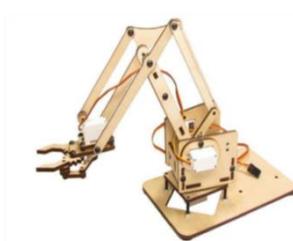


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Manipulator Robot*

Kata robot berasal dari bahasa Ceko yaitu *robota* yang memiliki makna pekerja yang tak mengenal lelah, Robot sendiri identik dengan teknologi dan kecanggihan. Salah satu robot yang biasa digunakan ialah Robot atau yang juga biasa disebut dengan robot tangan adalah jenis robot yang memiliki struktur berbentuk tangan atau lengan (*arm robot*). Biasanya dalam satu robot manipulator terdapat bagian satu lengan lengkap mulai dari pundak, siku, telapak tangan, dan jari. Pada umumnya robot *manipulator* ini biasa digunakan di bidang industri untuk mengangkat benda-benda berat dimana sistem yang digunakan ialah *pick and place robotic arm* yang berfungsi untuk memindahkan barang dari suatu tempat ketempat lain sesuai dengan fungsi kerja robot yang diinginkan, seperti: industri otomotif, elektronik, dan komputer. Untuk membuat robot menjadi cerdas dalam pergerakannya maka robot harus memiliki “otak”. Robot lengan terdiri dari tiga bagian yaitu struktur mekanik (*manipulator*), penggerak dan sistem kontrol. Manipulator adalah susunan *rigid bodies* (benda-benda kaku) dan *link* (lengan) yang satu sama lain terhubung oleh *joint* (sendi). Pangkal lengan dapat dipasang pada kerangka dasar. Sedangkan *end-effector* (ujung lengan) dapat dihubungkan dengan alat tertentu sesuai dengan fungsi robot lengan (Martinus, Didi. 2012).



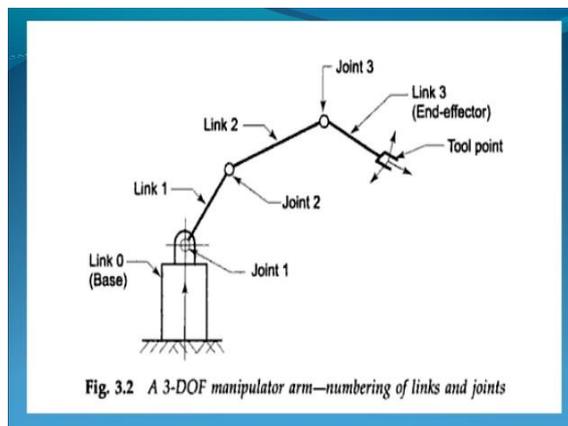
Gambar 2.1 Bentuk *arm robot* (Martinus, Didi. 2012)

Gambar 2.1 merupakan contoh robot lengan dengan motor servo sebagai penggeraknya. Robot lengan dapat digunakan untuk beberapa fungsi, salah satu fungsinya adalah untuk menggapai benda dan mengambil benda tersebut.

2.1.1. Konsep Dasar *Manipulator Robot*

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

1. *Link* (sambungan) merupakan bagian-bagian kerangka yang kaku dihubungkan secara bersamaan sehingga membentuk suatu rangkaian kinematik.
2. *Joint* (Sendi) yaitu koneksi antar *link* yang dapat menentukan pergerakan. Perhatikan Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Contoh *Link* dan *Joint* pada Lengan Robot
(Sumber : Denavit Hartenberg representation – examples.pdf)

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

Derajat kebebasan digunakan untuk mengetahui cara robot bergerak, tingkat kerumitan algoritma kendali dan jumlah motor lengan robot yang digunakan. Penentuan jumlah DOF dilakukan berdasarkan jumlah gerakan yang dapat dilakukan oleh lengan robot atau jumlah aktuator lengan robot. (Martinus. Didi, 2012)

Ruang kerja robot atau ruang jangkauan robot adalah semua tempat yang dapat dijangkau oleh end effector. Hal ini tergantung pada sudut derajat kebebasan dan panjang jangkauan lengan. Ruang kerja ini juga bergantung pada konfigurasi yang dibuat.

