

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Berikut merupakan beberapa referensi yang digunakan dari perancangan dan analisis mengenai tugas akhir yang diampu, yang dijadikan sumber referensi Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

Hendrayawan, Veri (2014) dengan penelitian yang berjudul *Implementasi Invers Kinematics* pada Sistem Pergerakan *Mobile Robot* Roda Mekanum. Penelitian ini membahas mengenai teknologi terhadap pergerakan *mobile robot* yang semakin berkembang. Dalam perkembangannya terhadap pergerakan robot salah satunya ada yang dinamakan dengan *swerve drive* yang masih ada kekurangan diantaranya adalah tidak dapat bergerak ke segala arah dan kurang efisien terhadap *mobile robot*. Dengan penggunaan roda mekanum ini dapat meminimalisir kekurangan yang terjadi dengan persamaan *invers kinematics* yang menjadikan kecepatan pada masing-masing motor dan rodanya.

Syam, Rafiuddin dan Jumaddil Hair (2016) dengan penelitian yang berjudul *Desain Kerjasama Mobile Manipulator Robot*. Dalam penelitian memiliki tujuan dalam merancang dua buah *mobile robot* yang dapat bekerja sama dalam mengangkat objek serta dapat membuat sistem control pada kedua robot tersebut dengan harapan dapat berjalan dengan baik dan benar dalam kerjanya. Tahap yang dilakukan dalam perancangan tersebut adalah pemilihan mikrokontroler, komponen-komponen yang dipasang, kinematika gerak pada kedua robot serta pengujian pada lintasan yang dibuat.

M. T. Kantori (2017) dengan penelitian berjudul *Mobile Robot Pemain Bola: Aplikasi pada KRSBI 2017*. Pada penelitian ini membahas perancangan serta mekanisme control pada sebuah robot sepak bola secara khusus yang diikuti sertakan dalam KRSBI tahun 2017. Perancangan yang dilakukan meliputi proses fabrikasi

permesinan serta kontruksi mekanik dan mekanisme kelistrikan yang dirancang dalam robot tersebut. Aktuator yang digunakan dalam perancangan adalah beberapa buah motor DC dan menggunakan roda omni.

Muliady dan Gerry Arisandy (2017) dalam penelitian berjudul Implementasi Sistem Gerak Holonomic pada robot KRSBI Beroda 2017. Dalam penelitian ini membahas mengenai permasalahan manuver yang terjadi pada robot yaitu pada *tuning* pengontrolan dalam pergerakan robot yang terlibat. Keterbatasan pergerakan menjadi kendala dalam kontes yang dilakukan. Robot yang menggunakan roda konvensional dirasa kurang efisien terhadap pergerakan robot. Sistem gerak *holonomic* pada robot KRSBI Beroda diimplementasikan dengan tujuan mengatasi permasalahan tersebut. *Mecanum drive* merupakan sistem gerak yang berdasarkan *holonomic* yang digunakan. Maksud pada *mecanum drive* ialah pergerakan yang lebih kompleks karena gerak ke kiri, kanan, maju, mundur, dan diagonal dapat dilakukan tanpa mengubah orientasi robot tersebut.

Najmurokhman Asep, Kusnandar, Bambang HSR Wibowo (2018) dalam penelitian berjudul Desain Pengendali Logika Fuzzy Tipe Takagi-Sugeno-Kang untuk Mengatur Kecepatan Gerak Mobile Robot. Penelitian tersebut membahas mengenai pergerakan pada sebuah *mobile robot* berbasis prinsip logika fuzzy. Sistem inferensi fuzzy yang diimplementasikan menggunakan pendekatan Takagi-Sugeno-Kang. Tujuannya ialah mengefektifkan pergerakan pada robot dan dapat menghindari rintangan. Terdapat dua variable input dan satu variable output untuk merealisasikannya. Variable input terdiri atas jarak antar robot dengan rintangan penghalang serta selisihnya. Untuk variable output terdiri atas tiga himpunan fuzzy dengan bentuk fungsi keanggotaan berupa segitiga. Input dapat diperoleh dengan penggunaan sensor ultrasonic tipe HC-SR04. Pengendali logika fuzzy dapat menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560. Hasil dari penelitian ini ialah dapat menunjukkan robot bergerak maju, berbelok ke kiri dan ke kanan, dan menghindari penghalang rintangan serta dapat menyesuaikan kecepatan gerak sesuai dengan jarak robot dengan penghalang.

2.2 Dasar Teori

Dasar teori yang diampu terdiri dari gambaran besar mengenai robot, mekanisme robot dalam bergerak, komponen-komponen yang digunakan, dan perangkat lunak yang digunakan dalam perancangan robot tersebut.

2.2.1 Robot

Istilah “robot” berasal dari negara Eropa, khususnya dari Bahasa Ceko memiliki arti “pekerja”. Makna dari robot memiliki arti yang sangat luas. Robot menggunakan khususnya tiga disiplin ilmu yang diterapkan, yaitu elektronika, mekanika, dan pemrograman. Robot disini merupakan gabungan dari komponen-komponen elektro-mekanik yang dapat bergerak bebas ataupun diperintahkan oleh suatu pengendali berupa mikrokontroler sebagai pengekseskusi pemrograman yang dilakukan. Robot yang bergerak secara paksa atau diperintah terikat oleh program-program perintah atau *script code* yang di program oleh suatu perangkat lunak sesuai kebutuhan ataupun sesuai teknisi yang memerintah itu sendiri. Mikrokontroler akan mengekseskusi setiap program yang dirancang dan robot akan bergerak sesuai perintah program yang dijalankan oleh mikrokontroler. Tetapi perbedaannya yaitu dapat bergerak sesuatu kehendak pengguna dengan menambahkan berupa alat kendali seperti *remote control* ataupun yang lainnya.

Ilmu yang mendalami mengenai robot biasa disebut robotika. Studi ini mendalami mengenai berbagai jenis robot yang ada serta mengembangkan teknologi-teknologi serta meriset mengenai robot. Sudah banyak universitas-universitas di Indonesia yang mengembangkan robotika sebagai matakuliah yang diampu dan sebagai tolak ukur kemajuan pada sebuah universitas tersebut bersaing dalam kontes-kontes robotika dalam negeri maupun luar negeri.



Gambar 2.1. Robot Kontes Robot ABU Indonesia 2015

(Sumber <http://jogja.tribunnews.com/2015/06/13/news-video-keseruan-kompetisi-robot-pada-kri-2015-di-umy>)

Terdapat beberapa jenis robot yang berdasarkan bentuk fisik dan fungsinya. Diantaranya adalah :

1. *Mobile Robot*

Mobile robot ini merupakan salah satu jenis robot yang dapat berpindah-pindah dari satu tempat ke tempat yang lainnya. Robot ini juga dapat dikatakan robot yang bergerak bebas ataupun terikat perintah program-programnya. Robot ini banyak dikembangkan serta dipelajari karena bentuk strukturnya yang simpel bila diterapkan. Contoh dari *mobile robot* ini ialah robot *line follower*.

2. Robot Manipulator

Jenis robot ini banyak digunakan di bidang industry. Bentuk dari robot ini dapat berwujud apa saja tetapi untuk kebanyakan dirancang adalah berbentuk tangan. Robot manipulator disebut juga robot lengan karena bentuk serta struktur yang banyak dijumpai berbentuk lengan. Alasan banyak industry yang menggunakan robot ini karena robot ini dapat mengangkat benda-benda berat.

3. Robot Humanoid

Robot ini dikatakan humanoid karena bentuk dari robot ini memiliki bentuk fisik dan struktur yang meniru tubuh manusia secara menyeluruh

mulai dari atas hingga bawah (kepala hingga kaki). Robot humanoid ini biasanya memiliki program yang sangat kompleks dan memiliki banyak sensor serta komponen yang kompleks dari jenis robot lainnya. Untuk saat ini, banyak negara-negara maju yang membuat robot humanoid dan sudah ada yang sangat menyerupai manusia.

4. *Flying Robot*

Flying robot atau biasa disebut robot terbang ini merupakan robot yang dapat bergerak bebas di udara layaknya seperti hewan burung ataupun capung. Robot ini biasanya menggunakan kendali berupa *remote control* yang tanpa menggunakan kabel sebagai media transmisinya serta ada juga yang bergerak secara *automatic* sesuai perintah program-program dibuat.

5. Robot Berkaki

Robot berkaki ini merupakan jenis robot yang memiliki kaki-kaki seperti laba-laba ataupun kepiting yang digunakan untuk media penggerakannya. Jumlah kaki pada robot ini sesuai kebutuhan dan biasanya lebih banyak kaki maka robot ini dapat bergerak lebih halus. Banyak yang menyebut robot ini sebagai robot serangga.

6. Robot Jaringan

Robot jaringan ini menggunakan jaringan internet dengan protocol TCP/IP. Robot jenis ini muncul karena penggunaan internet yang semakin maju dan semakin berkembang dalam pengembangannya di dunia ini yang sudah hampir semua terkoneksi dan apa-apa menggunakan internet. Perancangan robot ini masih tergolong sulit karena masih diperlukan riset mengenai merealisasikan robot ini dalam suatu perancangan. Seluruh pengontrolan robot ini dilakukan pada sebuah jaringan secara *wireless*.

