, sinyal lebar pulsa kendali harus diulang setiap 20 ms (mili detik) untuk menginstruksikan agar posisi poros motor servo tetap bertahan pada posisinya.

2.8 Modul Bluetooth HC-05

Bluetooth adalah protocol komunikasi wireless yang bekerja pada frekuensi radio 2,4 GHz untuk pertukaran data pada perangkat bergerak seperti PDA, laptop, HP, dan lain-lain. Salah satu hasil contoh modul Bluetooth yang paling banyak digunakan adalah tipe HC-05 terdiri dari 6 pin konektor, yang setiap pin konektor memiliki fungsi yang berbeda-beda. Pada gambar 2.10 ini merupakan gambar modul Bluetooth HC-05.



Gambar 2.9 Modul Bluetooth HC-05.

(http://i1260.photobucket.com/albums/ii575/azimuhammad/Skripsi/BAB3/Screenshot_3_zpsuh3te3hf.jpg, 2016).

Bluetooth Modul HC-05 merupakan modul komunikasi nirkabel pada frekuensi 2.4GHz dengan pilihan koneksi bisa sebagai slave, ataupun sebagai master. Sangat mudah digunakan dengan mikrokontroler untuk membuat aplikasi *wireless*.

Interface yang digunakan adalah serial RXD, TXD, VCC dan GND. Built in LED sebagai indikator koneksi bluetooth. Tegangan input antara 3.6 ~ 6V, jangan menghubungkan dengan sumber daya lebih dari 7 V. Arus saat unpaired sekitar 30mA, dan saat paired (terhubung) sebesar 10 mA. 4 pin interface 3.3V dapat langsung dihubungkan ke berbagai macam mikrokontroler (khusus Arduino, 8051, 8535, AVR, PIC, ARM, MSP430, etc.). Jarak efektif jangkauan sebesar 10 meter, meskipun dapat mencapai lebih dari 10 meter, namun kualitas koneksi makin berkurang.

Konfigurasi pin modul *Bluetooth* HC-05 dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut ini :

Tabel 2.2 Konfigurasi pin Modul *Bluetooth* HC-05

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

2.9 UBEC

UBEC (*Universal Battery Elimination Circuit*) adalah rangkaian elektronik eksternal yang berfungsi memberikan daya dari baterai dan berfungsi sebagai regulasi tegangan hingga 5/6 volt. UBEC digunakan pada robot berjari dikarenakan spesifikasi UBEC yang menghasilkan tegangan 5/6 volt yang sesuai kebutuhan pada inputan motor servo dan memiliki arus keluaran yang stabil sehingga tidak mudah merusak komponen. Bentuk fisik dari sebuah UBEC dapat dilihat pada gambar 2.11 dan Spesifikasi UBEC yaitu :

- a. Input Voltage : 5,5 - 28 volt
- b. Output Voltage : 5/6 Volt
- c. Arus : 25 Ampere
- d. Tipe Regulator : Switching

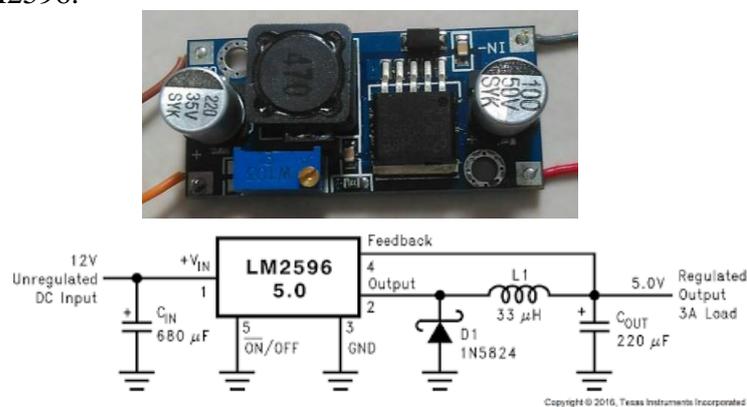
Gambar dibawah ini merupakan bentuk fisik dari UBEC.



Gambar 2.10 UBEC.