Secara umum manipulator lengan robot itu terdiri dari :

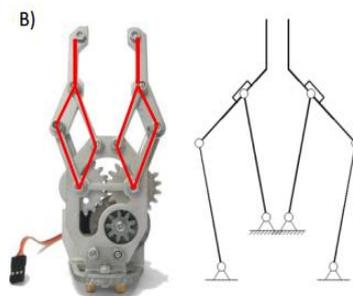
1. Mekanik tangan (*Mechanical Arm*)

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

2. *End Effector*

Merupakan suatu komponen pada lengan robot yang mempunyai fungsi mencengkram suatu objek tertentu untuk dipegang atau dipindahkan.

End-Effector terdiri dari berbagai jenis, salah satunya yaitu *Gripper* (Pencengkraman), merupakan suatu piranti yang digunakan untuk mencengkram suatu objek. Seperti ditunjuk pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 *Gripper* pada robot

(Sumber : *Technical University Of Denmark, Gripper Design and Development For a Modular Robot; Anna Maria Gil Fuster*)

2.2. Pengertian *Mobile Robot*

Mobile Robot adalah konstruksi robot yang ciri khasnya adalah mempunyai aktuator berupa roda untuk menggerakkan keseluruhan badan robot tersebut, sehingga robot tersebut dapat melakukan perpindahan posisi dari satu titik ke titik lain dengan bantuan navigasi. Ada banyak navigasi yang digunakan *mobile robot*, diantaranya :

1. *Manual Remote*

Sebuah robot manual benar-benar dibawah kendali seorang sopir dengan *joystick* atau perangkat control lainnya. Perangkat mungkin dihubungkan langsung ke robot, mungkin *joystick* nirkabel, atau mungkin menjadi aksesoris ke komputer nirkabel atau pengendali lainnya. Sebuah robot tele-op'd biasanya digunakan untuk menjaga operator dari bahaya.

2. *Guarded Tele-op*

Sebuah *robot guarded tele-op* memiliki kemampuan untuk merasakan dan menghindari rintangan tetapi sebaliknya akan menavigasi sebagai penggerak, seperti robot di bawah manual *tele-op*. Jika ada beberapa robot *mobile* hanya menawarkan *guarded tele-op Sliding*.

3. *Next-line*

Beberapa *Automated awal Dipandu Kendaraan (AGVs)* adalah baris berikut mobil robot. Mereka mungkin mengikuti garis visual dicat atau tertanam di lantai atau di langit-langit atau sebuah kabel listrik di lantai. Mereka tidak bisa mengelilingi hambatan, mereka hanya berhenti dan menunggu ketika sesuatu menghalangi jalan mereka. Banyak contoh dari kendaraan tersebut masih dijual, oleh *Transbotics*, FMC, Egemin, HK System dan perusahaan lainnya.

4. *Autonomously Randomized Robot*

Otonomi robot dengan gerakan acak pada dasarnya terpental dinding, baik dinding-dinding yang merasakan dengan bumper fisik seperti pembersih Roomba atau dengan sensor Elektronik seperti mesin pemotong rumput Robotika *Friendly*. Algoritma sederhana *bump* dan putar 30 derajat akhirnya mengarah ke jangkauan sebagian besar atau seluruh permukaan lantai atau halaman.

Robot mobil ini sangat disukai bagi orang yang mulai mempelajari robot. Hal ini karena membuat robot mobil tidak memerlukan kerja fisik yang berat. Untuk dapat membuat sebuah robot *mobile* minimal diperlukan pengetahuan tentang mikrokontroler dan sensor-sensor elektronik.

2.2.1 *Mobile Manipulator*

Mobile Manipulator adalah gabungan dari *mobile robot* dan *robot manipulator* (*arm robot*). *Mobile robot* merupakan jenis robot yang dapat bergerak dari satu tempat ke tempat yang lain. Sedangkan *robot manipulator* (*arm robot*) merupakan jenis robot yang dapat mengambil dan memindahkan benda atau barang tetapi tidak dapat berpindah tempat. Sehingga robot *mobile manipulator* berfungsi sebagai robot yang mengambil benda dan dapat bergerak memindahkan benda tersebut dari satu tempat ke tempat yang lain. Contoh robot *mobile manipulator* terdapat pada Gambar 2.4 berikut :



Gambar 2.4 Robot *Mobile Manipulator*

(Sumber :

https://favpng.com/png_view/robotics-mobile-robot-manipulator-machine-robotic)

2.3. Sensor Jarak

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang memiliki fungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik, begitupun sebaliknya. Prinsip kerja sensor ultrasonik ini cukup simpel, yakni berdasarkan pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat digunakan untuk mendefinisikan eksistensi atau jarak suatu benda dengan frekuensi tertentu. Disebut sebagai sensor ultrasonik karena sensor ini menggunakan gelombang ultrasonik (bunyi ultrasonik).