2.2.2 KRI (Kontes Robot Indonesia)

KRI adalah singkatan dari Kontes Robot Indonesia merupakan ajang kompetisi dalam bidang robotika yang diikuti oleh Perguruan Tinggi Negeri atau Perguruan Tinggi Swasta yang dimana universitas tersebut sudah terdaftar di Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia.

Perguruan Tinggi yang akan mengikuti Kontes Robot Indonesia akan mengirimkan tim yang terdiri dari mahasiswa dan dosen pembimbing sebagai perwakilan. KRI (Kontes Robot Indonesia) terdiri dari beberapa divisi yang dapat diikuti dan akan terus berkembang sesuai dengan perkembangan teknologi yang saat ini terus mengalami perkembangan yang sangat cukup pesat. Divisi yang dimaksud adalah :

1. Kontes Robot ABU Indonesia (KRAI).
2. Kontes Robot Pemadam Api Indonesia (KRPAI).
3. Kontes Robot Seni Tari Indonesia (KRSTI).
4. Kontes Robot Sepak Bola Indonesia (KRSBI) Beroda.
5. Kontes Robot Sepak Bola Indonesia (KRSBI) *Humanoid*.

Kontes robot tersebut memiliki aturan dan tema masing-masing yang mengacu pada ajang kompetisi internasional. Untuk KRAI sendiri mengacu pada *ABU Asia-Pacific Robot Contest*. Untuk KRPAI sendiri mengacu pada *Trinity College International Robot Contest*. Untuk KRSBI sendiri mengacu pada *RoboCup*. Untuk tahap Kontes Robot Indonesia (KRI), tim dari universitas yang mengirimkan perwakilannya akan mengikuti Kontes Regional terlebih dahulu. Regional yang dimaksud dibagi menjadi 5 zona regional diantaranya adalah :

1. Kontes Tingkat Regional 1, meliputi universitas-universitas wilayah Sumatera dan sekitarnya.
2. Kontes Tingkat Regional 2, meliputi universitas-universitas wilayah DKI Jakarta, Jawa Barat dan sekitarnya.
3. Kontes Tingkat Regional 3, meliputi universitas-universitas wilayah DI Yogyakarta, Jawa Tengah dan sekitarnya.
4. Kontes Tingkat Regional 4, meliputi universitas-universitas wilayah Jawa Timur dan sekitarnya.
5. Kontes Tingkat Regional 5, meliputi universitas-universitas wilayah Kalimantan dan Indonesia bagian Timur.

Kontes Tingkat Regional akan menyaring dan mencari juara yang akan melanjutkan kontes di tingkat Nasional. Setelah tingkat Nasional, juara setiap divisi akan

melanjutkan kontes di tingkat internasional sebagai perwakilan dari Negara Indonesia.



Gambar 2.2 KRI Tingkat Nasional tahun 2018

(Sumber <http://www.umy.ac.id/persiapan-kri-nasional-2018-sudah-90-persen.html>)

Untuk mengikuti kegiatan KRI (Kontes Robot Indonesia), calon peserta yang mewakili dari universitas masing-masing wajib mengajukan proposal terlebih dahulu yang diajukan kepada Panitia Pusat KRI atas persetujuan dari bidang kemahasiswaan masing-masing perguruan tinggi. Setiap perguruan tinggi maksimal mengirimkan satu tim peserta setiap divisinya. Setelah lolos dari seleksi proposal, tim harus mempersiapkan melakukan perancangan robotnya masing-masing untuk evaluasi tahap kedua dengan menginformasikan tahap-tahap laporan kemajuan dari perancangan robot yang akan digunakan untuk kontes. Tim yang lolos tahap ini berhak melaju untuk mengikuti KRI (Kontes Robot Indonesia) Tingkat Regional.

2.2.2.1 KRAI (Kontes Robot ABU Indonesia) 2018

Tahun 2018, Indonesia kembali ikut serta dalam Kontes Robot ABU Tingkat Internasional yang diadakan di Ninh-Binh, Vietnam. Tim dari Indonesia yang mewakili Negara Indonesia adalah juara pertama saat kontes tingkat Nasional Kontes Robot ABU Indonesia (KRAI).



Gambar 2.3 Tema KRAI 2018 di Vietnam

(Sumber <https://kontesrobotindonesia.id/kri-2018.html>)

Robot yang akan dikonteskan berupa dua buah robot, yaitu robot manual dan robot otomatis. Tema yang diusut untuk Kontes Robot ABU Indonesia (KRAI) 2018 adalah “**Lempar Bola Berkah**”. Tema ini diambil dan disesuaikan dengan tema yang telah ditentukan oleh ABU Robocon 2018 yaitu “**NEM CON**” *The Festival Wishing Happiness and Prosperity*. ABU sendiri ialah *Asia-Pacific Broadcasting Union* sebagai organisasi penyiaran program televisi yang memiliki lebih dari seratus anggota stasiun televisi di berbagai belahan dunia. ABU sendiri adalah sponsor utama untuk kontes robot yang awalnya bernama NHK Robocon dimana NHK ini adalah sponsor utama yang berasal dari Jepang dan pada tahun 2002 diubah menjadi ABU Robocon yang dimana ABU mengambil alih menjadi sponsor utamanya. Untuk Kontes Robot ABU Indonesia (KRAI) pada setiap tahun memiliki tema yang berbeda-beda. Tema biasanya berdasarkan dari kebudayaan negara yang menjadi tuan rumah dalam penyelenggaraan.

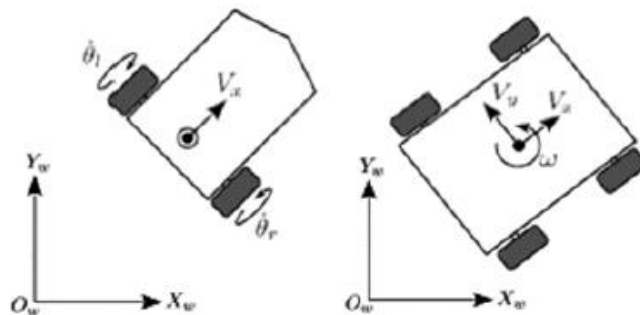
2.2.3 Mobile Robot

Mobile Robot secara bahasa merupakan robot bergerak. Dimana robot ini dapat berpindah dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Robot dapat bergerak dengan bantuan aktuator yang diterapkan pada robot tersebut. Aktuator tersebut dapat berupa motor DC yang dipasangkan roda-roda pada kakinya atau dapat bergerak dengan kaki-kaki yang dirancang dengan mekanisme yang baik. Robot dapat diperintahkan bergerak oleh program-program yang dijalankan oleh mikrokontroler

yang di pasang pada robot. Mikrokontroler akan mengeksekusi *script* program yang dibuat lalu robot akan berfungsi sesuai *script* program yang dibuat.

2.2.4 Sistem Gerak *Omnidirectional*

Sistem gerak ini banyak diterapkan pada robot berjenis *mobile robot*. Sistem gerak ini mendefinisikan kemampuan untuk bergerak ke segala arah. Robot menempati ruang yang hanya terdiri dari tiga dimensi yaitu x,y (posisi titik pada robot), dan Θ (orientasi robot).



Gambar 2.4 Sistem Gerak Diferensial (kiri) dan *Omnidirectional* (kanan)

Pada sistem gerak diferensial, robot dapat bergerak karena perbedaan antara kecepatan angular roda dan hanya bergerak maju dengan mempengaruhi nilai V_x . Bila ingin mencapai suatu titik, roda harus berputar terlebih dahulu terhadap titik tengahnya. Sedangkan robot yang menggunakan sistem gerak *omnidirectional* dapat bergerak ke segala arah tanpa memperhatikan posisi dan orientasinya sehingga kecepatan angular dapat dihasilkan dalam waktu yang sama. Sistem gerak *omnidirectional* dapat mengontrol ketiga nilai yang disebutkan sebelumnya sehingga robot memiliki tiga derajat kebebasan (DOF). Sistem gerak *omnidirectional* dapat diklasifikasikan dalam sistem gerak *holonomic* dan *non-holonomic*.

2.2.5 Sistem Gerak *Holonomic* dan *Non-Holonomic*

Sistem gerak *holonomic* adalah sebuah sistem gerak yang jumlah derajat kebebasannya sama dengan jumlah koordinat yang dibutuhkan untuk menyatakan suatu konfigurasi dari sistem tersebut. Sistem ini banyak digunakan dalam bidang

robotika tepatnya pada *mobile robot*. Sebuah *mobile robot* yang menggunakan sistem gerak tiga derajat kebebasan pada sebuah bidang dapat dikatakan robot tersebut *holonomic*. Sistem gerak ini fungsinya dapat membantu dalam merancang gerakan robot karena tidak ada keterbatasan arah sudut hadap robot. Bila sistem gerak *non-holonomic* merupakan lingkup kecil dari *holonomic* karena *non-holonomic* memiliki derajat lebih sedikit dibandingkan *holonomic*.

