

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian *Arm Robot Manipulator*

Istilah robot pertama kali dipakai oleh dramawan dan novelis Ceko, Karol Capek pada tahun 1917. Kata robot berasal dari bahasa Ceko yaitu *robota* yang memiliki makna kerja (*work*). Salah satu robot yang biasa digunakan ialah Robot Manipulator yang biasanya dicirikan dengan mempunyai lengan (*arm robot*). Fungsi dari lengan tersebut adalah untuk memegang atau memindahkan barang. Pada umumnya robot *manipulator* ini digunakan dalam dunia industri, seperti: industri otomotif, elektronik, dan komputer. Salah satunya, pada penerapan *arm robotmanipulator 4 Degree Of Freedom* (DOF) pada dunia industri botol minuman sebagai pemilah tutup botol berdasarkan warna menggunakan sensor LDR. Kemudian pada pemilah pendeteksi kotak diindustri untuk memudahkan pekerja menggunakan LED RGB .

Arm robot manipulator merupakan gabungan dari beberapa segmen dan sendi yang secara umum dibagi menjadi 3 bagian, yaitu: *arm*, *wrist* dan *gripper*. Konfigurasi robot digunakan untuk mengklasifikasikan robot-robot industri. Konfigurasi robot mengarah pada bentuk geometri dari *arm robot manipulator*, yaitu informasi hubungan dari setiap sendi pada manipulator. *Robotic Industries Association* (RIA) mendefinisikan robot sebagai manipulator yang didesain untuk memindahkan material, benda, alat atau peralatan tertentu lewat pergerakan yang terprogram untuk melakukan berbagai macam tugas.

Konfigurasi merujuk pada bagaimana cara tiap sambungan (*link*) manipulator terhubung antara satu dengan yang lain pada setiap sendi. Tiap sambungan (*link*) akan terhubung pada *link* berikutnya, baik berupa hubungan *linear joint* (*sliding* atau *prismatik*), yang dapat disingkat dengan P, atau berupa hubungan *revolute joint*, yang dapat disingkat dengan R. Dengan menggunakan notasi ini, sebuah robot dengan tiga *revolute joint*, disingkat menjadi RRR, atau sebuah *revolute joint* yang diikuti dengan 2 *prismatik joint* disingkat menjadi RPP. Secara umum terdapat lima konfigurasi robot yang digunakan di industri, yaitu: *Cartesian Robot*, *Spherical Robot*, *Articulated Robot*, dan SCARA (*Selectively Compliant Assembly*

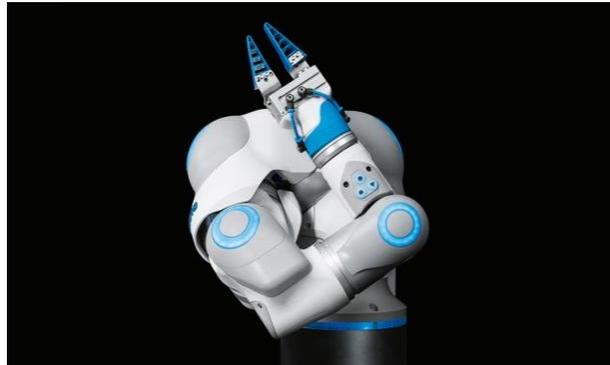
Robot Arm). Setiap sendi minimal terdiri dari 1 DOF. Robot lengan mempunyai rata-rata 3 DOF sehingga dapat bergerak ke atas-bawah, ke kiri-kanan, ke depan-belakang. (Budiharto, Widodo., 2010, Robotika Teori dan Implementasi).

Kelebihan yang dimiliki *manipulator* menjadi bahan tersendiri untuk sebuah penelitian dalam mengembangkan metode-metode kendali yang paling sesuai agar dapat terciptanya keuntungan. Untuk itu perlu adanya perhitungan *dynamics* pada *manipulator* agar dapat bekerja sesuai dengan tujuan dan harapan. Penelitian yang dilakukan Syachril Fauzie yaitu membahas pemodelan dinamik robot enam derajat kebebasan dengan menggunakan (*Forward Dynamics*) dan dinamika invers (*Inverse Dynamics*) dari sebuah manipulator 6 DOF dengan menggunakan metode, diantaranya Formulasi *Lagrange-Euler*, *Generalized D'Alembert*, *Newton-Euler*, *Recursive Newton-Euler* dan *Recursive Lagrange-Euler*. Dimana simulasi manipulator ini akan ditampilkan menggunakan program matlab, dengan dinamika langsung akan mencari besarnya percepatan sendi (*joint acceleration*) dari suatu nilai yang diberikan berdasarkan fungsi *accel* yang dibuat pada akhirnya nanti akan menentukan besarnya torsi dari sebuah sendi (*joint torsi*) hasil akhir pergerakan akan diplot dengan waktu dalam suatu grafik fungsi.