2.3.1. Sensor Ultrasonik HC-SR04

HC-SR04 merupakan sensor ultrasonik yang dapat digunakan untuk mengukur jarak antara penghalang dan sensor.

Konfigurasi pin dan tampilan sensor HC-SR04 diperlihatkan pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Konfigurasi Pin dan Tampilan Sensor Ultrasonik HC-SR04
(Sumber: <https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Proximity/HCSR04.pdf>)

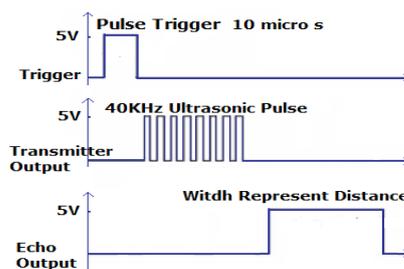
Ada 4 pin/kaki pada sensor HC-SR04. Berikut keterangannya :

1. Pin Trig (Triger) sebagai pin/kaki untuk memicu (mentrigger) pemancaran gelombang ultrasonik. Cukup dengan membuat logika “HIGH–LOW” maka sensor akan memancarkan gelombang ultrasonik.
2. Pin Echo sebagai pin/kaki untuk mendeteksi ultrasonik, apakah sudah diterima atau belum. Selama gelombang ultrasonik belum diterima, maka logika pin ECHO akan “HIGH”. Setelah gelombang ultrasonik diterima maka pin ECHO berlogika “LOW”.
3. Pin Vcc sebagai pin koneksi ke power supply + 5 Vdc. Dapat juga dihubungkan langsung ke pin Vcc mikrokontroler.
4. Pin Gnd (Ground) adalah pin koneksi ke power supply Ground. Dapat juga dihubungkan ke pin Gnd mikrokontroler

Prinsip pengukuran jarak menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 adalah, ketika pulsa *trigger* diberikan pada sensor, transmitter akan mulai memancarkan gelombang ultrasonik, pada saat yang sama sensor akan menghasilkan output TTL transisi naik menandakan sensor mulai menghitung waktu pengukuran, setelah receiver menerima pantulan yang dihasilkan oleh suatu objek maka pengukuran waktu akan dihentikan dengan menghasilkan output TTL transisi turun.

Pemilihan HC-SR04 sebagai sensor jarak yang akan digunakan pada penelitian ini karena memiliki fitur sebagai berikut; kinerja yang stabil, pengukuran jarak yang akurat dengan ketelitian 0,3 cm, pengukuran maksimum dapat mencapai 4 meter dengan jarak minimum 2 cm, ukuran yang ringkas dan dapat beroperasi

pada level tegangan TTL. Prinsip pengoperasian sensor ultrasonik HC-SR04 adalah sebagai berikut ; awali dengan memberikan pulsa *Low* (0) ketika modul mulai dioperasikan, kemudian berikan pulsa *High* (1) pada trigger selama 10 μ s sehingga modul mulai memancarkan 8 gelombang kotak dengan frekuensi 40 KHz, tunggu hingga transisi naik terjadi pada output dan mulai perhitungan waktu hingga transisi turun terjadi, setelah itu gunakan *Timing diagram* pengoperasian sensor ultrasonik HC-SR04 diperlihatkan pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 *Timing Diagram* Pengoperasian Sensor Ultrasonik HC-SR04
(Sumber: <https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Proximity/HCSR04.pdf>)

2.4. Sensor Citra

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. berikut gambar 2.7 fisik dari *Pi camera..*



Gambar 2.7 Bentuk Fisik *Pi Camera*
(Sumber : *Raspberry Pi Camera Module*)

2.4.1 Pengertian Citra

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 640×480 *pixel*). (Hidayatullah, Priyanto., 2017, Pengolahan Citra Digital Teori dan Aplikasi Nyata).

