

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

1.1 Robot

Robot berasal dari kata “*robota*” yang dalam Bahasa Ceko (*Czech*) yang berarti budak, pekerja atau kuli. Robot merupakan suatu perangkat mekanik yang mampu menjalankan tugas-tugas fisik, baik di bawah kendali dan pengawasan manusia, ataupun yang dijalankan dengan serangkaian program yang telah didefinisikan terlebih dahulu atau kecerdasan buatan (*artificial intelligence*). Industri robot dibangun dari tiga sistem dasar (Eugene, 1976), yaitu :

1). Struktur mekanis

Yaitu sambungan-sambungan mekanis (*link*) dan pasangan-pasangan (*joint*) yang memungkinkan untuk membuat berbagai variasi gerakan.

2). Sistem kendali

Sistem kendali dapat berupa kendali tetap (*fixed*) ataupun servo, yang dimaksud dengan sistem kendali tetap yaitu suatu kendali robot yang pengaturan gerakannya mengikuti lintasan (*path*), sedangkan kendali servo yaitu suatu kendali robot yang pengaturan gerakannya dilakukan secara *point to point* (PTP) atau titik pertitik.

3). Unit penggerak (aktuator)

Seperti hidrolis, pneumatik, elektrik ataupun kombinasi dari ketiganya, dengan atau tanpa sistem transmisi. Torsi (*force*) dan kecepatan yang tersedia pada suatu aktuator diperlukan untuk mengendalikan posisi dan kecepatan. Transmisi diperlukan untuk menggandakan torsi. Seperti diketahui menambah torsi dapat menurunkan kecepatan, dan meningkatkan inersia efektif pada sambungan. Untuk mengurangi berat suatu sistem robot maka aktuator tidak ditempatkan pada bagian yang digerakkan, tetapi pada sambungan yang sebelumnya.

Seiring dengan berkembangnya teknologi, khususnya teknologi elektronik, peran robot menjadi semakin penting tidak saja dibidang sains, tapi juga di berbagai bidang lainnya, seperti di bidang kedokteran, pertanian, bahkan militer. Secara sadar atau tidak, saat ini robot telah masuk dalam kehidupan manusia sehari-hari dalam berbagai bentuk dan jenis. Ada jenis robot sederhana yang dirancang untuk melakukan kegiatan yang sederhana, mudah dan berulang-ulang, ataupun robot yang diciptakan khusus untuk melakukan sesuatu yang rumit, sehingga dapat berperilaku sangat kompleks dan secara otomatis dapat mengontrol dirinya sendiri sampai batas tertentu. Robot memiliki berbagai macam konstruksi. Diantaranya adalah:

- 1) *Robot Mobile* (bergerak)
- 2) *Robot Manipulator* (lengan)
- 3) *Robot Humanoid*
- 4) *Flying Robot*
- 5) Robot Berkaki

Dari berbagai literatur robot dapat didefinisikan sebagai sebuah alat mekanik yang dapat diprogram berdasarkan informasi dari lingkungan (melalui sensor) sehingga dapat melaksanakan beberapa tugas tertentu baik secara otomatis ataupun tidak sesuai program yang dimasukkan berdasarkan logika.[1]

1.2 Sampah

Sampah menurut WHO (World Health Organization), sampah merupakan suatu materi yang tidak digunakan, tidak terpakai, tidak disenangi, atau sesuatu yang dibuang yang berasal dari kegiatan manusia. Menurut undang-undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat. Sampah yang dikelola berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 terdiri atas :

- a) Sampah rumah tangga sebagaimana berasal dari kegiatan sehari-hari dalam rumah tangga, tidak termasuk tinja dan sampah plastik.

- b) Sampah sejenis sampah rumah tangga sebagaimana berasal dari kawasan komersial, kawasan industri, kawasan khusus, fasilitas sosial, fasilitas umum, dan/atau fasilitas lainnya.
- c) Sampah spesifik adalah sampah yang karena sifat, konsentrasi, dan/atau volumenya memerlukan pengelolaan khusus.