Beberapa penelitian mencoba untuk menganalisa perilaku dinamis non-linier arm robot, Dari penelitian tersebut yang membedakan ialah metode yang digunakan. Farzin Piltan dkk menggunakan lengan robot antropomorfik 7R yang sepenuhnya digerakkan oleh otot tiruan McKibben yang antagonistik, validasi lengan robot Arsitektur dilakukan dalam mode teleoperation. Sedangkan, Bertrand Tondou dkk melakukan penelitian dengan menggunakan Tiga derajat lengan robot kebebasan yang dikendalikan oleh *mode sliding adaptif algoritma fuzzy sliding mode controller* (SMFAFSMC). Arm robot ini memiliki 3 sendi yang memungkinkan link sesuai bergerak secara horizontal.

Manipulator merupakan sebuah rangkaian benda kaku (*rigid bodies*) terbuka yang terdiri atas sendi (*joint*) dan terhubung dengan lengan (*link*) dimana setiap posisi sendi ditentukan dengan variabel tunggal sehingga jumlah sendi sama dengan nilai derajat kebebasan (*degree of freedom*). Lengan robot dapat dikontrol dengan menggunakan sensor dan aktuator. Ujung dari manipulator biasanya

dilengkapi dengan *end effector* yang salah satu jenisnya adalah *gripper*. Lebih spesifikasinya arm robot 4 DOF dilihat gambar 2.1.



Gambar 2.1 Arm Robot
(Festo., 2015)

2.2 Kecerdasan Artifisial

Kecerdasan artifisial merupakan salah satu bagian dari ilmu komputer yang mempelajari bagaimana membuat mesin (komputer) dapat melakukan pekerjaan seperti dan sebaik yang dilakukan oleh manusia. Beberapa macam bidang yang menggunakan kecerdasan artifisial antara lain sistem pakar, permainan komputer, *fuzzy logic controller*, jaringan syaraf tiruan (*neural network*), pengolahan citra dan robotika.

Kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) merupakan inovasi baru di bidang ilmu pengetahuan. Mulai ada sejak muncul komputer modern, yakni pada 1940 dan 1950. Menurut H.A.Simon (1987): "Kecerdasan artifisial (*artificial intelligence*) merupakan kawasan penelitian, aplikasi dan instruksi yang terkait dengan pemrograman komputer untuk melakukan hal yang dalam pandangan manusia adalah cerdas".

Demikian juga agar mesin bisa cerdas (bertindak seperti dan sebaik manusia) maka harus diberi bekal pengetahuan, sehingga mempunyai kemampuan untuk menalar. Untuk membuat aplikasi kecerdasan buatan terhadap mesin, ada 2 bagian utama yang sangat dibutuhkan :

1. Basis Pengetahuan (*Knowledge Base*), bersifat fakta-fakta, teori , pemikiran dan hubungan antar satu dengan yang lainnya.

2. Motor Inferensi (*Inference Engine*), kemampuan menarik kesimpulan berdasarkan pengetahuan dan pengalaman.

2.3 Metode Pengolahan Citra (*image processing*)

Pengolahan citra atau *image processing* adalah cabang ilmu informatika untuk memperbaiki kualitas citra agar kualitasnya lebih baik atau lebih mudah diinterpretasi oleh manusia maupun komputer. Input dari program pengolahan citra adalah citra dan outputnya pun adalah citra. Pengolahan citra dikembangkan bertujuan untuk:

1. Untuk memperbaiki tampilan citra (*image enhancement*).
2. Untuk mengurangi ukuran file citra dengan tetap mempertahankan kualitas citra (*image compression*).
3. Untuk memulihkan citra ke kondisi semula (*image restoration*).
4. Untuk menyoroti ciri tertentu dari citra agar lebih mudah untuk di analisis.

2.3.1 Pengertian Citra (*image processing*)

Citra didefinisikan sebagai fungsi dari dua variabel misalnya $a(x,y)$ dimana a sendiri sebagai *amplitude* (misalnya kecerahan) citra pada koordinat (x,y) . Selain itu, citra digital $a[m,n]$ merupakan citra dalam ruang diskrit 2D yang berasal dari citra analog $a(x,y)$ di ruang kontinyu 2D melalui proses *sampling* yaitu yang biasa disebut sebagai digitalisasi.

Citra digital dapat juga diartikan sebagai citra $f(x,y)$ yang telah didiskritkan pada koordinat spasial dan kecerahan. Citra digital direpresentasikan oleh *array* dua dimensi atau sekumpulan *array* dua dimensi dimana setiap *array* merepresentasikan satu kanal warna. Nilai kecerahan yang didigitalkan dinamakan nilai tingkat keabuan.

Setiap elemen *array* tersebut dinamakan *pixel* atau pel yang diambil dari istilah "*picture element*". Dimensi citra biasanya ditulis dengan format panjang x tinggi (misalnya 640 x 480 *pixel*). (Hidayatullah, Priyanto., 2017, Pengolahan Citra Digital Teori dan Aplikasi Nyata).

Citra (*image*) istilah lain untuk gambar, sebagai salah satu komponen multimedia yang memegang peranan sangat penting sebagai bentuk informasi visual. Meskipun sebuah citra kaya informasi, namun seringkali citra yang kita

miliki mengalami penurunan mutu (degradasi), misalnya mengandung cacat atau derau (*noise*), warnanya terlalu kontras, kurang tajam, kabur (*blurring*), dan sebagainya. Tentu saja citra semacam ini menjadi lebih sulit diinterpretasi karena informasi yang disampaikan oleh citra tersebut menjadi berkurang.