2.4.2 Warna (*Color*)

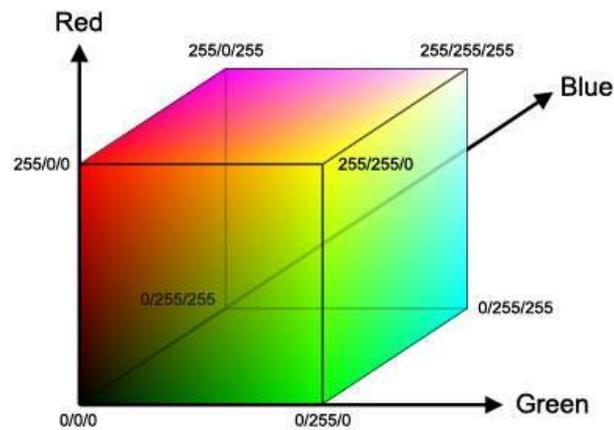
Warna adalah persepsi yang dirasakan oleh sistem visual manusia terhadap panjang gelombang cahaya yang dipantulkan oleh objek. Setiap warna mempunyai panjang gelombang (λ) yang berbeda. Warna merah mempunyai panjang gelombang paling tinggi, sedangkan warna ungu (violet) mempunyai panjang gelombang paling rendah. Warna-warna yang diterima oleh mata (sistem visual manusia) merupakan hasil kombinasi cahaya dengan panjang gelombang

berbeda. Penelitian memperlihatkan bahwa kombinasi warna yang memberikan rentang warna yang paling lebar adalah *red* (R), *green* (G), dan *blue* (B).

Citra berwarna adalah citra yang lebih umum digunakan. Warna yang terlihat pada citra *bitmap* merupakan kombinasi dari tiga warna dasar, yaitu merah, hijau, dan biru. Setiap *pixel* disusun oleh tiga komponen warna R, G dan B, kombinasi dari tiga warna RGB tersebut menghasilkan warna yang khas untuk *pixel* yang bersangkutan. Pada citra 256 warna, setiap *pixel* panjangnya 8 bit tetapi komponen warna RGB-nya disimpan di dalam tabel RGB yang disebut palet.

2.4.3 Model warna RGB

Model warna RGB adalah model warna berdasarkan konsep penambahan kuat cahaya primer yaitu Red, Green dan Blue. 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. Untuk monitor komputer, nilai rentangnya paling kecil = 0 dan paling besar = 255. Pilihan skala 256 ini didasarkan pada cara mengungkap 8 digit bilangan biner yang digunakan oleh mesin komputer. Dengan cara ini, akan diperoleh warna campuran sebanyak $256 \times 256 \times 256 = 16.777.216$ jenis warna yang berbeda. Sebuah jenis warna, dapat dibayangkan sebagai sebuah vektor di ruang 3 dimensi yang biasanya dipakai dalam matematika, koordinatnya dinyatakan dalam bentuk tiga bilangan, yaitu komponen-x, komponen-y dan komponen-z. Misalkan sebuah vektor dituliskan sebagai $r = (x,y,z)$. Untuk warna, komponen-komponen tersebut digantikan oleh komponen R(*red*), G(*green*), B(*Blue*). Jadi, sebuah jenis warna dapat dituliskan sebagai berikut: warna = RGB(30, 75, 255). Putih = RGB(255, 255, 255), sedangkan untuk hitam = RGB (0, 0, 0).



Gambar 2.8 Ruang Warna RGB (Pamungkas, Adi., 2017)

2.4.4 Model Warna *Grayscale*

Pada perubahan sebuah gambar menjadi grayscale dapat dilakukan dengan cara mengambil semua pixel pada gambar kemudian warna tiap pixel akan diambil informasi mengenai 3 warna dasar yaitu merah, biru dan hijau (melalui fungsi warna to RGB), ketiga warna dasar ini akan dijumlahkan kemudian dibagi tiga sehingga didapat nilai rata-rata. Nilai rata-rata inilah yang akan dipakai untuk memberikan warna pada pixel gambar sehingga warna menjadi grayscale, tiga warna dasar dari sebuah pixel akan diset menjadi nilai rata-rata (melalui fungsi RGBtowarna).