Sampah spesifik meliputi :

1. Sampah yang mengandung bahan berbahaya dan beracun
2. Sampah yang mengandung limbah bahan berbahaya dan beracun
3. Sampah yang timbul akibat bencana
4. Puing bongkaran bangunan
5. Sampah yang secara teknologi belum dapat diolah dan/atau sampah yang timbul secara periodik.[2]

1.3 Sensor

Sensor adalah peralatan yang digunakan untuk mengubah suatu besaran fisik menjadi besaran listrik sehingga dapat dianalisa dengan rangkaian listrik tertentu. Hampir seluruh peralatan elektronik yang ada mempunyai sensor didalamnya. Sensor merupakan bagian dari *transducer* yang berfungsi untuk melakukan sensing atau “merasakan dan menangkap” adanya perubahan energi eksternal yang akan masuk ke bagian input dari *transducer*, sehingga perubahan kapasitas energi yang ditangkap segera dikirim kepada bagian converter dari *transducer* untuk diubah menjadi energi listrik. Dalam lingkungan sistem pengendali dan robotika, sensor memberikan kesamaan yang menyerupai mata, pendengaran, hidung, lidah yang kemudian akan diolah oleh kontroler sebagai otaknya.[3] : (Petruzella, 2001).

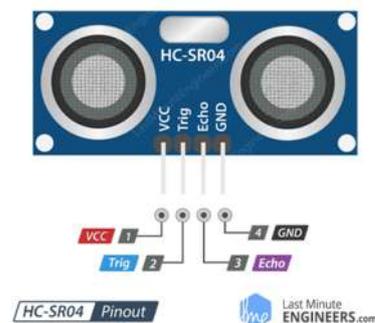
Adapun sensor dibagi menjadi beberapa jenis, yaitu :

1. Temperature Sensor
2. Proximity Sensor
3. Accelerometer
4. IR Sensor

5. Pressure Sensor
6. Light Sensor
7. Ultrasonic Sensor
8. Smoke, Gas dan Alcohol Sensor
9. Touch Sensor
10. Color Sensor
11. Humidity Sensor
12. Tilt Sensor
13. Flow dan Level Sensor

1.3.1 Sensor Ultrasonik HC-SR04

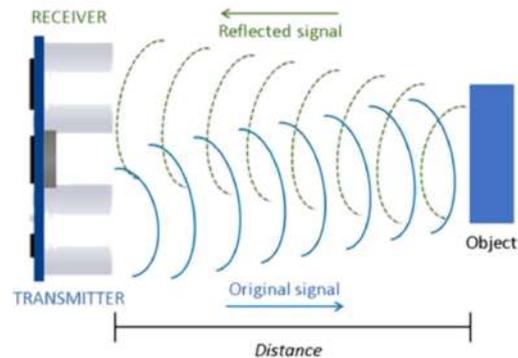
Sensor Ultrasonik adalah jenis sensor non-kontak yang dapat digunakan untuk mengukur jarak serta kecepatan suatu benda. Sensor Ultrasonik bekerja berdasarkan sifat-sifat gelombang suara dengan frekuensi lebih besar daripada rentang suara manusia. Dengan menggunakan gelombang suara, Sensor Ultrasonik dapat mengukur jarak suatu objek (mirip dengan SONAR).



Gambar 2. 1 Sensor Ultrasonik
(Sumber : *Lastminuteengineers.com*)

HC-SR04 memiliki 2 komponen utama sebagai penyusunnya yaitu *ultrasonic transmitter* dan *ultrasonic receiver*. Fungsi dari *ultrasonic transmitter* adalah memancarkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40 KHz kemudian *ultrasonic receiver* menangkap hasil pantulan gelombang ultrasonik yang mengenai suatu objek. Waktu tempuh gelombang ultrasonik dari pemancar hingga sampai ke penerima

sebanding dengan 2 kali jarak antara sensor dan bidang pantul seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2.2. [4]

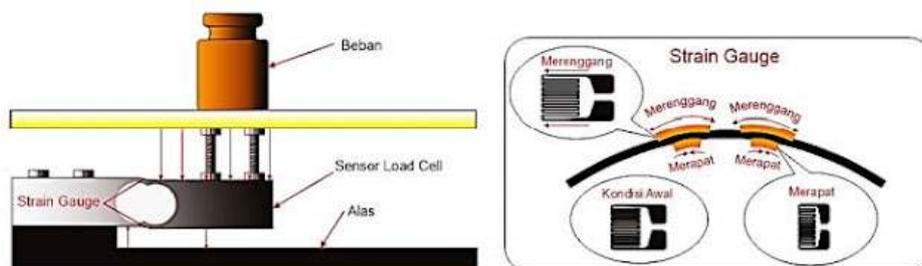


Gambar 2. 2 Transmitter dan Receiver pada Sensor Ultrasonik HC-SR04

(Sumber : *Mahirelektro.com*)