Agar citra yang mengalami gangguan mudah diinterpretasi (baik oleh manusia maupun mesin), maka citra tersebut perlu dimanipulasi menjadi citra lain yang kualitasnya lebih baik. Bidang studi yang menyangkut hal ini adalah pengolahan citra (*image processing*). Pengolahan citra adalah pemrosesan citra, khususnya dengan menggunakan komputer, menjadi citra yang kualitasnya lebih baik.

Pengolahan citra bertujuan memperbaiki kualitas citra agar mudah diinterpretasi oleh manusia atau mesin (dalam hal ini komputer). Teknik-teknik pengolahan citra mentransformasikan citra menjadi citra lain. Jadi, masukannya adalah citra dan keluarannya juga citra, namun citra keluaran mempunyai kualitas lebih baik daripada citra masukan.



Gambar 2.2 Proses Pengolahan Citra
(Benny Achmad, 2006)

2.3.2 Warna RGB

Warna RGB (*Red, Green, Blue*) adalah kombinasi warna primer yaitu merah, hijau, dan biru, yang biasa digunakan oleh monitor komputer atau televisi. Warna yang dihasilkan berasal dari kombinasi tiga warna dan masing – masing memiliki nilai 8 bit merah, 8 bit hijau, dan 8 bit biru. Campuran ketiga warna primer tersebut dengan porposi seimbang akan menghasilkan nuansa warna kelabu. Jika ketiga warna ini disaturasikan penuh, maka akan menghasilkan warna putih (Pratt,2007).

Dalam suatu ruang yang sama sekali tidak ada cahaya, maka ruangan tersebut adalah gelap total. Tidak ada signal gelombang cahaya yang diserap oleh mata kita atau RGB (0,0,0). Apabila kita menambahkan cahaya merah pada ruangan tersebut, maka ruangan akan berubah warna menjadi merah misalnya RGB (255,0,0), semua

benda dalam ruangan tersebut hanya dapat terlihat berwarna merah. Demikian apabila cahaya kita ganti dengan hijau atau biru. Jika warna RGB di campur semua, akan menghasilkan warna putih.

Untuk melihat daftar warna RGB lebih lengkapnya lihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1.Format Warna RGB

Warna	R	G	B
Merah	255	0	0
Hijau	0	255	0
Biru	0	0	255
Kuning	255	255	0
Magenta	255	0	255
Cyan	0	255	255
Putih	255	255	255
Hitam	0	0	0
Abu-abu	128	128	128

2.3.3 Deteksi Tepi (*Edge Detection*).

Edge Detection pada suatu citra adalah suatu proses yang menghasilkan tepi-tepi dari obyek-obyek citra, tujuannya adalah Untuk menandai bagian yang menjadi detail gambar atau citra untuk memperbaiki detail dari gambar atau citra yang blur, yang terjadi karena adanya efek dari proses akuisisi citra Suatu titik (x,y) dikatakan sebagai tepi (*edge*) dari suatu citra bila titik tersebut mempunyai perbedaan yang tinggi dengan tetangganya. dan berikut pengertian dari beberapa metode sobel, prewitt, laplace, robert, dan canny.

a) Metode Sobel

Metode ini mengambil prinsip dari fungsi laplace dan gaussian yang dikenal sebagai fungsi untuk membangkitkan HPF, dan kelebihan dari metode sobel ini adalah mengurangi noise sebelum melakukan perhitungan deteksi tepi.

b) Metode Prewitt

Metode Prewitt merupakan pengembangan metode robert dengan menggunakan filter HPF yang diberi satu angka nol penyangga. Metode ini mengambil prinsip dari fungsi laplacian yang dikenal sebagai fungsi untuk membangkitkan HPF.

c) Metode Laplace

Metode Laplace adalah metode transformasi yang digunakan untuk penyelesaian persamaan diferensial.

d) Metode Robert

Metode Robert adalah nama lain dari teknik differensial pada arah horisontal dan differensial pada arah vertikal, dengan ditambahkan proses konversi biner setelah dilakukan differensial. Maksud konversi biner adalah meratakan distribusi warna hitam dan putih.

e) Metode Canny

Canny merupakan deteksi tepi yang optimal. Operator Canny menggunakan GaussianDerivativeKernel untuk menyaring kegaduhan dari citra awal untuk mendapatkan hasil deteksi tepi yang halus.