2.10 DC Converter LM2596

DC Converter 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 : versi *adjustable* yang tegangan keluarannya dapat diatur, dan versi *fixed voltage output* yang tegangan keluarannya sudah tetap / fixed. IC ini adalah *switching regulator* (berbeda prinsip kerja dengan *linear regulator*). Gambar dibawah ini merupakan bentuk fisik dari DC Converter LM2596 dan juga rangkaian elektronik dari DC LM2596.



Gambar 2.11 DC Converter LM2596

(https://aws.robu.in/wp-content/uploads/2016/03/im130731002_8.2017)

Spesifikasi :

- Tegangan keluaran : 5V
- Arus keluaran maksimum : 3A
- Tegangan masukan maksimum : 40V
- *Switching Frequency* : 150 kHz
- Maksimum deviasi tegangan : $\pm 4\%$
- Topologi: *Buck Regulator*
- Arus pada moda siaga / *standby mode current* / $I_Q = 80\mu A$
- Fitur proteksi: *2 stage frequency reducing current limit, over-temperature auto shutdown*

2.11 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 dibawah ini merupakan gambar dari bentuk fisik baterai Li-po.



Gambar 2.12 Baterai Li-po.

Berikut ini adalah kelebihan dan kekurangan Baterai Li-po, yaitu :

Kelebihan Baterai Li-po

1. Ramah Lingkungan
2. Fleksibel bias dibuat berdasarkan kebutuhan
3. Lebih aman
4. Lebih ringan

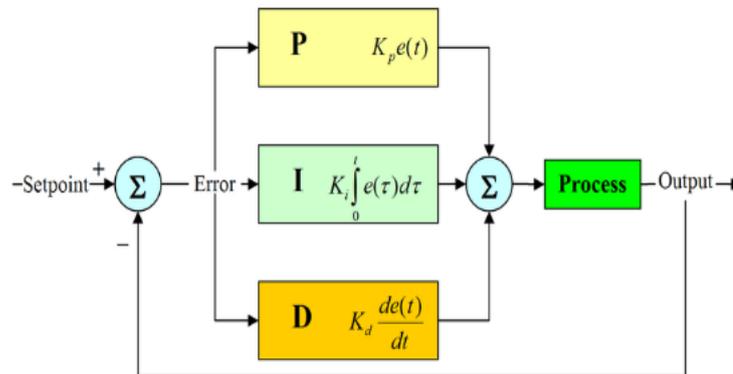
Kekurangan Baterai Li-po

1. Biaya manufaktur mahal
2. Harga baterai juga mahal karena cost untuk energy ini juga mahal
3. Butuh perawatan khusus untuk isi ulan, seperti jangan sampai baterai habis baru di isi ulang.

Kontrol PID

PID singkatan dari (*Proporsional – Integral – Derivatif Controller*) merupakan kontroler untuk menentukan presisi suatu sistem instrumenasi dengan karakteristik adanya umpan balik pada sistem tersebut. Komponen Kontrol PID ini terdiri dari tiga jenis yaitu *Proporsional*, *Integral* dan *Derivatif*. Ketiganya dapat dipakai secara bersamaan maupun sendiri-sendiri tergantung dari respon yang kita

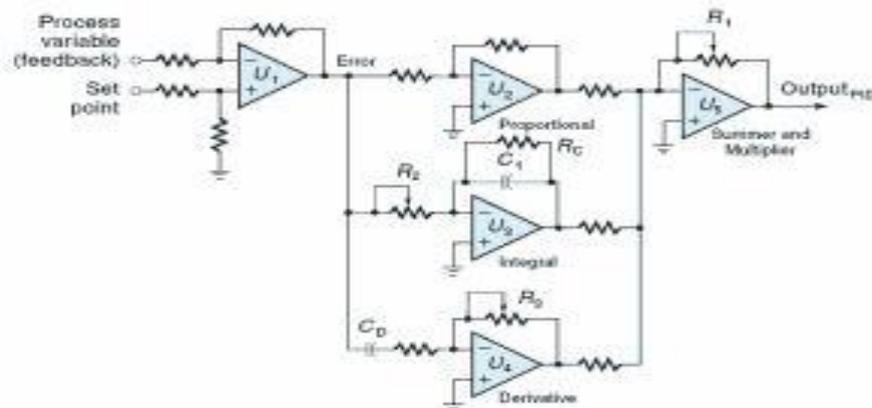
inginkan terhadap suatu plant. Pada gambar 2.13 ini merupakan Blok Diagram Kontroller PID.