1.3.2 Sensor Loadcell 5kg

Sensor loadcell adalah jenis sensor beban yang digunakan untuk mengubah beban atau gaya menjadi perubahan tegangan listrik. Perubahan tegangan listrik tergantung dari tekanan yang berasal dari pembebanan. Pada sensor load cell terdapat *strain gauge* yaitu komponen elektronika yang digunakan untuk mengukur tekanan. *Strain gauge* berbentuk foil logam atau kawat logam yang bersifat insulatif (isolasi) yang ditempel pada sensor load cell yang dapat mengukur tekanan dari hasil pembebanan.



Gambar 2. 3 *Foil Strain Gauge* pada Sensor Sel Beban

(Sumber : *samrasyid.com*)

Jika tekanan pada sensor load cell berubah terkena beban, maka foil atau kawat strain gauge akan merenggang dan resistansinya akan bertambah, sedangkan jika foil atau kawat strain gauge merapat, maka resistansinya akan berkurang[5]

1.3.3 Sensor Warna TCS3200

Sensor Warna TCS3200 adalah sebuah sensor yang dibangun dengan menggunakan chip sensor TAOS TCS3200 RGB. Sensor warna TCS3200 mampu mendeteksi berbagai jenis warna berdasarkan panjang gelombang. Sensor ini sangat berguna untuk proyek yang melibatkan pengenalan warna, pencocokan warna, pengurutan warna, dan lain sebagainya. Sensor ini membutuhkan tegangan antara 2,7 Volt sampai dengan 5 Volt untuk dapat beroperasi. TCS3200 ini dilengkapi dengan array photodiode dan 4 filter yang berbeda. Sensor ini memiliki 16 photodiode dengan filter warna merah yang sensitif terhadap panjang gelombang untuk warna merah, memiliki 16 photodiode dengan filter warna hijau yang sensitif terhadap panjang gelombang untuk warna hijau, memiliki 16 photodiode dengan filter warna biru yang sensitif terhadap panjang gelombang untuk warna biru, dan yang terakhir memiliki 16 photodiode tanpa filter.



Gambar 2. 4 Sensor Warna TCS3200
(Sumber : edukasi elektronik.com)

Dengan memilih filter yang berbeda, kita dapat mendeteksi intensitas setiap warna. Pemilihan filter dilakukan dengan memberikan nilai logika LOW

dan HIGH ke pin control S2 dan S3. Berikut ini adalah tabel pemilihan filter photodiode pada Sensor Warna TCS3200 :

Tabel 2. 1 Pemilihan Filter *photodiode* pada sensor warna TCS3200

No	Tipe Photodiode	S2	S3
1	Merah	LOW	LOW
2	Biru	LOW	HIGH
3	Tanpa Filter	HIGH	LOW
4	Hijau	HIGH	HIGH

Terlihat pada diagram blok bahwa sensor ini memiliki pengonversi arus ke frekuensi yang akan mengubah hasil pembacaan *photodiode* menjadi bentuk pulsa di mana frekuensinya proporsional dengan intensitas cahaya dari warna yang dipilih. Frekuensi tersebut akan dibaca oleh Arduino. Pin S0 dan S1 digunakan untuk *scaling* frekuensi output. Nilai *scaling* yang dapat dipilih adalah 2%, 20%, dan 100%. *Scaling* frekuensi output sangat berguna untuk optimasi pembacaan sensor. Pada Arduino umumnya digunakan *scaling* frekuensi 20%. Nilai logika yang dapat diberikan ke pin S0 dan S1 terkait *scaling* ini ditunjukkan pada tabel berikut ini[6] :

Tabel 2. 2 Output Frekuensi *Scaling*

No	Output Frekuensi Scalling	S0	S1
1	Power Down	LOW	LOW
2	2%	LOW	HIGH
3	20%	HIGH	LOW
4	100%	HIGH	HIGH