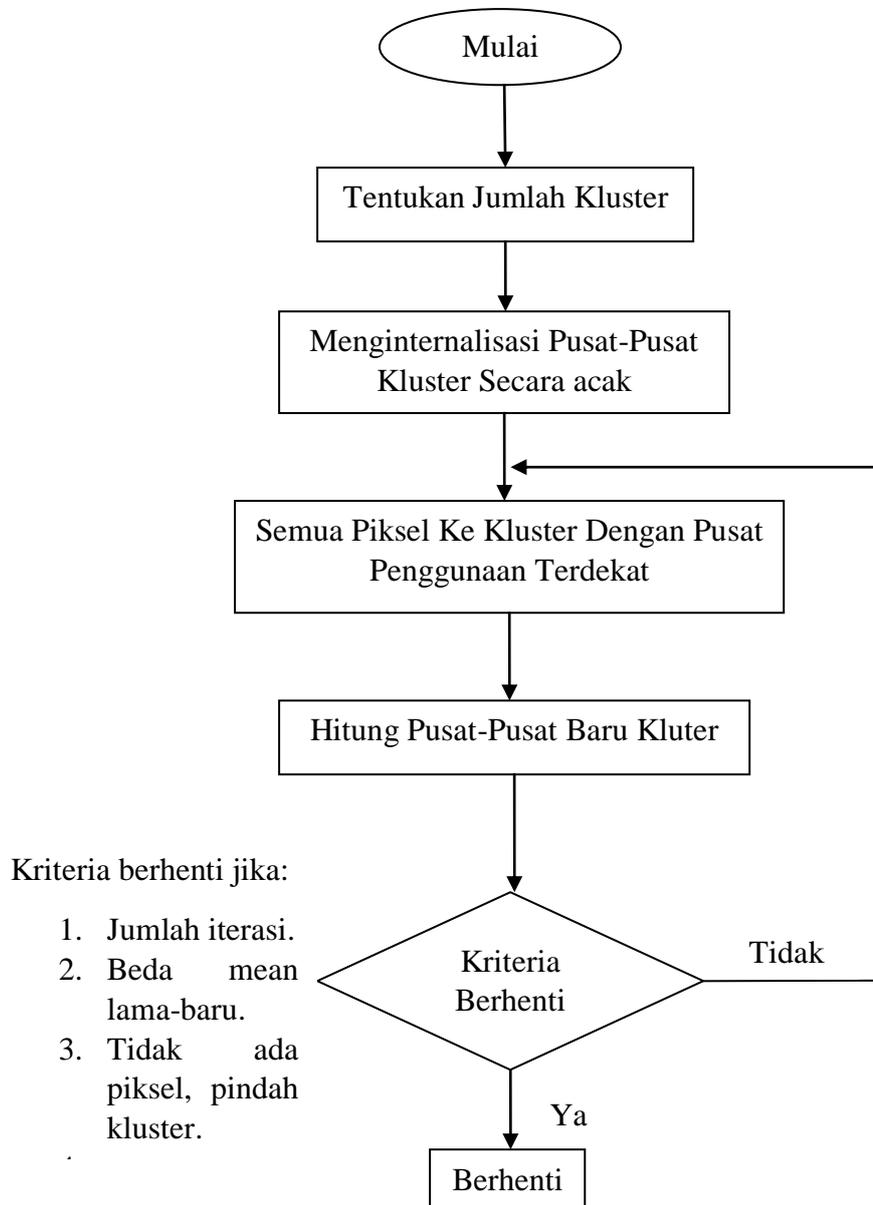
Gambar 2.3 Hasil Beberapa *Edge Detection*
(Benny Achmad, 2006)

2.3.4 Segmentasi Citra (*Image segmentation*)

Image segmentation (segmentasi citra) adalah salah satu langkah penting dalam analisis sebuah citra. Segmentasi citra secara otomatis dengan komputer adalah salah satu hal yang paling sulit dilakukan dalam pengolahan citra digital. Algoritma segmentasi untuk citra monokrome biasanya didasarkan pada dua properti dasar dari level keabuan yaitu diskontinuitas dan kesamaan. Prinsip diskontinuitas adalah citra dibagi berdasarkan perubahan yang besar pada tingkat keabuan sedangkan prinsip kesamaan membagi citra ke area yang mempunyai kesamaan tingkat keabuan.

Pendekatan utama dari segmentasi citra adalah *thresholding* (nilai ambang), *region growing* (pertumbuhan region) dan *region splitting & merging* (pemisahan dan penggabungan region).

Segmentasi citra dengan clustering (unsupervised clustering).



Gambar 2.4 Flowchart Segmentasi citra dengan clustering (Murni, A., 2010)

2.3.5 Blob Analysis

Blob Analysis adalah teknik dasar penglihatan mesin berdasarkan analisis daerah gambar yang konsisten. Karena itu, ini adalah alat pilihan untuk aplikasi di

mana objek yang diperiksa jelas terlihat dari latar belakang. Beragam metode Analisis Blob memungkinkan untuk membuat solusi yang disesuaikan untuk berbagai masalah inspeksi visual. Keuntungan utama dari teknik ini termasuk fleksibilitas tinggi dan kinerja luar biasa. Batasannya adalah: persyaratan hubungan latar belakang-latar depan yang jelas (lihat Pencocokan Templat untuk alternatif) dan ketepatan piksel (lihat Deteksi Tepi 1D untuk alternatif).