Ciri suatu robot menggunakan sistem gerak *holonomic* adalah sebagai berikut :

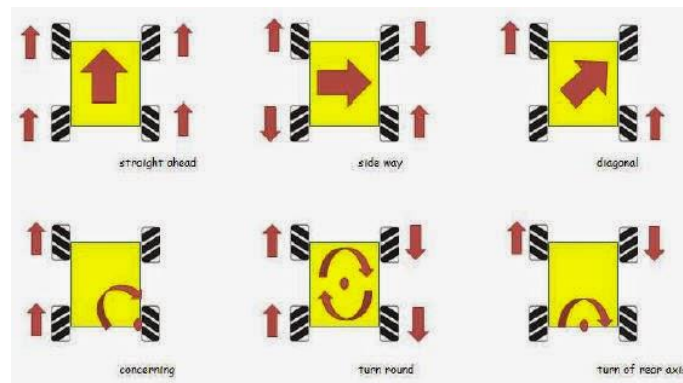
1. Konfigurasi gerak robot dideskripsikan oleh tiga dimensi.
2. Pergerakan robot tidak terikat oleh nilai-nilai sudut atau robot dapat bergerak secara bebas.
3. Robot memiliki tiga DOF tanpa *singularities*. *Singularities* merupakan titik pada bidang yang tidak dapat dijangkau.
4. Robot dapat berakselerasi pada absis x , ordinat y , dan orientasi Θ .

Ciri suatu robot menggunakan sistem gerak *non-holonomic* adalah sebagai berikut :

1. Konfigurasi robot dideskripsikan oleh lebih dari tiga dimensi.
2. Robot memiliki dua DOF atau tiga DOF dengan *singularities*.

2.2.6 Mecanum Drive

Mecanum drive merupakan salah satu sistem gerakan robot yang berbasis *holonomic*. Robot yang menggunakan *mecanum drive* dapat bergerak ke segala arah dengan mempertahankan orientasi robot ke arah tertentu. *Mecanum drive* sudah tentu menggunakan roda berjenis mekanum sebagai pemilihan rodanya karena roda mekanum memiliki sejumlah *roller* yang bergerak secara bebas membentuk sudut 45° . Dengan roda ini masing-masing arah dan kecepatan pada robot, kombinasi semua gaya bekerja dan menghasilkan sebuah gaya total ke arah yang diperlukan sehingga memungkinkan robot dapat bergerak secara bebas.



Gambar 2.5 Sistem *Mecanum Drive*

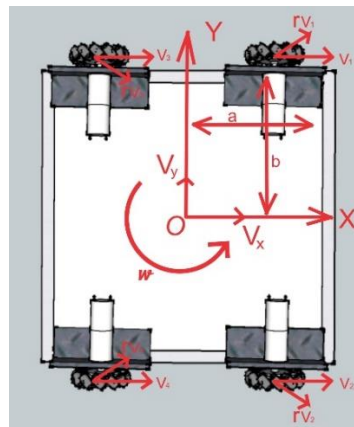
(Sumber <http://www.chiefdelphi.com/forums/showthread.php?p=1432211>)

Robot menggunakan 4 roda mekanum dan 4 motor DC sebagai penggerak masing-masing roda. Roda mekanum dapat bergerak pada segala arah tanpa mengubah posisi pada roda tersebut. Program perintah dari mikrokontroler harus diprogram secara masing-masing dengan bertujuan setiap roda memiliki kemampuan bergerak secara terpisah. Diasumsikan motor 1 adalah motor kiri atas, motor 2 adalah motor kiri bawah, motor 3 adalah motor kanan atas, dan terakhir motor 4 adalah motor kanan bawah. Robot dapat berjalan lurus bila seluruh motor bekerja dan bergerak dalam 1 arah. Bila ingin berbelok ke arah kanan, motor 1 dan motor 4 bekerja ke searah dan motor 2 dan 3 bekerja berlawanan arah dengan motor 1 dan motor 4. Terlihat bahwa roda mekanum dapat bergerak semua arah tidak hanya bergerak ke kiri atau kekanan, memutar atau menyerong dapat dilakukan tanpa mengubah posisi dari roda tersebut. Begitu seterusnya dapat dilihat pada gambar diatas.

2.2.7 Kinematika Gerak Robot

Desain mekanik yang diterapkan dalam perancangan robot sedikit berbeda dan lebih sulit bila dibandingkan dengan roda biasa pada umumnya. Roda yang digunakan merupakan roda mekanum yang memberikan keunggulan lebih serta kestabilan dalam penggunaan beban tinggi. Desain mekanik yang digunakan untuk pengaplikasian roda mekanum berbentuk persegi atau persegi panjang. Roda yang terpasang pada kedua sisi memiliki roller dengan orientasi sudut $+45^\circ$ dan -45° .

Kecepatan serta arah pada semua roda memberikan sebuah resultan gaya tanpa mengubah arah hadap pada robot ataupun perubahan sudut roda itu sendiri. Persamaan kinematik pada pergerakan robot mendefinisikan beberapa bagian yang bekerja dalam pergerakan robot, diantaranya adalah kecepatan V_x , V_y , dan ω . Persamaan tersebut menjadi sebuah persamaan kecepatan sudut pada masing-masing roda.



Gambar 2.6 Konfigurasi dan Vektor Pergerakan Robot

Konfigurasi parameter dan sistem kecepatan didefinisikan sebagai berikut:

- X, Y merupakan sumbu koordinat kartesius;
- V_x, V_y [m/s] merupakan kecepatan linier robot;
- v_i merupakan kecepatan linier tiap roda terhadap sumbu X ;
- ω [rad/s] merupakan kecepatan sudut robot;
- r_{vi} merupakan kecepatan pasif roller pada roda i ;
- a merupakan jarak roda depan dengan titik pusat robot;
- b merupakan jarak roda samping dengan titik pusat robot.

Penomoran roda, jarak vertikal, horisontal, arah serta sudut resultan dari roller dan roda didefinisikan sebagai berikut ;

$$i = 1,2,3,4$$

$$a_i = \{a, a, -a, -a\}$$

$$b_i = \{b, -b, b, -b\}$$

$$\alpha_i = \{1, -1, -1, 1\}$$

Untuk setiap roda memiliki tambahan komponen kecepatan terhadap sumbu X dan Y yang diakibatkan oleh kecepatan rotasi ω :

$$rv_{ix} = \omega \cdot -b \dots\dots\dots(1)$$

$$rv_{iy} = \omega \cdot a \dots\dots\dots(2)$$

Total sebuah kecepatan linier V_x dan V_y pada setiap pusat roda adalah :

$$v_{ix} = V_x - \omega b \dots\dots\dots(3)$$

$$v_i + rvi \cos(\alpha_i) = V_x - \omega b \dots\dots\dots(4)$$

$$v_{iy} = V_y - \omega a \dots\dots\dots(5)$$

$$rvi \sin(\alpha_i) = V_y - \omega a \dots\dots\dots(6)$$

Untuk mendapatkan kecepatan linier pada setiap roda, maka substitusikan persamaan (4) dan (6) sehingga hasil yang didapatkan adalah persamaan (8).

$$v_i = V_x - \omega b - \frac{V_y + \omega a}{\sin(\alpha_i)} \cdot \cos(\alpha) \dots\dots\dots(7)$$

$$v_i = V_x - \omega b - \frac{V_y + \omega a}{\tan(\alpha_i)} \dots\dots\dots(8)$$

Selanjutnya adalah substitusi konstanta a_i, b_i, α_i ke dalam persamaan (8) maka akan didapatkan persamaan (9), (10), (11), dan (12) yang mempresentasikan kecepatan linier pada setiap roda.

$$\begin{aligned} v_1 &= V_x - \omega b - [V_y + \omega a] \\ &= V_x - V_y - \omega a - \omega b \\ &= V_x - V_y - \omega(a + b) \dots\dots\dots(9) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} v_2 &= V_x + \omega b - [-V_y - \omega a] \\ &= V_x + V_y + \omega a + \omega b \\ &= V_x + V_y + \omega(a + b) \dots\dots\dots(10) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} v_3 &= V_x - \omega b - [-V_y + \omega a] \\ &= V_x + V_y - \omega a - \omega b \\ &= V_x + V_y - \omega(a + b) \dots\dots\dots(11) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 v_4 &= Vx + \omega b - [Vy - \omega a] \\
 &= Vx - Vy + \omega a + \omega b \\
 &= Vx - Vy + \omega(a + b) \dots\dots\dots(12)
 \end{aligned}$$

Langkah yang terakhir adalah membaca kecepatan linier pada setiap roda kedalam kecepatan sudut. Karena $v = \omega.r$ dimana r adalah radius pada roda mekanum, maka persamaan matriknya menjadi :

$$\begin{bmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \\ \omega_3 \\ \omega_4 \end{bmatrix} = \frac{1}{r} \begin{bmatrix} 1 & -1 & -(a+b) \\ 1 & 1 & (a+b) \\ 1 & 1 & -(a+b) \\ 1 & -1 & (a+b) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Vx \\ Vy \\ \omega \end{bmatrix} \dots\dots\dots(13)$$

Lalu balikan persamaan (13) menjadi persamaan kecepatan *mobile robot*, sehingga persamaan yang diperoleh adalah persamaan (14).

$$\begin{bmatrix} Vx \\ Vy \\ \omega \end{bmatrix} = \frac{r}{4} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ -1 & 1 & 1 & -1 \\ -\frac{1}{(a+b)} & \frac{1}{(a+b)} & \frac{1}{(a+b)} & \frac{1}{(a+b)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \\ \omega_3 \\ \omega_4 \end{bmatrix} \dots\dots\dots(14)$$

Persamaan kecepatan longitudinal :

$$Vx(t) = (\omega_1 + \omega_2 + \omega_3 + \omega_4) \cdot \frac{r}{4} \dots\dots\dots(15)$$