2.5 *Visual Image Processing*

Image processing adalah suatu bentuk pengolahan atau pemrosesan sinyal dengan input berupa gambar (*image*) dan ditransformasikan menjadi gambar lain sebagai keluarannya dengan teknik tertentu. *Image processing* dilakukan untuk memperbaiki kesalahan data sinyal gambar yang terjadi akibat transmisi dan selama akuisisi sinyal, serta untuk meningkatkan kualitas penampakan gambar agar lebih mudah diinterpretasi oleh sistem penglihatan manusia baik dengan melakukan manipulasi dan juga penganalisan terhadap gambar. Terdapat empat tipe dasar citra digital, berikut dua tipe dasar citra digital yang digunakan dalam tugas akhir ini : (Ade, 2017., *Image Processing*)

2.5.1 Citra Digital Bertipe Warna RGB

Pada citra dengan tipe RGB, setiap *pixel* memiliki 3 komponen warna, yaitu merah (R), hijau (G) dan biru (B). Setiap komponen warna memiliki jangkauan nilai antara 0 sampai 255 (8 bit). Hal ini akan memberikan kemungkinan total warna sebanyak $255^3 = 16\,777\,216$. Jadi total ukuran bit untuk setiap *pixel* adalah 24 bit (8 bit R, 8 bit G dan 8 bit B). Citra seperti ini biasanya juga disebut dengan citra warna 24 bit. Berikut adalah contoh citra bertipe RGB. (Kurnianto, Danny., 2016, Empat Tipe Dasar Citra Digital).

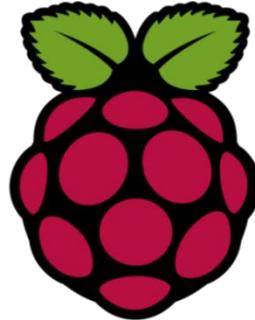
2.5.2 Citra Grayscale

Dalam komputasi, suatu citra digital grayscale atau greyscale adalah suatu citra dimana nilai dari setiap pixel merupakan sample tunggal. Citra yang ditampilkan dari citra jenis ini terdiri atas warna abu-abu, bervariasi pada warna hitam pada bagian yang intensitas terlemah dan warna putih pada intensitas terkuat. Citra grayscale berbeda dengan citra "hitam-putih", dimana pada konteks komputer, citra hitam putih hanya terdiri atas 2 warna saja yaitu "hitam" dan "putih" saja. Pada citra grayscale warna bervariasi antara hitam dan putih, tetapi variasi warna diantaranya sangat banyak. Citra grayscale seringkali merupakan perhitungan dari intensitas cahaya pada setiap pixel pada spektrum elektromagnetik single band. Citra grayscale disimpan dalam format 8 bit untuk setiap sample pixel, yang memungkinkan sebanyak 256 intensitas. Format ini sangat membantu dalam pemrograman karena manipulasi bit yang tidak terlalu banyak. Pada aplikasi lain seperti pada aplikasi medical imaging dan remote sensing biasa juga digunakan format 10, 12 maupun 16 bit.

2.6. Perangkat MINI PC (Raspberry Pi)

Raspberry Pi sering disingkat dengan nama Raspi adalah komputer papan tunggal (*single-board circuit*) yang seukuran dengan kartu kredit yang dapat digunakan untuk menjalankan program perkantoran, permainan komputer, dan sebagai pemutar media hingga video beresolusi tinggi. Raspberry Pi dikembangkan

oleh yayasan nirlaba, Raspberry Pi Foundation, yang digawangi sejumlah pengembang dan ahli komputer dari Universitas Cambridge, Inggris.



Gambar 2.9 Logo Raspberry Pi (Khadir, Abdul. 2017).

Gambar 2.9 menunjukkan logo dari Raspberry Pi. Ide dibalik Raspberry Pi diawali dari keinginan untuk mencetak pemrogram generasi baru. Seperti yang disebutkan dalam situs resmi Raspberry Pi Foundation, waktu itu Eben Upton, Rob Mullins, Jack Lang, dan Alan Mycroft, dari Laboratorium Komputer Universitas Cambridge memiliki kekhawatiran melihat kian turunnya keahlian dan jumlah siswa yang hendak belajar ilmu komputer. Mereka lantas mendirikan yayasan Raspberry Pi bersama dengan Pete Lomas dan David Braben pada 2009. Tiga tahun kemudian, Raspberry Pi Model B memasuki produksi massal. Dalam peluncuran pertamanya pada akhir Februari 2012 dalam beberapa jam saja sudah terjual 100.000 unit. Pada bulan Februari 2016, Raspberry Pi Foundation mengumumkan bahwa mereka telah menjual 8 juta perangkat Raspi, sehingga menjadikannya sebagai perangkat paling laris di Inggris.