Blob adalah wilayah yang terhubung. Dalam gumpalan Studio Adaptive Vision Studio (menjadi kasus khusus wilayah) diwakili menggunakan tipe data Region yang sama. Mereka dapat diperoleh dari wilayah mana saja menggunakan filter Split Region Into Blobs tunggal atau (lebih jarang) langsung dari gambar menggunakan filter segmentasi gambar dari kategori teknik Analisis Gambar.

Skenario dasar dari solusi Analisis Blob terdiri dari langkah-langkah berikut:

- 1) Ekstraksi - pada langkah awal salah satu teknik Image Thresholding diterapkan untuk mendapatkan wilayah yang sesuai dengan objek (atau objek tunggal) yang sedang diperiksa.
- 2) Perbaikan - wilayah yang diekstraksi sering cacat oleh berbagai jenis kebisingan (misalnya karena petir yang tidak konsisten atau kualitas gambar yang buruk). Pada langkah Perbaikan wilayah ditingkatkan menggunakan teknik transformasi wilayah.

Analisis - pada langkah terakhir wilayah yang disempurnakan tunduk pada pengukuran dan hasil akhir dihitung. Jika wilayah tersebut mewakili beberapa objek, itu dibagi menjadi gumpalan individu yang masing-masing diperiksa secara terpisah.

2.4 Sensor

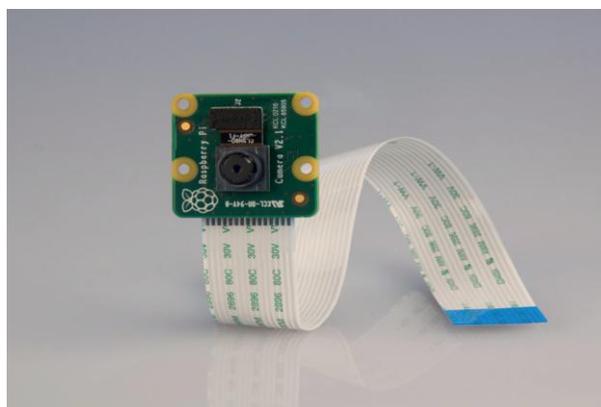
Sensor adalah sesuatu yang digunakan untuk mendeteksi adanya perubahan lingkungan fisik atau kimia. Variabel keluaran dari sensor yang diubah menjadi besaran listrik disebut transduser. Pada saat ini, sensor tersebut telah dibuat dengan ukuran sangat kecil dengan orde nanometer. Ukuran yang sangat kecil ini sangat memudahkan pemakaian dan menghemat energi.

D.Sharon. dkk. (1982). Mengatakan 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, maupun energi mekanik. Contohnya kamera sebagai sensor penglihatan, mikrofon sebagai sensor pendengaran, LDR (*Light Dependence Resistance*) sebagai sensor cahaya, dan masih banyak lagi jenis sensor lainnya.

2.4.1 Sensor Citra (*Camera Pi*)

Sensor citra yang digunakan pada tugas akhir ini adalah *Pi camera* berupa papan kecil, sekitar 36mm x 36mm, sehingga cocok untuk *mobile application* atau lainnya di mana ukuran dan kualitas gambar yang penting. Menghubungkan ke Raspberry Pi dengan cara kabel pita singkat. Kamera terhubung ke prosesor BCM2835/BCM2836 pada Pi melalui bus CSI, *link bandwidth* yang lebih tinggi yang membawa data pixel dari kamera kembali ke prosesor.

Kamera yang digunakan untuk melakukan proses akuisisi gambar yaitu *Pi camera* yang merupakan kamera khusus yang didesain untuk mini komputer Raspberry Pi. Dengan ukuran kecil, modul kamera Raspberry Pi dapat digunakan untuk mengambil gambar dengan kualitas *high definition* memiliki resolusi asli dari 5 megapixel, dan memiliki lensa fokus tetap di papan. Dalam hal gambar diam, kamera ini mampu 2592 x 1944 pixel gambar statis, dan juga mendukung 1080p30, 720p60 dan 640x480p60/90 video, dapat bekerja pada semua model Raspberry Pi yang terhubung pada port CSI.



Gambar 2.5 Bentuk Fisik *Camera pi*
(*datasheet camera pi.*, 2005)

2.4.2 Sensor Jarak

Sensor jarak adalah sebuah sensor yang mampu mendeteksi keberadaan benda yang ada dihadapannya tanpa kontak fisik. Sensor ini bekerja berdasarkan prinsip kerja pantulan gelombang suara, dimana sensor menghasilkan gelombang suara yang kemudian menangkap kembali dengan perbedaan waktu sebagai dasar pengindra. Perbedaan waktu antara gelombang suara yang dipancarkan dan diterima kembali merupakan gelombang yang berbanding lurus dengan jarak atau tinggi objek yang memantulkannya. Jenis objek yang dapat dirasakan oleh sensor jarak adalah berupa zat cair dan zat padat.