Persamaan kecepatan transversal :

$$Vy(t) = (-\omega_1 + \omega_2 + \omega_3 - \omega_4) \cdot \frac{r}{4} \dots\dots\dots(16)$$

Persamaan kecepatan sudut :

$$\omega x(t) = (-\omega_1 + \omega_2 - \omega_3 + \omega_4) \cdot \frac{r}{4(a+b)} \dots\dots\dots(17)$$

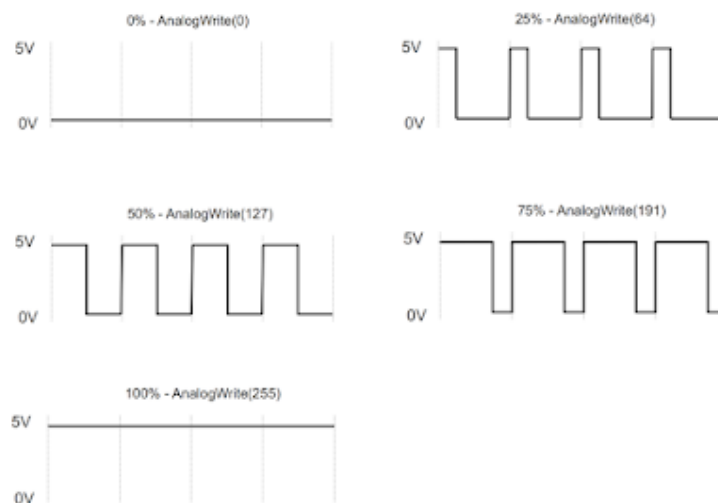
Resultan kecepatan dan arah robot terhadap koordinat sumbu (X,Y) dapat ditentukan menggunakan persamaan (18) dan (19).

$$\beta = \tan^{-1} \left(\frac{Vy}{Vx} \right) \dots\dots\dots(18)$$

$$Vr = \sqrt{Vx^2 + Vy^2} \dots\dots\dots(19)$$

2.2.8 PWM (*Pulse Width Modulation*)

PWM merupakan singkatan dari *Pulse Width Modulation* atau bila diartikan kedalam bahasa merupakan Modulasi Lebar Pulsa. Pulsa yang dimaksud adalah sinyal-sinyal yang beroperasi. Sinyal pada PWM beroperasi pada frekuensi 500Hz. Pada papan Arduino pin yang dapat memanfaatkan PWM adalah pin *input* analog ataupun pin *output* analog.



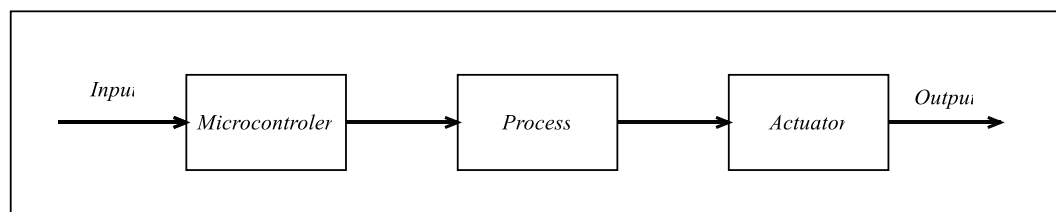
Gambar 2.7 Siklus Sinyal pada PWM

(Sumber <https://www.elangsakti.com/2015/06/arduino-konsep-dan-cara-kerja-pwm.html>)

Pada Arduino, PWM bekerja pada frekuensi 500Hz yang dimana ada 500 siklus dalam 1 detiknya. Setiap siklus dapat memberi nilai berkisar 0 hingga 255. Saat perintah memberikan angka 0, maka pada pin analog Arduino tidak akan pernah bernilai 5 volt (karena catu daya yang digunakan untuk board Arduino adalah sebesar 5 volt). Bila kita memberikan nilai sebesar 255, maka sejalan siklus tersebut akan selalu bernilai 5 volt. Bila memberikan setengah nilai dari 255 adalah 127, maka siklus yang terjadi akan bernilai setengah 5 volt dan setengah 0 volt. Bila memberikan nilai 64 dimana 64 adalah $\frac{1}{4}$ dari 255, maka $\frac{1}{4}$ siklus yang berjalan akan bernilai 5 volt dan sisanya yaitu $\frac{3}{4}$ akan bernilai 0 volt. Ini akan terjadi 500 kali per satu detiknya

2.2.9 Prinsip Kerja Robot

Prinsip kerja pada robot yang dirancang adalah *remote control* akan mengirimkan perintah pada mikrokontroler. Mikrokontroler akan memberikan perintah pada motor DC untuk bekerja sesuai dengan perintah program yang dijalankan.



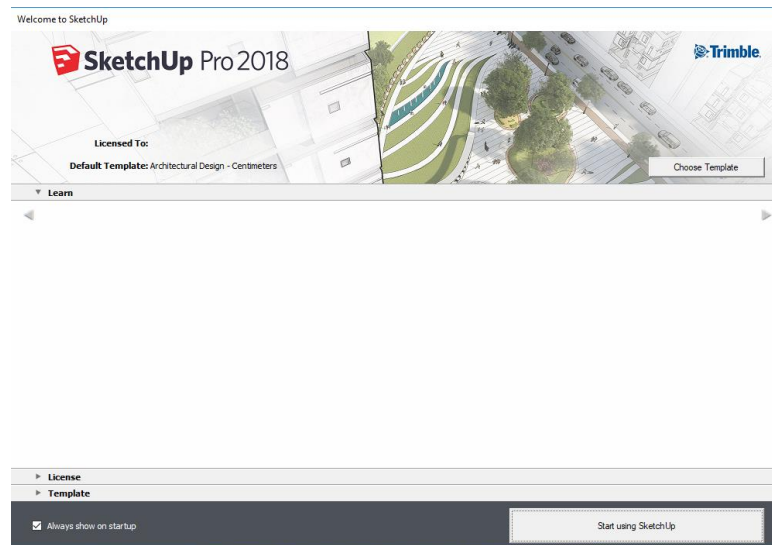
Gambar 2.8 Gambaran singkat prinsip kerja robot

Pada gambar 2.8 menjelaskan prinsip kerja dari robot yang dirancang. *Input* berasal dari *remote control* yang digunakan untuk memberikan perintah pergerakan pada robot. Mikrokontroler akan memproses perintah yang berasal dari *input* yang sebelumnya mikrokontroler berisikan *script code* yang akan mengeksekusi program yang sudah dirancang. *Script code* dibuat pada perangkat lunak Arduino IDE yang dijalankan melalui *personal computer* dan di unggah pada mikrokontroler. Mikrokontroler akan memberikan perintah pada aktuator berupa motor DC dan motor servo untuk bekerja. Bila suatu program tidak berjalan sesuai yang diinginkan, maka *script code* dibuat kembali pada *personal computer* lalu di unggah kembali pada mikrokontroler. Gambaran tersebut merupakan gambaran dari rangkaian terbuka karena tidak ada timbal balik yang digunakan seperti penggunaan sensor pada robot.

2.2.10 Sketchup

Sketchup merupakan salah satu perangkat lunak yang digunakan untuk mendesign suatu objek tiga dimensi (3D) yang cukup populer pada saat ini. Karena fungsi dan penggunaannya cukup mudah dipahami oleh berbagai kalangan pekerja atau teknisi yang bertugas membuat suatu objek tiga dimensi (3D) dari yang berbentuk simple hingga kompleks sekalipun. *Sketchup* dapat membuat model

design tiga dimensi seperti bangunan, furniture rumah, rancangan robot, dan objek lainnya.



Gambar 2.9 Tampilan desain *Sketchup Pro 2018*

Pencipta dari *Sketchup* ini ialah Brad Schell. Perangkat lunak ini lalu dikembangkan oleh perusahaan @Last Software pada tahun 1999. Tahun 2000 *Sketchup* ini resmi dipasarkan dengan sebuah slogan nama *3D for everyone* dimana yang dimaksudkan dari slogan tersebut adalah setiap orang yang mendesain menggunakan aplikasi *Sketchup* ini dapat mengaplikasikan karya-karya tiga dimensinya dengan lebih mudah tanpa adanya kesulitan dalam menggunakan. Hingga tahun 2006, perusahaan ternama yaitu Google memperhatikan perkembangan dari perangkat lunak desain ini. Karena pada tahun itu, Google telah mengembangkan masukan pada perangkat lunaknya serta memberikan efek tiga dimensi yang secara realistis pada *Google Earth*. Pada tanggal 14 Maret 2006 secara resmi, Google membeli *Sketchup* ini dari perusahaan @Last Software dan menambahkan nama Google di depan aplikasinya maka nama dari perangkat ini adalah *Google Sketchup*. Setelah perangkat ini dilakukan beberapa kali pembaharuan di tahun 2012, Google menjual *Google Sketchup* pada perusahaan Trimble dimana perusahaan ini mendukung dan selalu mengembangkan perangkat ini. Trimble mengubah nama perangkat ini menjadi *SketchUp*. Hingga saat ini versi

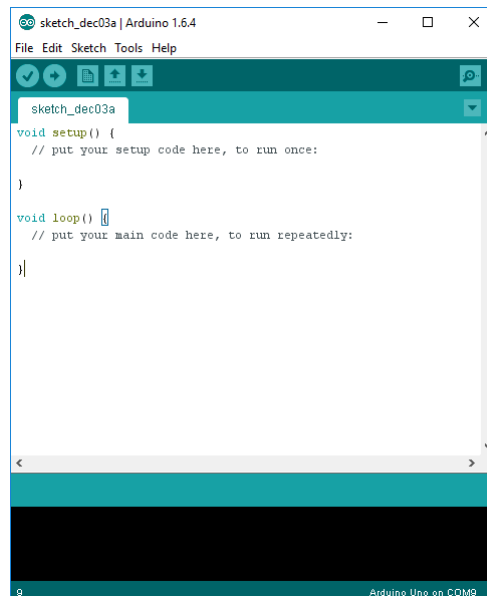
terbaru dari *SketchUp* adalah *Sketchup Pro 2018* dan untuk versi di tahun 2019 ini, *SketchUp* masih dikembangkan oleh Trimble.