1.3.4 Sensor IR TCRT 5000

Sensor inframerah (IR) adalah perangkat elektronik yang mengukur dan mendeteksi radiasi infra merah di lingkungan sekitarnya. Radiasi inframerah secara tidak sengaja ditemukan oleh seorang astronom bernama William Herchel pada tahun 1800. Saat mengukur suhu setiap warna cahaya (dipisahkan oleh prisma), diperlihatkan bahwa suhu yang berada tepat di luar lampu merah adalah

yang tertinggi. IR tidak terlihat oleh mata manusia, karena panjang gelombangnya lebih panjang dari pada cahaya tampak (meskipun masih pada spektrum elektromagnetik yang sama). Segala sesuatu yang memancarkan panas memancarkan radiasi infra merah (Jost, 2019).

IR Sensor atau Sensor Infra Merah adalah sensor berbasis cahaya yang digunakan dalam berbagai aplikasi seperti Proximity dan Deteksi Objek. Sensor IR digunakan sebagai sensor jarak di hampir semua ponsel.

Ada dua jenis Sensor Infra Merah atau IR: Jenis Transmisif dan Jenis Reflektif. Dalam Sensor infra merah Tipe Transmisif, Transmitter infra merah (biasanya sebuah infra merah LED) dan Detektor IR (biasanya Photo Diode) diposisikan saling berhadapan sehingga ketika suatu objek melewati di antara mereka, sensor mendeteksi objek tersebut.

Sensor infra merah tipe lain adalah Sensor IR Tipe Reflektif. Dalam hal ini, transmitter dan detektor diposisikan berdekatan satu sama lain menghadap objek. Ketika suatu benda datang di depan sensor, sensor mendeteksi objek.[4]



Gambar 2. 5 Sensor Infra Merah
(Sumber : Tokopedia.com)

1.4 Arduino

Arduino adalah Board berbasis mikrokontroler atau papan rangkaian elektronik *open source* yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel. Mikrokontroler itu sendiri adalah chip atau IC (*Intergrated Circuit*) yang bisa deprogram menggunakan computer. Tujuan menanamkan program pada mikrokontroler adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca input, memproses input tersebut dan kemudian menghasilkan output sesuai yang diinginkan. Jadi mikrokontroler

bertugas sebagai otak yang mengendalikan proses input, dan output sebuah rangkaian elektronik. [7]

Arduino memiliki beberapa jenis yang berbeda sesuai kebutuhannya, yaitu Arduino Uno, Arduino Nano, Arduino Mega, Arduino Leonardo, Arduino Fio, dll.

1.4.1 Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah papan pengembangan mikrokontroler yang berbasis Arduino dengan menggunakan chip ATmega2560. Arduino Mega 2560 dilengkapi dengan sebuah *oscillator* 16 Mhz, sebuah port USB , power jack DC, ICSP header, dan tombol reset.[7]



Gambar 2. 6 Arduino Mega 2560
(Sumber : *beetrona.com*)

1.4.2 Arduino Nano

Arduino Nano adalah suatu papan sirkuit pengembang berukuran kecil yang didalamnya sudah tersedia mikrokontroler. Arduino Nano dirancang dan diproduksi oleh perusahaan *Gravitech* dengan basis mikrokontroler Atmega328.[8]



Gambar 2. 7 Arduino Nano
(Sumber : *aldyrazor.com*)

1.5 Proportional Integral Derivative (PID)

PID (*Proportional Integral Derivative controller*) merupakan kendali untuk menentukan presisi suatu sistem instrumentasi dengan karakteristik adanya umpan balik pada sistem tersebut.[9]

PID Controller sebenarnya terdiri dari 3 jenis cara pengaturan yang saling dikombinasikan, yaitu P (Proportional) Controller, D (Derivative) Controller, dan I (Integral) Controller. Masing-masing memiliki parameter tertentu yang harus diset untuk dapat beroperasi dengan baik, yang disebut sebagai *konstanta*. Setiap jenis, memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing, hal ini dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 2. 3 Kelebihan dan Kekurangan Tiap Element PID

Closed-Loop Response	Rise Time	Overshoot	Settling Time	SS Error
Kp	Decrease	Increase	Small change	Decrease
Ki	Decrease	Increase	Increase	Eliminate
Kd	Small change	Decrease	Decrease	Small change