Gambar 2.10 Layout Raspberry Pi (khadir, Abdul. 2017).

Gambar 2.10 menunjukkan *Layout* dari Raspberry Pi. Raspberry Pi memiliki dua model yaitu model A dan model B. Secara umum Raspberry Pi Model B memiliki kapasitas penyimpanan RAM sebesar 512 MB. Perbedaan model A dan B terletak pada modul penyimpanan yang digunakan. Model A menggunakan penyimpanan sebesar 256 MB dan penyimpanan model B sebesar 512 MB. Selain itu, model B sudah dilengkapi dengan porta Ethernet (untuk LAN) yang tidak terdapat di model A. Desain Raspberry Pi didasarkan pada SoC (system-on-a-chip) Broadcom BCM2835, yang telah menanamkan prosesor ARM1176JZF-S dengan 700 MHz, GPU VideoCore IV, dan RAM sebesar 256 MB (model B). Penyimpanan data tidak didesain untuk menggunakan cakram keras atau solid-state drive, melainkan mengandalkan kartu penyimpanan tipe SD untuk menjalankan sistem dan sebagai media penyimpanan jangka panjang (Khadir, Abdul. 2017).

Raspberry Pi board dibuat dgn 2 type yg berbeda yaitu Raspberry Pi type A dan Raspberry Pi type B. Perbedaannya antara lain pada Ram dan Port LAN. Type A RAM = 256 Mb dan tanpa port LAN(ethernet), type B = 512 Mb dan terpasang port untuk LAN.

Lebih jelasnya dari *Raspberry Pi* model B, berikut ini:

1. *Broadcom BCM2835 ARM11 700Mhz* merupakan otak dari *Raspberry Pi* B.
2. *HDMI out HDMI 1.3 a-compliant* mendukung sinyal HDMI dan DVI-D.
3. *CSI connector camera*, dengan 15 pin *flat flex* kabel *header* untuk CSI-2 interface MIPI Aliansi. Standar antarmuka CSI mendefinisikan standar antarmuka serial searah untuk perangkat kamera CSI-compliant.
4. *Ethernet Out* (hanya dalam model 256 Mb) Mendukung fungsi Wakeon-LAN dan TCP / UDP - USB 2.0 Fungsi USB disediakan oleh SMSC LAN9512 pada kedua Model A dan Model B. LAN9512 adalah paket menarik dan cara yang sangat baik untuk V menghemat ruang PCB. *Port* USB pada Pi adalah USB 2.0 dengan maksimum menarik arus yang disarankan 100 mA.

5. Status LED Memiliki 4 Led sebagai indicator status dari setiap fungsi pada *Raspberry Pi*. D5 menyala hijau menjelaskan *system/* akses terkoneksi dengan SD card, D6 menyala merah menjelaskan *power* terkoneksi, 3.3V. D7 menyala hijau sebagai *full duplex, half duplex* jika LED padam. D8 menyala hijau menjelaskan *link activity* untuk LAN.
6. AUDIO OUPUT sebagai stereo audio output.
7. JTAG Header JTAG *interface* digunakan untuk memprogram *chip* SoC dan chip SMSC didalam *board*. Pabrikan juga menggunakan JTAG untuk menguji hardware pada saat pembuatannya.
8. RCA Video output sebagai video output cadangan pada *Raspberry Pi* apabila fungsi HDMI tidak digunakan.
9. GPIO Header terdiri dari 26 pin yang berfungsi untuk pengontrolan suatu perangkat yang dikontrol oleh suatu perangkat lunak baik dikonfigurasi sebagai pin input maupun sebagai pin output. Fitur-fitur pada GPIO diantaranya: pin I2C, pin RX TX, pin PWM, pin PPM dan disediakan pin dengan tegangan 5V dan 3.3V. Semua pin pada GPIO memiliki tingkat logika 3.3V.
10. DSI *Display connector*, dengan 15 pin *flat flex* yang tampak persis dengan dega CSI-2 *interface*, biasanya digunakan untuk display LCD seperti LCD pada ponsel. DSI juga dapat digunakan sebagai I2C.
11. SD *card slot* sebagai *slot* untuk SD card atau *slot* mikro SD, yang berisikan OS untuk di akses oleh pengguna *Raspberry Pi B*.
12. *Micro USB power*, dengan power input 5V 1A DC untuk memenuhi kebutuhan tegangan dan arus pada *Raspberry Pi B*.