2.2.11 Arduino

Arduino merupakan sebuah papan mikrokontroler yang dapat digunakan untuk pengendalian suatu program serta bersifat *open-source*. Mikrokontroler sendiri merupakan sebuah *chipset* atau sebuah IC (*integrated circuit*) yang dapat diprogram menggunakan *Personal Computer*. Tujuannya tidak lain adalah supaya rangkaian pada komponen elektronik dapat membaca masukan dan memproses masukan program tersebut kemudian dapat menghasilkan keluaran yang sesuai dengan program yang dibuat. Mikrokontroler ini dapat dikatakan otak pada sebuah komponen atau alat yang diprogramnya.

Arduino dirancang dengan bertujuan memudahkan pada penggunaan elektronik dalam segala bidang. Perangkat keras yang ada dalam Arduino menggunakan prosesor Atmel AVR dan menggunakan Arduino IDE dalam menuliskan Bahasa program tersendiri dan meng-*upload* program yang sudah diketik ke dalam Arduino. Bahasa yang digunakan oleh Arduino berupa bahasa C tetapi Arduino mengembangkan lebih lanjut dan mempermudah dalam penggunaan fungsi-fungsinya sehingga pemula sekalipun dapat menggunakannya dengan mudah.

Arduino *Software* (IDE) dimana IDE merupakan singkatan dari *Intergrated Developtmen Environment* yang bila diartikan merupakan lingkungan yang terintergrasi satu sama lain memiliki fungsi yang digunakan untuk melakukan sebuah pengembangan. Pada dasarnya, Arduino IDE ini dibuat dari bahasa pemrograman berbasis JAVA. Perangkat lunak ini dilengkapi dengan *library* bahasa C ataupun C++ biasa disebut *wiring* yang dapat memudahkan melakukan eksekusi *input* dan *output*. (sinuarduino, 2016)



Gambar 2.10 *Sketch* Arduino IDE

Sketch merupakan nama program yang akan ditulis dengan bahasa pemrograman Arduino. *Sketch* yang sudah ditulis dan akan disimpan kedalam file akan memiliki nama dengan ekstensi **.ino**. Kotak hitam yang ada pada *software* Arduino IDE memiliki fungsi menampilkan kondisi yang sedang atau sudah melakukan *compile* atau *upload* program ke *hardware* Arduino. Kotak ini akan menampilkan bila terjadi suatu eror juga. Pada bagian bawah sebelah kanan bertuliskan **COM** yang menunjukkan board mana yang sedang terkonfigurasi beserta *ports* yang sedang digunakan.

2.2.11.1 Arduino Mega 2560 R3

Arduino sebagai salah satu pengembang mikrokontroler sudah banyak mengembangkan berbagai jenis mikrokontroler. Salah satu mikrokontroler yang memiliki banyak pin dan berbagai fungsi yang dapat digunakan adalah Arduino Mega 2560 R3.



Gambar 2.11 *Board* Arduino Mega 2560 R3

Arduino Mega 2560 merupakan *board* mikrokontroler dari pengembangan lebih lanjut yang dilakukan Arduino. Arduino tipe ini memiliki 54 pin input atau output digital (14 diantaranya bisa digunakan sebagai output PWM), 16 input analog, 4 UART, osilator kristal 16MHz, koneksi USB yang tentunya menerima program-program dari computer, masukan untuk daya listrik, *header* ICSP, dan tombol *reset* yang digunakan untuk memproses ulang program. Catu daya yang dapat digunakan untuk *board* Arduino ini sendiri adalah 6 sampai 20 Volt. Tetapi bila catu daya yang di *input* kurang dari 7 Volt, pin 5 Volt yang digunakan untuk mensuplay ke *board* bagaimanapun tidak akan stabil dalam fungsinya. Bila tegangan yang masuk lebih dari 12 volt, maka regulator tegangan akan mengalami kelebihan suhu tinggi dan akan menyebabkan kerusakan pada *board* Arduino tersebut, maka tegangan yang direkomendasikan adalah kisaran pada 7 hingga 12 volt. Beberapa pin pada Arduino Mega 2560 R3 memiliki fungsi khusus diantaranya adalah:

1. **Serial** : 0 (RX) dan 1 (TX); **Serial 1** : 19 (RX) dan 18 (TX); **Serial 2** : 17 (RX) dan 16 (TX); **Serial 3** : 15 (RX) dan 14 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) data serial TTL. Pins 0 dan 1 terhubung ke pin chip ATmega16U2 Serial USB-to-TTL.

2. **Eksternal Interupsi** : Pin 2 (interrupt 0), pin 3 (interrupt 1), pin 18 (interrupt 5), pin 19 (interrupt 4), pin 20 (interrupt 3), dan pin 21 (interrupt 2). Pin ini dapat diatur untuk men-*trigger* sebuah interupsi pada nilai yang rendah, meningkat atau menurun, atau berubah nilai.
3. **SPI** : Pin 50 (MISO), pin 51 (MOSI), pin 52 (SCK), pin 53 (SS). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan perpustakaan SPI. Pin SPI juga terhubung dengan *header ICSP*, yang secara fisik selaras dengan Arduino Uno, Arduino Duemilanove dan Arduino Diecimila.
4. **LED** : Pin 13. Tersedia secara *built-in* pada *board* Arduino ATmega2560 R3. LED tersambung pada pin digital 13. Saat pin diset bernilai HIGH, maka LED menyala (ON), dan ketika pin diset bernilai LOW, maka LED mati (OFF).
5. **TWI** : Pin 20 (SDA) dan pin 21 (SCL). Yang mendukung komunikasi TWI menggunakan perpustakaan *Wire*. Pin ini tidak di lokasi yang sama dengan pin TWI pada Arduino Duemilanove atau Arduino Diecimila.

Untuk penyimpanan yang tersedia pada Arduino Mega 2560 R3 memiliki 256 KB sebagai *space* penyimpanan kode (8 KB yang tersedia digunakan untuk *bootloader*), 4 KB EEPROM dan 8 KB SRAM.

Tabel 1. Data Teknik Board Arduino Mega 2560 R3

Microcontroller	ATmega2560
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limit)	6-20V
Digital I/O Pins	54 (of which 15 provide PWM output)
Analog Input Pins	16
DC Current per I/O Pin	20 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA

Flash Memory	256 KB of which 8 KB used by bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz
LED_BUILTIN	13
Length	101.52 mm
Width	53.3 mm
Weight	37 g

(Sumber. Datasheet Arduino Mega 2560 R3)

<https://store.arduino.cc/usa/arduino-mega-2560-rev3>)

Arduino Mega 2560 R3 ini memiliki beberapa fitur, diantaranya adalah :

1. Pinout

Pin SDA dan pin SCL berada dekat dengan pin AREF dan dua pin lainnya yang ditempatkan dekat dengan pin RESET, IOREF memungkinkan *shield* yang berguna untuk beradaptasi dengan tegangan yang masuk ke *board* Arduino Mega 2560 R3.

2. Sirkuit RESET

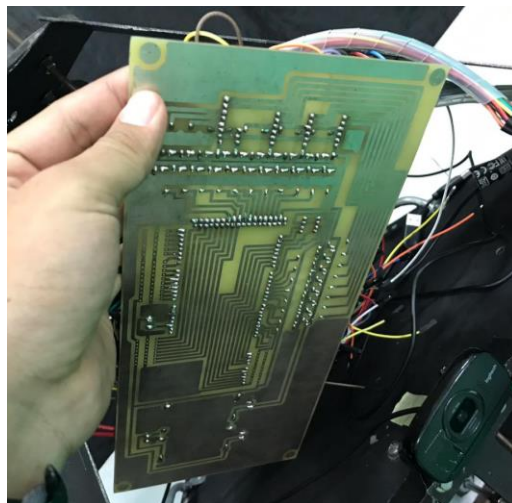
Merupakan lintasan yang berfungsi mengatur ulang program dimana fitur ini dapat digunakan bila program yang dijalankan tidak sesuai dengan apa yang diinginkan sehingga fitur sirkuit reset ini berguna untuk mengatur ulang program yang dijalankan tetapi tidak diinginkan.

3. Chip ATmega16U2 menggantikan chip ATmega8U2

Penggunaan chip ATmega16U2 yang digunakan atau diprogram untuk *converter USB-to-serial*. Arduino ini memiliki resistor penarik jalur HWB8U2 yang disalurkan ke *ground*, sehingga lebih memudahkan untuk dimasukkan ke dalam mode DFU.