Gambar 2.13 Blok Diagram Kontroller PID.

(<https://radhesh.files.wordpress.com/2008/05/pid.2016>)

Pada gambar 2.14 dibawah ini merupakan Rangkaian Control PID.



Gambar 2.14 Rangkaian Kontrol PID.

(http://kuliah.unpatti.ac.id/pluginfile.php/58/mod_page/content/2/figure11_19.201

6).

Kontrol Proporsional

Untuk kontroler dengan aksi Kontrol Proporsional, hubungan antara masukan kontroler $u(t)$ dan sinyal pembangkit kesalahan $e(t)$ adalah

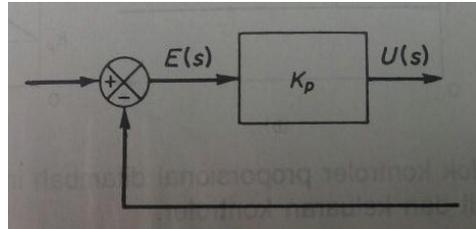
$$u(t) = K_p e(t)$$

atau dalam besaran Transformasi Laplace

$$\frac{U(s)}{E(s)} = K_p$$

Dengan K_p adalah suku penguatan Proporsional.

Apapun mekanisme sebenarnya dan apapun bentuk gaya operasi Kontroler Proporsional pada dasarnya suatu penguat dengan penguatan yang dapat disetel. Diagram blok kontroler ini ditunjukkan pada gambar 2.15.



Gambar 2.15 Diagram Blok Kontrol Proporsional.

(Ogata, Katsuhiko.2017)

Kontrol Integral

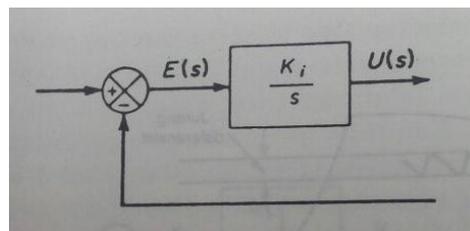
Pada kontrol dengan aksi Kontrol Integral nilai masukan kontroler $u(t)$ diubah pada laju Proporsional dari sinyal pembangkit kesalahan $e(t)$. sehingga

$$\frac{du(t)}{dt} = K_i e(t)$$

atau

$$u(t) = K_i \int_0^t e(t) dt$$

gambar dibawah ini merupakan diagram blok Kontroler Integral.



Gambar 2.16 Diagram Blok Kontrol Integral.

(Ogata, Katsuhiko.2017)

dengan K_i adalah konstanta yang dapat diubah. Fungsi Alih dari Kontroler Integral adalah

$$\frac{U(s)}{E(s)} = \frac{K_i}{s}$$

Jika nilai $e(t)$ ada dua, maka nilai $u(t)$ bervariasi dua kali secara cepat. Untuk pembangkit kesalahan nol, nilai $u(t)$ tetap konstan. Aksi kontrol integral biasanya disebut kontrol reset.

Kontrol Proporsional Integral

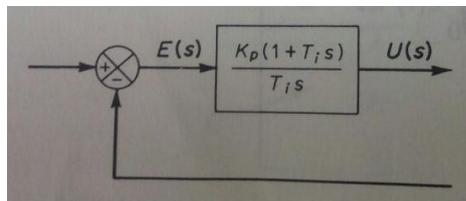
Aksi kontrol ini didefinisikan dengan persamaan berikut :

$$u(t) = K_p e(t) + \frac{K_p}{T_i} \int_0^t e(t) dt$$

atau Fungsi Alih Kontroler ini adalah

$$\frac{U(s)}{E(s)} = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i s} \right)$$

dengan K_p penguatan proporsional dan T_i disebut waktu integral. Keduanya K_p dan T_i dapat ditentukan. Waktu integral mengatur aksi kontrol integral sedangkan perubahan nilai K_p berakibat pada bagian aksi kontrol proporsional maupun integral. Kebalikan waktu integral T_i disebut laju reset. Laju reset adalah bilangan yang menunjukkan berapa kali tiap menit bagian proporsional dari aksi kontrol didiplikasi. Laju reset diukur dalam pengulangan per menit. Gambar 2.17 menunjukkan diagram blok kontroler proporsional ditambah integral.