2.4.2.1 Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor jarak yang paling sering digunakan adalah sensor ultrasonik. Sensor ultrasonik pada dasarnya adalah sebuah speaker yang mengeluarkan gelombang suara. Sensor ini memiliki dua bagian, yaitu bagian *transmitter* yang bertugas untuk mengeluarkan denyut gelombang suara dan bagian *receiver* yang berfungsi untuk menangkap suara. Karena suara yang dikeluarkan berfrekuensi dalam rentang ultrasonik, maka suara tersebut tidak dapat didengar secara langsung oleh manusia karena kecepatan suara ultrasonik (340 meter/detik) diatas kemampuan pendengaran manusia.



Gambar 2.6 Sensor Ultrasonik HC-SR04
(Santoso, Hari., 2015)

Dalam dunia robotika, sensor ini banyak digunakan dalam rangkaian robot untuk mendeteksi benda didepannya sehingga robot dapat memutar roda untuk terhindar dari tabrakan dengan objek tersebut. Selain itu, sensor ultrasonik digunakan untuk mengukur luas ruangan, seperti layaknya alat ukur pada umumnya.

Prinsip pengukuran jarak dengan sensor ultrasonik adalah pada bagian *transmitter* akan mengeluarkan gelombang suara dan bagian *receiver* akan menangkap kembali suara yang dipantulkan oleh benda apa pun yang berada di

depannya. Semakin dekat benda tersebut, maka waktu yang dibutuhkan untuk diterima oleh *receiver* adalah semakin cepat. Sebaliknya, semakin jauh jaraknya, maka semakin lama pantulan tersebut ditangkap oleh *receiver*. Gelombang yang dipancarkan oleh *transmitter* dan yang dipantulkan memiliki kecepatan suara sebesar 340 meter/ detik. Sehingga, dengan kecepatan suara yang sama, jarak diukur dari berapa lama waktu yang dibutuhkan sejak suara keluar dari *transmitter* dan diterima oleh *receiver*. Dalam satu kali transmisi, sensor akan mengeluarkan 8 siklus gelombang. Jarak satu siklus dengan yang lainnya adalah 10 mikro detik atau 0.00001 detik.

2.5 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah *chip* yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program di dalamnya. Terdiri dari CPU (*Central Processing Unit*), memori, I/O tertentu dan unit pendukung seperti *Analog-to-Digital Converter* (ADC) yang sudah terintegrasi di dalamnya. Kelebihan utama dari mikrokontroler ialah tersedianya RAM dan peralatan I/O pendukung sehingga ukuran board mikrokontroler menjadi sangat ringkas.

Mikrokontroler tersusun dalam satu *chip* dimana prosesor, memori, dan I/O terintegrasi menjadi satu kesatuan kontrol sistem sehingga mikrokontroler dapat dikatakan sebagai komputer mini yang dapat bekerja secara inovatif sesuai dengan kebutuhan sistem.

2.5.1 Arduino Mega

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



Gambar 2.7 Arduino Mega 2560
(Santoso, Hari., 2015)

Lebih jelasnya Arduino Mega 2560 dapat dilihat pada tabel 2.2

Tabel 2.2 Arduino Mega 2560

Chip mikrokontroler	ATmega2560
Tegangan operasi	5V
Tegangan input (yang direkomendasikan, via jack DC)	7V - 12V
Tegangan input (limit, via jack DC)	6V - 20V
Digital I/O pin	54 buah, 6 diantaranya menyediakan PWM output
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
Clock speed	16 Mhz
Dimensi	101.5 mm x 53.4 mm
Berat	37 g

Arduino Mega 2560 dapat ditenagai dengan *power* yang diperoleh dari koneksi kabel USB, atau melalui *power supply* eksternal. Pilihan *power* yang digunakan akan dilakukan secara otomatis. *External power supply* dapat diperoleh

dari adaptor AC-DC atau bahkan baterai, melalui *jack* DC yang tersedia, atau menghubungkan langsung GND dan pin Vin yang ada di *board*. *Board* dapat beroperasi dengan *power* dari *external power supply* yang memiliki tegangan antara 6V hingga 20V. Namun ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam rentang tegangan ini. Jika diberi tegangan kurang dari 7V, pin 5V tidak akan memberikan nilai murni 5V, yang mungkin akan membuat rangkaian bekerja dengan tidak sempurna. Jika diberi tegangan lebih dari 12V, regulator tegangan bisa *over heat* yang pada akhirnya bisa merusak *board*. Dengan demikian, tegangan yang di rekomendasikan adalah 7V hingga 12V. Beberapa pin *power* pada Arduino Mega:

- a. GND. Ini adalah *ground* atau negatif.
- b. Vin. Ini adalah pin yang digunakan jika ingin memberikan *power* langsung ke *board* Arduino dengan rentang tegangan yang disarankan 7V – 12V.
- c. Pin 5V. Ini adalah pin output dimana pada pin tersebut mengalir tegangan 5V yang telah melalui regulator
- d. V3. Ini adalah pin output dimana pada pin tersebut disediakan tegangan 3.3V yang telah melalui regulator
- e. IOREF. Ini adalah pin yang menyediakan referensi tegangan mikrokontroler. Biasanya digunakan pada *board shield* untuk memperoleh tegangan yang sesuai, apakah 5V atau 3.3V