2.2.12 Board PCB

Board PCB atau papan PCB (*Print Circuit Board*) merupakan papan rangkaian yang pada umumnya terbuat dari bahan ebonit atau *fiber glass* dan pada umumnya salah satu sisi permukaan papan dilapisi oleh tembaga tipis. Papan PCB yang hanya memiliki satu sisi tembaga disebut *single side*, sedangkan papan PCB yang memiliki dua sisi tembaga disebut *double side*. PCB yang memiliki dua sisi tembaga sering digunakan untuk pembuatan rangkaian yang kompleks dan cukup rumit.



Gambar 2.12 Papan PCB

Lapisan tembaga pada board PCB digunakan untuk jalur-jalur pengawatan dengan bertujuan mengurangi penggunaan kabel dan rangkaian terlihat rapi. Pemasangan komponen pada PCB harus menggunakan solder dan timah sebagai penghubung antara komponen dengan lapisan tembaga pada PCB. Keuntungan menggunakan papan PCB diantaranya memudahkan bila terjadi mencari kerusakan pada rangkaian serta sedikit menggunakan kabel karena kabel sering menjadi penyebab utama bila terjadi gangguan pada rangkaian.

2.2.13 Remote Control

Remote Control merupakan pengendali jarak jauh yang terdiri dari *transmitter* dan *receiver* yang sudah saling terhubung satu sama lain. *Transmitter*

akan mengirimkan sinyal yang berasal dari channel *remote control* lalu sinyal tersebut akan diterima oleh *receiver*. *Remote Control* memiliki channel yang dapat dioperasikan untuk pengontrolan pada alat komponen robot yang terlibat.



Gambar 2.13 *Remote control* Turnigy 9x

Remote control yang digunakan adalah *remote control* Turnigy 9x. *Remote control* ini banyak digunakan untuk mengoperasikan mini helicopter karena dapat mengoperasikan 9 channel sekaligus. Channel pada *remote* ini dapat diatur kecuali channel 1 hingga channel 4 tidak bisa diubah karena channel tersebut merupakan channel yang khususnya digunakan untuk pergerakan (ditunjukkan pada tuas kiri dan tuas kanan). *Remote* Turnigy 9x memiliki rentang frekuensi 2,408-2,475 GHz. *Remote control* ini menggunakan catu daya yang berasal dari baterai 12 Volt DC.



Gambar 2.14 *Transmitter*

Transmitter atau pengontrol merupakan alat yang digunakan untuk mengendalikan suatu objek (robot dan sebagainya) untuk bergerak sesuai dengan perintah pengendali. *Transmitter* yang digunakan adalah FrSky Telemetry Module DJT. *Transmitter* bekerja dengan cara mengirimkan indikasi sinyal ke *receiver*. Kebanyak kasus, *transmitter* ini bekerja dengan menggunakan gelombang radio dalam mengirimkan sinyalnya.



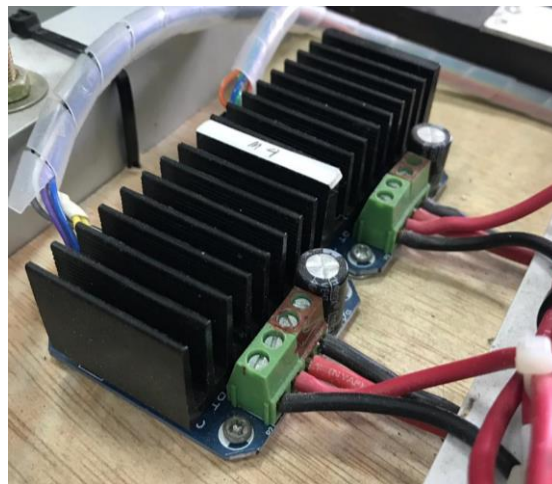
Gambar 2.15 *Receiver*

Receiver yang digunakan adalah V8FR-II Rx. *Receiver* adalah penangkap sinyal yang diisyaratkan dari *transmitter* pengirim. *Receiver* V8FR-II Rx memiliki 8 channel yang dapat bekerja. Objek yang menerima sinyal akan mengeksekusi

perintah yang dijalankan sesuai sinyal yang dikirim. Pengiriman menggunakan gelombang radio berarti pengiriman dilakukan tanpa kabel atau *wireless*.

2.2.14 Motor Driver BTS 7960

Driver motor memiliki fungsi sebagai penggerak motor dc yang akan digunakan dimana perubahan arah motor tergantung pada nilai tegangan yang masuk dari *driver* yang digunakan. Secara sederhananya *driver* motor ini berguna untuk mengatur arah putaran motor dan kecepatan motor yang digunakan.

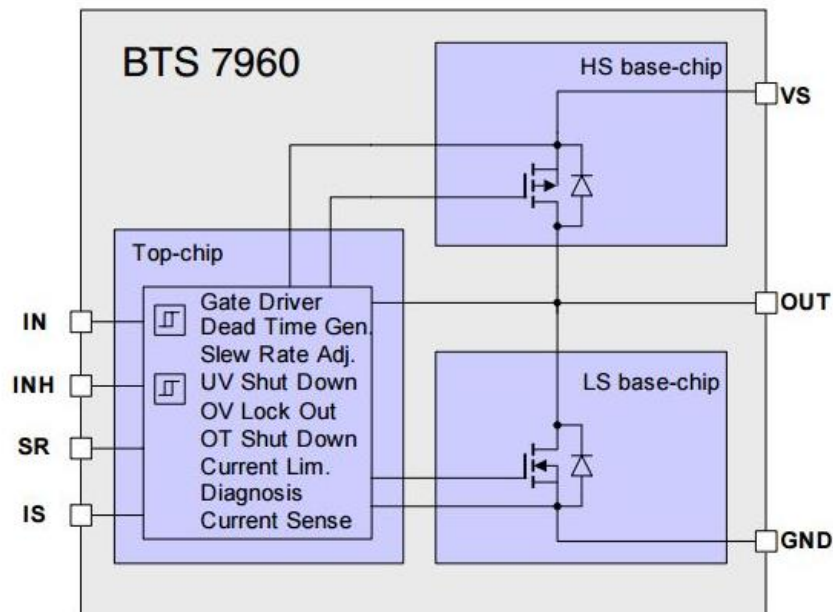


Gambar 2.16 Modul BTS7960

BTS 7960 merupakan salah satu driver motor yang banyak digunakan dalam penggunaan salah satu komponen robot. Driver ini memiliki ketahanan yang cukup baik dan dapat mengontrol motor DC yang memerlukan arus tinggi. Driver motor ini dapat mengalirkan arus hingga 43 A dan memiliki rentang tegangan *input* yang dialirkan ke motor sebesar 5,5V-27V DC. Driver motor ini memiliki ukuran yang cukup kecil sehingga tidak banyak memakan tempat untuk pemasangan driver motor terhadap robot yang akan digunakan ataupun alat lain yang akan digunakan.

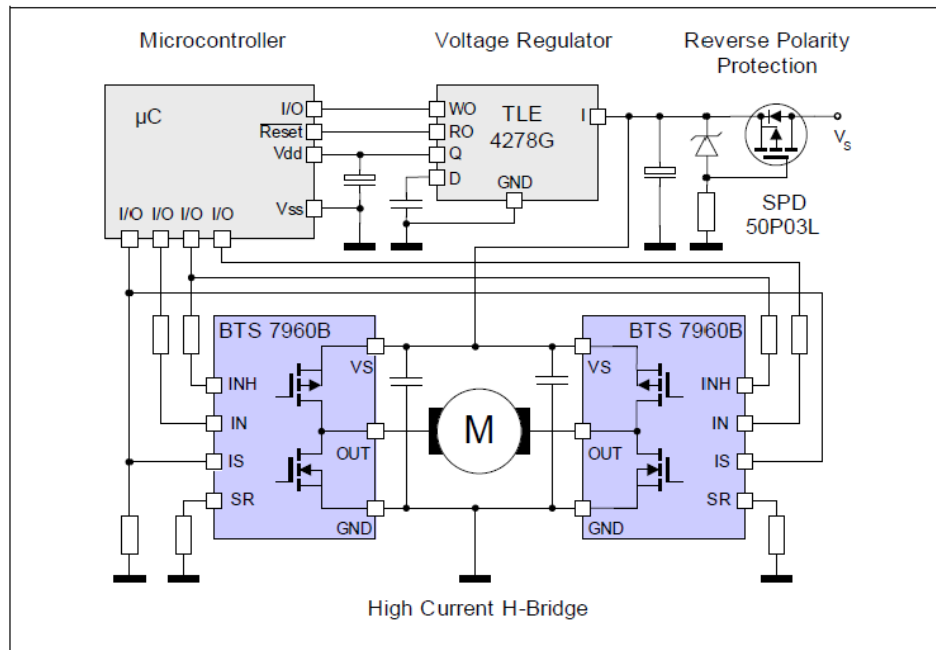
BTS 7960 memiliki IC driver yang terintegrasi dalam satu paket. IC driver ini digunakan untuk memudahkan interfacing ke mikrokontroler sehingga dapat menampilkan *input* kepada mikrokontroler seperti penyesuaian laju perubahan tegangan dan perlindungan terhadap suhu yang berlebih. MOSFET pada driver ini

digunakan untuk perlindungan bila terjadi tegangan lebih pada driver, arus berlebih, dan *short circuit* pada rangkaian.