Gambar 2.17 Diagram Blok Kontroler Proporsional Integral.

(Ogata, Katsuhiko.2017)

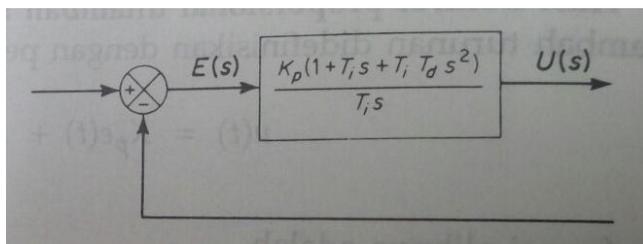
Kontrol Proporsional Ditambah Integral dan Turunan

Kombinasi dari aksi Kontrol Proporsional, aksi Kontrol Integral, dan aksi Kontrol Turunan disebut aksi kontrol PID. Kombinasi ini mempunyai keuntungan masing-masing. Persamaan dengan tiga kombinasi ini diberikan oleh.

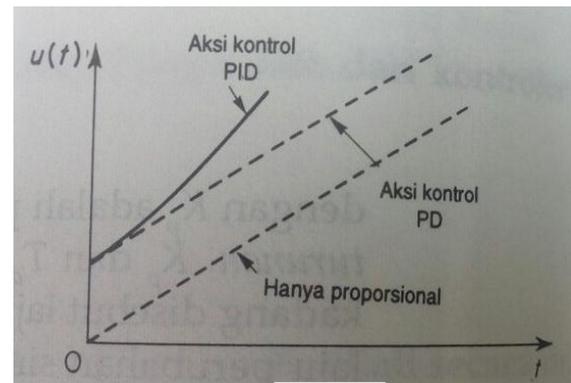
$$u(t) = K_p e(t) + \frac{K_p}{T_i} \int_0^t e(t) dt + K_P T_d \frac{de(t)}{dt}$$

Fungsi Alihnya :

$$\frac{U(s)}{E(s)} = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s \right)$$



(a)



(b)

Gambar 2.18 (a) Diagram Blok Kontrol Proporsional Integral dan Derivatif; (b) Diagram yang menggambarkan unit masukan fungsi landai dan keluarannya.
(Ogata, Katsuhiko.2017)

Kontrol Proporsional

1. Menambah atau mengurangi kestabilan.
2. Dapat memperbaiki respon transien khususnya : *rise time*, *setting time*.
3. Mengurangi (bukan menghilangkan) *Error Steady state*.

Kontroler *Integral*

1. Menghilangkan *error steady state*.
2. Respon lebih lambat (dibandingkan dengan P).
3. Dapat menambah ketidakstabilan (karena menambah orde pada sistem).

Kontroler *Derivatif*

1. Memberikan efek redaman pada sistem yang berosilasi sehingga bias memperbesar pemberian nilai K_p .
2. Memperbaiki respon transien, karena memberikan aksi saat ada perubahan error.
3. *Derivative* hanya berubah saat ada perubahan error, sehingga saat ada error statis *derivative* tidak beraksi. Sehingga *derivative* tidak boleh digunakan sendiri.

Karakteristik Pengontrol PID sangat dipengaruhi oleh kontribusi besar dari ketiga parameter P, I, dan D. Penyetelan konstanta K_p , K_i , dan K_d akan mengakibatkan penonjolan sifat dari masing-masing elemen. Satu atau dua dari ketiga konstanta tersebut dapat di setel lebih menonjol dibanding yang lain.

Konstanta yang menonjol itulah akan memberikan pengaruh pada respon sistem secara keseluruhan.

PID controller adalah *controller* yang penting dan sering digunakan didalam industri. Sistem pengendalian dibutuhkan untuk memperbaiki tanggapan sistem dinamik agar dapat terwujud. Sistem pengendalian dibutuhkan untuk memperbaiki tanggapan sistem dinamik agar didapat sinyal keluaran seperti yang diinginkan. Sistem kendali yang baik mempunyai tanggapan yang baik terhadap sinyal masukan yang beragam.