2.5.2 Raspberry Pi 3 Model B

Raspberry Pi adalah sebuah komputer kecil yang berukuran seperti sabun mandi batang. Karena *Raspberry* adalah sebuah komputer, maka secara fungsi tidak berbeda dengan komputer berukuran besar yang ada di sekolah, rumah, kantor, atau laptop. Artinya, *Raspberry Pi* bisa digunakan untuk membuat dokumen, menghitung, menggambar, *browsing* internet, *men-download*, mencetak dokumen, menonton film, memutar musik maupun bermain game. Karena ukurannya yang kecil, *Raspberry Pi* dapat dibawa ke mana saja, berat *Raspberry Pi* juga tidak lebih dari dua bungkus mie instan. Karena ukurannya yang kecil dan ringan maka bukan tidak mungkin *Raspberry Pi* dapat masuk kedalam saku atau tas dengan mudah.

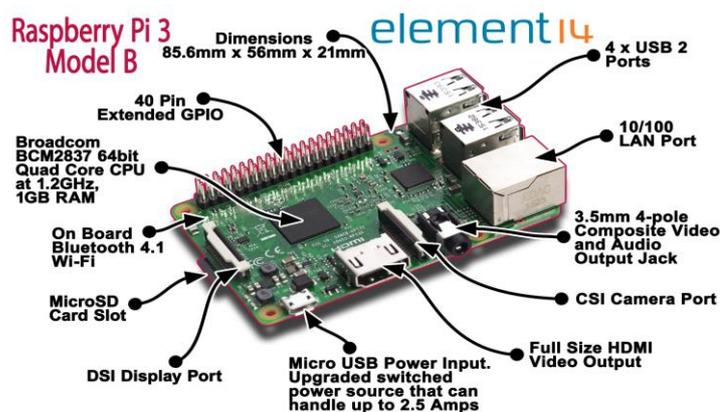
Raspberry Pi diciptakan oleh sekelompok orang di Inggris. Awalnya, *Raspberry Pi* digunakan untuk membantu orang-orang di Afrika untuk belajar komputer dengan biaya murah. Sehingga, orang-orang yang tidak mampu juga dapat belajar komputer tanpa harus mengeluarkan biaya besar. Dalam pengembangannya, *Raspberry Pi* menarik banyak minat orang karena kemampuannya yang lebih dari sekedar komputer. Sistem operasi utama untuk *Raspberry Pi* adalah *Raspbian OS* dan didasarkan dari *Debian (based on Debian)*. Sistem operasi ini adalah distribusi *Linux* sehingga tampilannya akan berbeda dengan sistem operasi *Windows*.

Salah satu jenis *mini computer* yang di produksi oleh perusahaan *Raspberry Pi* adalah jenis *Raspberry Pi 3 Model B* yang merupakan model terbaru. Model ini merupakan yang terbaik saat ini karena kecepatannya mencapai 4 kali lipat dibandingkan *Raspberry Pi 2*. Selain itu, versi ini sudah memiliki *built-in* Wi-Fi (802.11n) dan *Bluetooth 4*, serta *Bluetooth Low Energy (BLE)*. Spesifikasinya adalah sebagai berikut :

1. *Broadcom BCM2387 64 bit ARMv7 Quad core Processor powered Single Board Computer running at 1.2 Ghz.*
2. 1 GB RAM (*Random Access Memory*)
3. *BCM43143 Wi-Fi on board*
4. *Bluetooth Low Energy (BLE) o board*
5. *40 pin extended GPIO*
6. *4 x USB 2 ports*
7. *4 pole stereo output dan composite video port*
8. *Full size HDMI*
9. *CSI camera port untuk koneksi pi camera*
10. *DSI display port untuk koneksi touch screen display*
11. *Micro USB untuk penyimpanan data*

Raspberry Pi3 model B memiliki harga yang sama dengan *Raspberry Pi2*. Oleh Karena itu, model ini memiliki nilai ekonomis yang lebih tinggi sehingga pengguna tidak perlu mengeluarkan biaya tambahan untuk membeli Wifi dan *Bluetooth USB*. Karena lebih cepat dan lengkap, *Raspberry Pi3 model B* memerlukan daya yang lebih besar yaitu menggunakan sumber daya dengan arus

dias 2.5 A. Saat daya yang dibutuhkan lebih kecil, maka voltase yang masuk ke *Raspberry Pi 3* model B akan menurun sehingga jika membuat *project* yang menggunakan *display* atau layer LCD, tampilan akan terganggu. Saat voltase turun dibawah 4.65 Volt, maka peringatan akan muncul berupa tanda pelangi atau petir pada *desktop*.(Dinata, Andi., 2017, *Physical Computing dengan Raspberry Pi*).



Gambar 2.8 *Raspberry Pi 3 Model B*
(Santoso, Hari., 2015)

2.6 Penggerak / Aktuator

Penggerak adalah sebuah peralatan mekanis untuk menggerakkan atau mengontrol sebuah mekanisme atau sistem. Penggerak diaktifkan dengan menggunakan lengan mekanis yang biasanya digerakan oleh motor listrik, yang dikendalikan oleh media pengontrol otomatis yang terprogram di antaranya mikrokontroller.