Gambar 2.17 Block Diagram BTS7960
(Sumber Datasheet BTS7960)

Pada block diagram gambar 2.8 dapat dilihat pada BTS7960 memiliki 1 *chip* dengan 3 bagian fungsi yang menunjang kerja pada modul BTS7960 itu sendiri. *HS base-chip* merupakan *High side* atau sisi atas, memiliki rangkaian MOSFET dan diode sebagai pelindung pada rangkaian tersebut begitu juga yang ada pada *LS base-chip* atau *Lower side* atau bagian bawah pada BTS 7960 yang sama memiliki rangkaian MOSFET dengan diode sebagai pelindungnya. Sumber tegangan masuk melewati chip atas pada BTS7960 dan *ground*-nya berada pada chip sisi bawah. Bagian *Top-chip* pada BTS7960 merupakan bagian inti dari BTS7960 karena fungsi utama yang dapat dijalankan oleh modul BTS7960 dieksekusi pada bagian ini.



Gambar 2.18 Diagram Skematik modul BTS7960

Pada gambar 2.9 merupakan diagram skematik pada modul BTS7960. Karena pada perancangan menggunakan modul BTS7960 maka gambaran rangkaian skematik dengan contoh 1 kasus motor yang digunakan sebagai pengendalian. Rangkaian ini merupakan rangkaian *High current H-Bridge* dimana rangkaian pada modul BTS7960 dapat mengalirkan arus yang cukup tinggi yaitu 43A dengan rangkaian *H-Bridge* sebagai pengendali arah putar motor DC. Pada bagian yang dilingkari merupakan bagian pengaman bila terjadi eror berupa perlindungan arus balik. Pengaman ini berupa MOSFET dengan penyearah dioda.

2.2.15 Motor DC PG-45

Motor DC merupakan motor yang bekerja dengan tegangan *input* berupa DC *voltage*. Motor DC banyak digunakan untuk perancangan sebuah *mobile robot* karena sumber tegangan dapat dicatu dengan baterai ataupun *accumulator*.



Gambar 2.19 Motor DC PG-45

Motor PG45 adalah salah satu motor DC yang banyak digunakan dalam sebuah perancangan *mobile robot*. Motor PG45 memiliki *encoder* pada bagian belakang atau pada bagian *gearbox*. Untuk perancangan ini, *encoder* yang ada pada motor DC PG45 tidak digunakan. Motor ini memiliki tegangan input 24 Volt.

Tabel 2. Spesifikasi Motor DC PG-45 (**Sumber** Datasheet motor DC PG-45)

<i>Nominal Voltage</i>	(Volt)	24
<i>Nominal Power</i>	(Watt)	22,5
<i>Nominal Torque</i>	(Rpm)	3250
<i>Nominal Speed</i>	(Ncm)	6,6
<i>Starting Torque</i>	(Ncm)	38
<i>Idling Speed</i>	(Rpm)	4050
<i>No load Current</i>	(A)	0,2

Dengan tegangan nominal sebesar 24 Volt, motor PG-45 ini dapat menghasilkan kecepatan putar sebesar 3250 rpm. Daya yang dihasilkan oleh motor ini saat diberi sumber tegangan 24 Volt adalah 22,5 Watt. Arus yang dihasilkan pada motor PG45 sebesar 0,2.

2.2.16 Mecanum Wheel

Mecanum wheel atau bisa disebut roda mecanum merupakan salah satu inovasi dari perkembangan roda yang biasa diaplikasikan pada sebuah *mobile robot* yang dapat menggerakkan robot dalam segala arah tanpa berbelok. Roda mecanum ini ada yang menyebutnya dengan “roda Ilon” karena penemu dari roda ini adalah Bengt Ilon yang berasal dari Eropa tepatnya negara Swedia. Roda ini diciptakan Bengt Ilon pada tahun 1973 di perusahaan Mecanum AB, Swedia. Dibalik kelebihan suatu hasil cipta, roda mecanum juga memiliki sedikit kekurangan yaitu harus mempunyai tenaga yang cukup besar atau daya yang cukup tinggi untuk menggerakkan empat roda dalam satu waktu. Roda mecanum juga dapat memberikan dampak pada lintasan yang dilaluinya karena intensitas gesekan yang dihasilkan antara roda dan trek lintasan cukup tinggi sehingga menyebabkan lintasan dapat berbekas ataupun rusak.



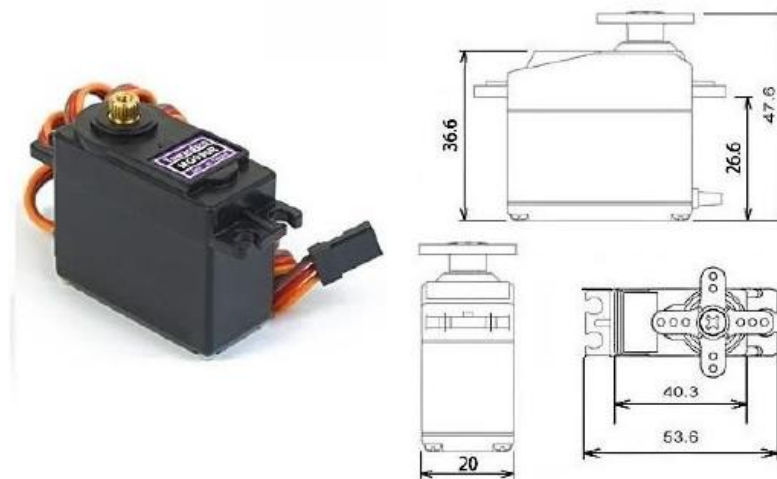
Gambar 2.20 *Mecanum Wheel*

Roda mecanum pada awalnya digunakan oleh Angkatan Laut US dan hak patennya dibeli pada tahun 1980-an serta mengembangkan fungsi dari roda ini oleh para peneliti dari Panama. Angkatan Laut US menggunakan roda ini guna mengangkat barang-barang yang ada di sekitar kapal. Seiring perkembangan zaman, roda mecanum banyak digunakan pada robot tepatnya *mobile robot*. Bila roda ini akan diaplikasikan pada sebuah robot, maka program harus dibuat masing-

masing tiap roda dan tiap *driver*-nya harus masing-masing. Teknologi dari roda ini akan sangat berguna saat mengatasi keterbatasan lintasan yang harus dilewati oleh sebuah alat yang dipasangkan oleh roda mecanum tersebut, seperti contohnya jalur labirin yang kebanyakan sempit.

2.2.17 Motor Servo MG996R

Motor servo merupakan sebuah motor DC yang memiliki sistem umpan balik tertutup yang mana posisi rotor dari motor ini akan memberikan informasi terhadap rangkaian kontrol yang ada pada motor servo. Komponen penyusun dari motor servo diantaranya adalah sebuah motor DC, *gearbox*, potensiometer, dan rangkaian kontrolnya. Potensiometer pada motor servo digunakan untuk menentukan batas sudut pada putaran motor servo. Sudut pada motor servo diatur menggunakan PWM yang dikirim oleh mikrokontroler atau pengontrol lainnya melalui salah satu pin pada motor servo. Motor servo memiliki tiga pin yang diantaranya adalah pin untuk sinyal PWM, *Vcc* dan *ground*.



Gambar 2.21 Motor servo MG996R

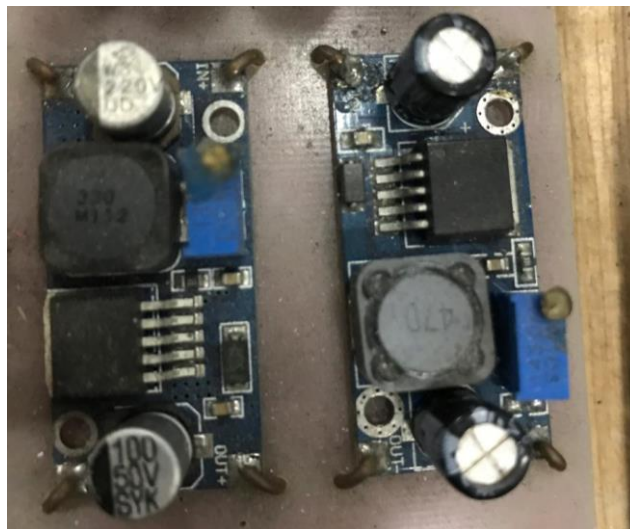
(Sumber Datasheet MG996R)

Motor Servo MG996R memiliki dimensi 40,7 x 19,7 x 42,9 mm dan memiliki berat 55 gram. Tegangan operasi servo ini ada pada 4,8V hingga 7,2V DC dengan arusnya sebesar 2,5 A. Motor servo MG996R memiliki rentang kecepatan 0,17s/60°

bila menggunakan catu daya minimal yaitu 4,8V dan 0,14/60° bila menggunakan catu daya rekomendasi yaitu 6V.