2.7 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah salah satu dari bagian dasar dari suatu sistem komputer. Meskipun mempunyai bentuk yang jauh lebih kecil dari suatu komputer pribadi dan komputer *mainframe*, mikrokontroler dibangun dari elemen-elemen dasar yang sama. Hampir semua input mikrokontroler hanya dapat memproses sinyal input digital dengan tegangan yang sama dengan tegangan logika dari

sumber. Tegangan positif sumber umumnya adalah 5 volt. Padahal dalam dunia nyata terdapat banyak sinyal analog atau sinyal dengan tegangan level. Pada pembuatan tugas akhir ini saya menggunakan mikrokontroler berupa arduino.

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. Berikut gambar 2.11 bentuk fisik dari arduino mega 2560.



Gambar 2.11 Arduino Mega 2560

(Sumber: <https://www.robotshop.com/media/files/pdf/arduinomega2560datasheet>)

Lebih jelasnya Arduino Mega 2560 dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 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

2.8 Motor Servo

Motor servo adalah jenis motor DC dengan sistem umpan balik tertutup yang terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol, dan juga potensiometer. Jadi motor servo sebenarnya tak berdiri sendiri, melainkan didukung oleh komponen-komponen lain yang berada dalam satu paket. Sedangkan fungsi potensiometer dalam motor servo adalah untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sementara sudut sumbu motor servo dapat diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel servo itu sendiri. Oleh karena itu motor servo dapat berputar searah dan berlawanan arah jarum jam.

Motor servo biasanya digunakan untuk robot berkaki, ber lengan atau sebagai aktuator pada *mobile robot*. Motor servo dikemas dalam bentuk segi empat dengan sebuah *output shaft* motor dan konektor dengan 3 kabel yaitu *ground*, *power* dan *control*. Jenis motor servo berdasarkan sudut operasi motor *servo* dibagi menjadi 2 yaitu yang pertama adalah motor servo standar 180 derajat, dan yang kedua adalah motor servo continous. Berikut perbedaan antara motor servo standar 180 derajat dan motor servo continous.

1. Motor Servo *Standart* 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.

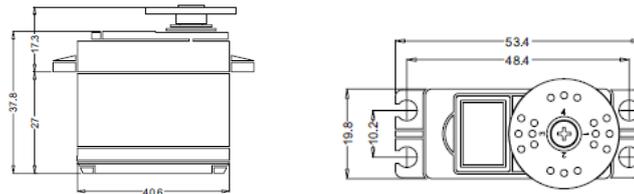
2. Motor Servo *Continous*

Motor *servo continous* adalah motor *servo* yang mampu bergerak CW dan CCW tanpa batasan sudut operasi (berputar secara kontinyu). Motor *servo* ini sering digunakan sebagai aktuator pada *mobile robot*. Motor *servo* beroperasi pada tegangan *supply* 4,8 volt hingga 7,2 volt. Gambar 2.12 dibawah

merupakan gambar motor servo yang digunakan dan Gambar 2.13 merupakan skematik motor servo.



Gambar 2.12 Motor Servo *Standart*
(Sumber : *Datasheet Motor Servo.pdf*)



Gambar 2.13 Skematik Motor Servo
(Sumber : *Datasheet Motor Servo.pdf*)

a. Keunggulan dan Kekurangan Motor Servo

Keunggulan dari penggunaan motor servo adalah :

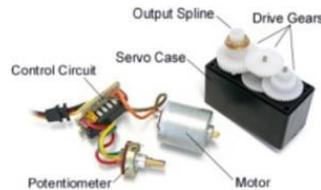
1. Tidak bergetar dan tidak ber-resonansi saat beroperasi.
2. Daya yang dihasilkan sebanding dengan ukuran dan berat motor.
3. Penggunaan arus listrik sebanding dengan beban yang diberikan.
4. Resolusi dan akurasi dapat diubah dengan hanya mengganti encoder yang dipakai.