Penggerak adalah elemen yang mengkonversikan besaran listrik analog menjadi besaran lainnya misalnya kecepatan putaran dan merupakan perangkat elektromagnetik yang menghasilkan daya gerakan sehingga dapat menghasilkan gerakan pada robot. Untuk meningkatkan tenaga mekanik penggerak ini dapat dipasang sistem *gearbox*.

Penggerak dapat melakukan hal tertentu setelah mendapat perintah dari kontroller. Misalnya pada suatu robot pemetik buah, jika terdapat buah, maka sensor akan memberikan informasi pada kontroller yang kemudian akan memerintah pada penggerak untuk bergerak mendekati posisi buah.

2.6.1 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah motor DC yang dilengkapi rangkaian kendali dengan sistem *closed loop* yang terintegrasi dalam motor tersebut. Pada motor servo posisi putaran sumbu (*axis*) dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo.

4 PCS 20KG Servo

4 PCS 25T Servo Arm



Gambar 2.9 Motor Servo (Motor DC)
(Purnama, Agus., 2012)

Motor servo disusun dari sebuah motor DC, *gearbox*, *variabel resistor*(VR) atau potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas maksimum putaran sumbu (*axis*) motor servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan modulasi lebar pulsa yang diberikan pada pin kontrol motor servo.



Gambar 2.10 Konstruksi Motor Servo
(Bambang, Muhammad Refo., 2018)

Motor servo merupakan motor yang mampu bekerja dua arah (CW dan CCW) dimana arah dan sudut pergerakan rotornya dapat dikendalikan dengan memberikan variasi lebar pulsa (*duty cycle*) sinyal PWM pada bagian pin

kontrolnya. Jenis motor servo berdasarkan sudut operasi motor servo dibagi menjadi 2 yaitu:

a. Motor Servo Standar

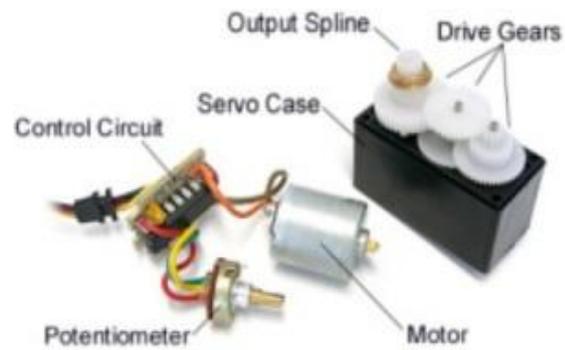
Motor servo standar merupakan motor servo yang mampu bergerak CW dan CCW dengan sudut operasi tertentu, misal 60° , 90° atau 180° . sudut maksimal yang diperbolehkan untuk motor *servo* standart adalah 180° . Motor *servo* ini sering dipakai pada sistem robotika yang menggunakan lengan atau kaki.

b. Motor Servo Continuous

Motor servo continuous adalah motor servo yang mampu bergerak CW dan CCW tanpa batasan sudut operasi (berputar secara kontiyu). Motor servo ini sering digunakan sebagai aktuaktor pada *mobile* robot. Motor servo beroperasi pada tegangan *supply* 4,8 volt hingga 7,2 volt.

Motor servo yang digunakan pada robot pemilah sayur dan buah berdasarkan bentuk dan warna ini merupakan motor servo JX- 6221MG merupakan motor servo standar 180° . Motor servo jenis ini hanya mampu bergerak dua arah (CW dan CCW) dengan defleksi masing-masing sudut mencapai 90° sehingga total defleksi sudut dari kanan – tengah – kiri adalah 180° . Motor *servo standart* merupakan motor *servo* yang mampu bergerak CW dan CCW dengan sudut operasi tertentu, misal 60° , 90° atau 180° . sudut maksimal yang diperbolehkan untuk motor *servo* standart adalah 180° . Motor *servo* ini sering dipakai pada sistem robotika yang menggunakan lengan atau kaki. Keunggulan dari penggunaan motor servo adalah : Tidak bergetar dan tidak ber-resonansi saat beroperasi, Daya yang dihasilkan sebanding dengan ukuran dan berat motor, Penggunaan arus listrik sebanding dengan beban yang diberikan, dan Resolusi dan akurasi dapat diubah dengan hanya mengganti encoder yang dipakai.

Motor servo pada dasarnya dibuat menggunakan motor DC yang dilengkapi dengan controler dan sensor posisi sehingga dapat memiliki gerakan 0° , 90° , 180° atau 360° . Berikut adalah komponen internal sebuah motor servo 180° .



Gambar 2.11 Komponen Penyusun Motor Servo
(Santoso, Hari., 2015)

Tiap komponen pada motor servo diatas masing-masing memiliki fungsi sebagai controler, driver, sensor, gearbox dan aktuator. Pada gambar diatas terlihat beberapa bagian komponen motor servo . Motor pada sebuah motor servo adalah motor DC yang dikendalikan oleh bagian controler, kemudian komponen yang berfungsi sebagai sensor adalah potensiometer yang terhubung pada sistem girbox pada motor servo