2.2.18 DC Converter LM2596

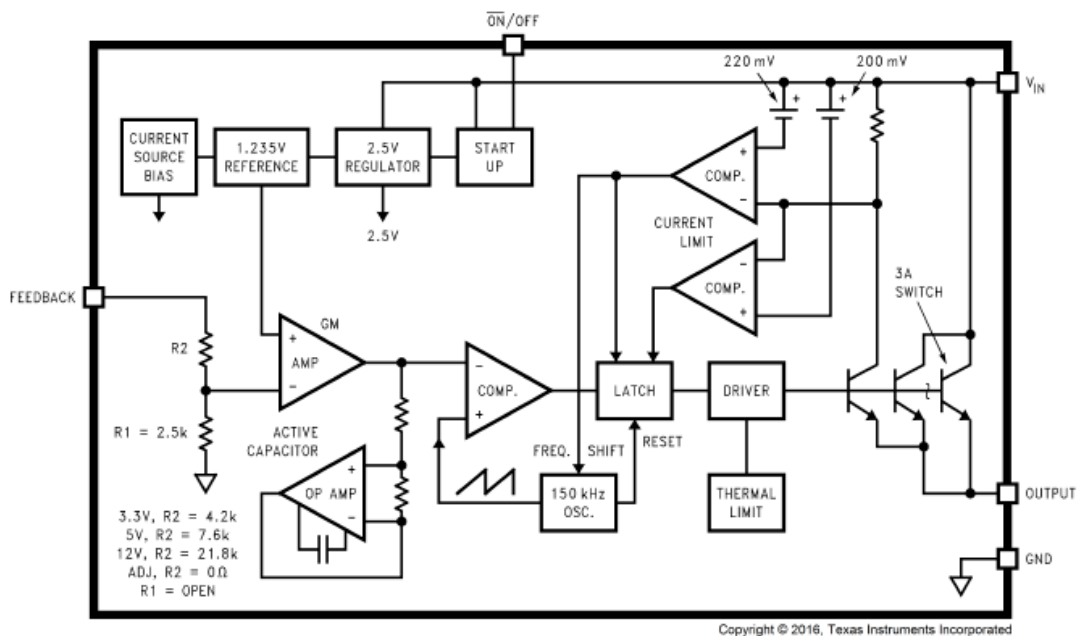
Regulator tegangan memiliki fungsi untuk mengatur *output* tegangan dari sumber tertentu yang memiliki tegangan yang berbeda. Regulator tegangan dapat menurunkan atau menaikkan tegangan dengan mempertahankan nilai tegangan meskipun *output* arusnya berubah-ubah. Berbagai jenis regulator yang ada dan untuk digunakan pada perancangan ini menggunakan regulator *switching*. Regulator *switching* dapat mengatur tegangan *output* dengan mengubah nilai resistor variabel yang ada pada modul. Regulator yang menurunkan tegangan disebut regulator buck.



Gambar 2.22 Modul LM2596

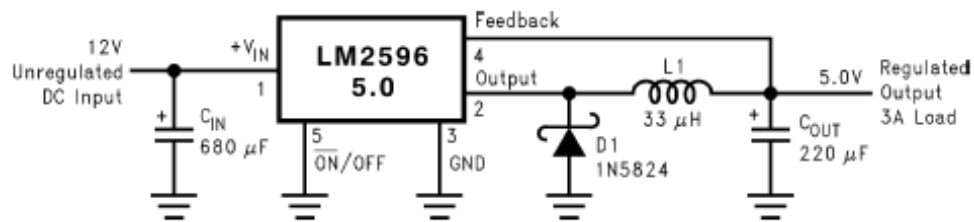
LM2596 merupakan modul regulator *switching* yang memiliki IC LM2596 yang bersifat monolitik yang memiliki fungsi untuk *switching step-down direct current* (DC) dengan *current rating* 3 A. Modul ini beroperasi pada frekuensi *switching* 150 kHz, sehingga memungkinkan filter yang berukuran lebih kecil perlu regulator lagi sebagai pengatur frekuensi yang lebih rendah. Modul LM2596 memiliki 4 pin, 2 pin *input* DC di sebelah kiri dan 2 pin *output* DC di sebelah kanan.

Modul ini berfungsi menurunkan tegangan DC sesuai dengan yang diperlukan. Untuk mengubah nilai tegangan seperti menurunkan nilai tegangan, maka putarkan posisi potensio yang ada pada modul *Step Down* dan coba ukur tegangan *output* yang terjadi dengan multimeter.



Gambar 2.23 Block Diagram LM2596
(Sumber Datasheet LM2596)

Pada rangkaian block diagram fungsi pada gambar 2.13, LM2596 merupakan salah satu regulator *switching*. Regulator *switching* bekerja pada 2 kondisi yaitu ON dan OFF. Tegangan yang masuk akan disaklar sesuai dengan tegangan umpan balik ke pin *feedback*. Pin *feedback* terhubung dengan penguat tegangan lalu tegangan akan masuk ke komparator. Komparator akan membandingkan tegangan yang masuk dan menghasilkan nilai tegangan yang berbeda. *Output* pada komparator akan menentukan *output* hasil tegangan yang sudah dikuatkan atau diturunkan. Ketika permasalahan muncul seperti adanya tegangan riak pada input, fitur *start-up* ini berguna untuk situasi saat sumber tegangan yang dari input terbatas dalam jumlah arus yang dihasilkan. Ini memungkinkan tegangan input naik ke tegangan yang lebih tinggi saat sebelum regulator mulai beroperasi. Regulator buck membutuhkan arus input yang lebih rendah pada tegangan yang lebih tinggi.

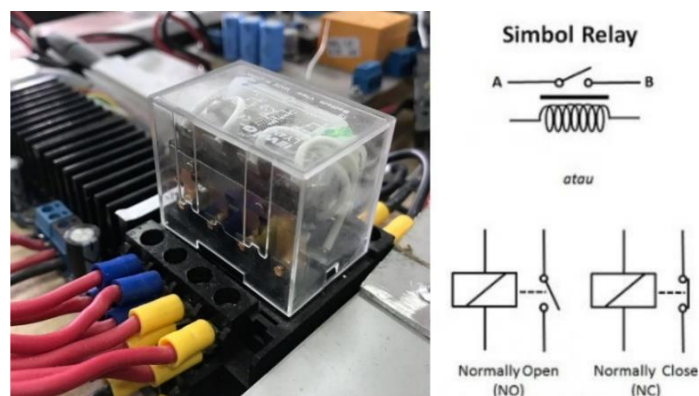


Gambar 2.24 Skematik LM2596
(Sumber Datasheet LM2596)

Pada gambar 2.14 merupakan rangkaian skematik dari modul LM2596. Rangkaian ini memiliki kasus menurunkan tegangan *input* 12 Volt menjadi tegangan output 5 Volt. Tegangan diturunkan oleh LM2596 yang mengubah nilai resistor variabel pada modul LM2596. Aliran arus pada LM2596 saat *output* dalam kondisi ON akan menyebabkan arus mengalir dari *output* ke Cout melalui induktor. Induktor dapat menyimpan arus dalam waktu yang singkat dan mengakibatkan arus tersimpan. Akibat dari arus yang tersimpan saat kondisi ON, induktor akan membuang arus pada saat kondisi OFF. Arus akan mengalir melalui diode, induktor, dan Cout. Pada kondisi ini, diode berperan dalam menyalurkan arus sehingga dioda yang digunakan adalah diode Schottky yang memiliki tegangan buka kecil dan kecepatan respon yang tinggi.

2.2.19 Relay

Relay merupakan saklar listrik atau saklar elektrik yang dapat membuka atau menutup rangkaian lain dalam sebuah kondisi tertentu. Pada fungsinya, relay merupakan sakelar yang dapat membuka atau menutup dengan tenaga listrik melalui *coil relay* yang berada dalam relay tersebut.



Gambar 2.25 Plug in Relay

Relay yang digunakan adalah relay LY4N. Relay ini memiliki spesifikasi tegangan 12 Volt DC, 24 Volt DC, 48 Volt DCn dan 100/110 Volt DC. Relay juga terdapat dalam dua kondisi yaitu NO (*Normally Open*) pada saat rangkaian terbuka dan NC (*Normally Close*) pada saat rangkaian tertutup. Lilitan yang diberi arus listrik akan membuat lilitan tersebut seperti magnet dan akan menarik saklar yang ada di depannya. Dalam suatu kondisi juga relay dapat menjadi bagian kemudi motor DC yang berfungsi membalikan polaritas maupun di *short circuit*-kan.

2.2.20 Baterai Li-Po

Baterai Li-Po atau kepanjangan dari Baterai Lithium Polymer merupakan salah satu jenis *secondary battery* dimana baterai dapat diisi ulang setelah daya pada baterai habis digunakan. Baterai Li-Po ini sedikit berbeda dengan baterai Li-Ion, perbedaannya terdapat pada kandungan kimia pada baterai. Baterai ini tidak menggunakan cairan sebagai elektrolitnya melainkan memakai polimer kering yang mana bentuknya seperti lempengan plastik yang tipis. Kelemahan pada baterai ini yaitu lemahnya aliran pertukaran ion yang terjadi saat melalui elektrolit polimer kering. Hal tersebut berpengaruh pada kondisi baterai akan mengembang dan saat melakukan isi ulang yang menyebabkan penurunan pada saat *charging*.



Gambar 2.26 Baterai Li-Po

Baterai Li-Po memiliki rating 3,7 volt per sel nya. Baterai Li-Po memiliki label yang disimbolkan dengan huruf “S” memiliki arti sel yang dimiliki sebuah paket baterai atau *battery pack*. Bila terdapat symbol seperti 2S hingga 6S yang

memiliki arti jumlah sel yang dimiliki baterai itu. Beberapa contoh baterai yang dijual bebas dipasaran adalah baterai Li-Po seperti gambar 2.26 di atas.