Parameter-parameter tersebut, tidak bersifat independen, sehingga pada saat salah satu nilai konstantanya diubah, maka mungkin sistem tidak akan bereaksi seperti yang diinginkan. Ketiganya juga dapat dipakai bersamaan maupun sendiri-sendiri tergantung dari respon yang kita inginkan. Tabel di atas hanya dipergunakan sebagai pedoman jika akan melakukan perubahan konstanta. Untuk merancang suatu PID Controller, biasanya dipergunakan metode *trial & error*. Sehingga perancang harus mencoba kombinasi pengatur beserta konstantanya untuk mendapatkan hasil terbaik yang paling sederhana.[10]

Komponen kendali PID terdiri dari tiga jenis, yaitu Proportional, Integral / Integratif, dan Derivatif.

a) Kendali Proporsional

Kendali P jika $G(s) = k_p$, dengan k adalah konstanta. Jika $u = G(s) * e$ maka $u = K_p * e$ dengan K_p adalah Konstanta Proporsional. K_p berlaku sebagai *Gain* (penguat) saja tanpa memberikan efek dinamik kepada kinerja kendali. Penggunaan kendali P memiliki berbagai keterbatasan karena sifat kendali yang

tidak dinamik ini. Walaupun demikian dalam aplikasi-aplikasi dasar yang sederhana kendali P ini cukup mampu untuk memperbaiki respon transien khususnya *rise time* dan *settling time*.

b) Kendali Integratif

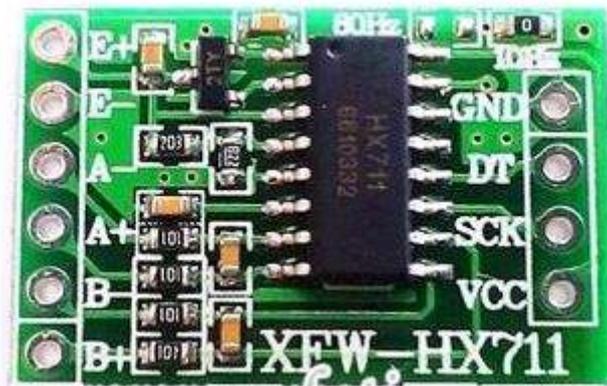
Jika $G(s)$ adalah kendali I maka u dapat dinyatakan sebagai $u(t) = \int e(t) dt$. Jika K_i dengan K_i adalah konstanta Integral, dan dari persamaan diatas, $G(s)$ dapat dinyatakan sebagai $u = K_i \cdot \int e(t) dt$. Jika $e(T)$ mendekati konstan (bukan nol) maka $u(t)$ akan menjadi sangat besar sehingga diharapkan dapat memperbaiki error. Jika $e(T)$ mendekati nol maka efek kendali I ini semakin kecil. Kendali I dapat memperbaiki sekaligus menghilangkan respon steady-state, namun pemilihan K_i yang tidak tepat dapat menyebabkan respon transien yang tinggi sehingga dapat menyebabkan ketidakstabilan sistem. Pemilihan K_i yang sangat tinggi justru dapat menyebabkan output berosilasi karena menambah orde sistem.

c) Kendali Derivatif

Sinyal kendali D yang dihasilkan oleh kendali D dapat dinyatakan sebagai $G(s) = s \cdot K_d$. Dari persamaan di atas, nampak bahwa sifat dari kendali D ini dalam konteks “kecepatan” atau rate dari error. Dengan sifat ini ia dapat digunakan untuk memperbaiki respon transien dengan memprediksi error yang akan terjadi. Kendali Derivative hanya berubah saat ada perubahan error sehingga saat error statis kendali ini tidak akan bereaksi, hal ini pula yang menyebabkan kendali Derivative tidak dapat dipakai sendiri.[9]

1.6 Modul Amplifier HX711

Modul Amplifier HX711 merupakan modul elektronika yang berfungsi sebagai penguat sinyal untuk strain gauge load cell sensor. Penguatan sinyal diperlukan agar keluaran dari sensor yang sangat kecil memiliki batas yang dapat dibaca oleh mikrokontroler yaitu dari 0-5V.