Kekurangan dari penggunaan motor servo adalah :

1. Harga relative mahal dari motor DC lainnya.
2. Bentuknya cukup besar karena satu paket.

b. Komponen Penyusun Motor Servo

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 2.14 Komponen Penyusun Motor Servo
(Sumber:

<https://belajarelektronika.net/motor-servo-pengertian-fungsi-dan-prinsip->)

Tiap komponen pada motor servo diatas masing-masing memiliki fungsi sebagai controler, driver, sensor, girbox 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.

2.9 Motor DC

Motor Listrik DC atau *DC Motor* adalah suatu perangkat yang mengubah energi listrik menjadi energi kinetik atau gerakan (*motion*). Motor DC ini juga dapat disebut sebagai Motor Arus Searah. Seperti namanya, DC Motor memiliki dua terminal dan memerlukan tegangan arus searah atau DC (*Direct Current*) untuk dapat menggerakannya. Motor Listrik DC ini biasanya digunakan pada perangkat-perangkat Elektronik dan listrik yang menggunakan sumber listrik DC seperti Vibrator Ponsel, Kipas DC dan Bor Listrik DC.

Motor Listrik DC atau *DC Motor* ini menghasilkan sejumlah putaran per menit atau biasanya dikenal dengan istilah RPM (*Revolutions per minute*) dan dapat dibuat berputar searah jarum jam maupun berlawanan arah jarum jam apabila polaritas listrik yang diberikan pada Motor DC tersebut dibalik. Motor Listrik

DC tersedia dalam berbagai ukuran rpm dan bentuk. Kebanyakan Motor Listrik DC memberikan kecepatan rotasi sekitar 3000 rpm hingga 8000 rpm dengan tegangan operasional dari 1,5V hingga 24V. Apabila tegangan yang diberikan ke Motor Listrik DC lebih rendah dari tegangan operasionalnya maka akan dapat memperlambat rotasi motor DC tersebut sedangkan tegangan yang lebih tinggi dari tegangan operasional akan membuat rotasi motor DC menjadi lebih cepat. Namun ketika tegangan yang diberikan ke Motor DC tersebut turun menjadi dibawah 50% dari tegangan operasional yang ditentukan maka Motor DC tersebut tidak dapat berputar atau terhenti. Sebaliknya, jika tegangan yang diberikan ke Motor DC tersebut lebih tinggi sekitar 30% dari tegangan operasional yang ditentukan, maka motor DC tersebut akan menjadi sangat panas dan akhirnya akan menjadi rusak.

2.9.1 Prinsip Kerja Motor DC

Terdapat dua bagian utama pada sebuah Motor Listrik DC, yaitu *Stator* dan *Rotor*. *Stator* adalah bagian motor yang tidak berputar, bagian yang statis ini terdiri dari rangka dan kumparan medan. Sedangkan *Rotor* adalah bagian yang berputar, bagian Rotor ini terdiri dari kumparan Jangkar. Dua bagian utama ini dapat dibagi lagi menjadi beberapa komponen penting yaitu diantaranya adalah *Yoke* (kerangka magnet), *Poles* (kutub motor). Pada prinsipnya motor listrik DC menggunakan fenomena elektromagnet untuk bergerak, ketika arus listrik diberikan ke kumparan, permukaan kumparan yang bersifat utara akan bergerak menghadap ke magnet yang berkutub selatan dan kumparan yang bersifat selatan akan bergerak menghadap ke utara magnet. Saat ini, karena kutub utara kumparan bertemu dengan kutub selatan magnet ataupun kutub selatan kumparan bertemu dengan kutub utara magnet maka akan terjadi saling tarik menarik yang menyebabkan pergerakan kumparan berhenti.

Untuk menggerakannya lagi, tepat pada saat kutub kumparan berhadapan dengan kutub magnet, arah arus pada kumparan dibalik. Dengan demikian, kutub utara kumparan akan berubah menjadi kutub selatan dan kutub selatannya akan berubah menjadi kutub utara.