Gambar 2. 8 Modul Amplifier HX711
(Sumber : *edukasielektronika.com*)

Sinyal analog yang dihasilkan oleh strain gauge load cell akan masuk menuju input multiplekser (Input MUX). Terdapat dua channel yang dapat digunakan sebagai input multiplekser yaitu channel A (INA+ dan INA-) atau B (INB+ dan INB-). Multiplekser akan mengukur perbedaan tegangan atau selisih antara INA+ dan INA- yang dihasilkan oleh load cell. Keluaran dari multiplekser akan dikuatkan oleh Programmable Gain Amplifier (PGA) dengan penguatan 128 atau 64 untuk channel A dan penguatan 32 untuk channel B. Setelah dikuatkan oleh PGA, sinyal akan di konversi oleh Analog-Digital Converter (ADC) menjadi sinyal digital paralel. Dari ADC akan diproses oleh Digital Interface dimana data digital paralel tersebut diubah menjadi data digital serial.[5]

1.7 Modul Step-down DC to DC

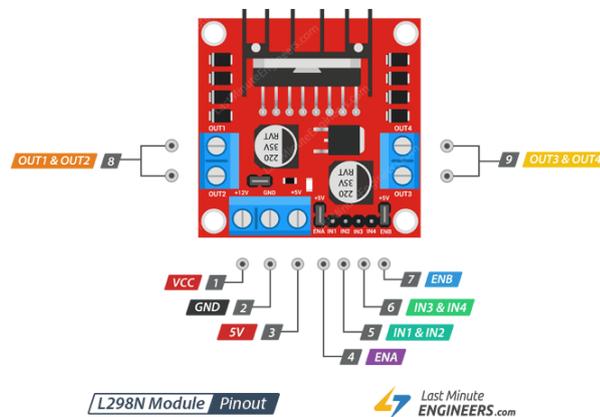
Modul stepdown digunakan untuk menurunkan tegangan yang dapat diatur menggunakan trimer/ potensiometer. Terdapat 2 Tipe Modul stepdown yang digunakan yaitu LM2596 dan XL4015 dimana perbedaan keduanya terletak pada batas arusnya. LM2596 digunakan sebagai pendaya Arduino dengan output 8 V sedangkan XL4015 digunakan sebagai power supply sensor maupun servo.



Gambar 2. 9 Modul Stepdown XL4015 (kiri) dan LM2596 (Kanan)
(Sumber : *Lazada.com*)

1.8 Driver Motor L298N

Driver motor digunakan untuk menguatkan arus yang masuk ke motor. Terdapat bermacam jenis driver motor dari yang menggunakan transistor sampai dengan IC. Prinsip kerja dari berbagai driver motor sama yaitu mengendalikan laju putaran motor. Kebutuhan jenis driver motor yang digunakan pada pembuatan line follower robot tergantung dari konsumsi arus yang dibutuhkan motor.[9]

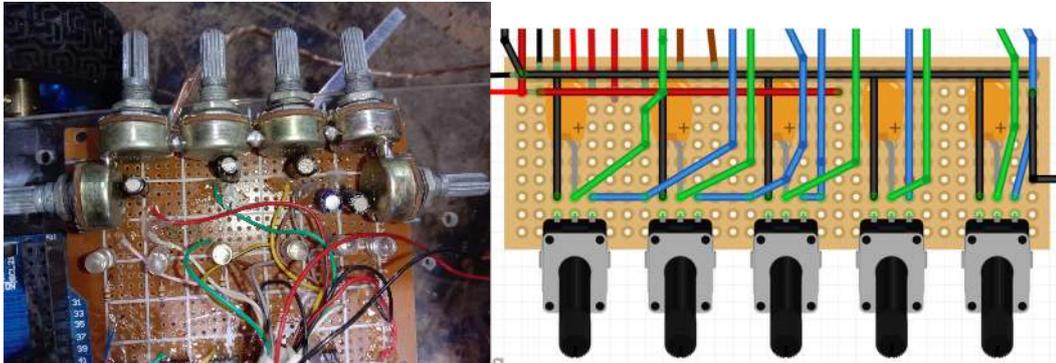


Gambar 2. 10 Driver Motor L298N
(Sumber : *lastminuteengineers.com*)

1.9 Modul Potensiometer

Modul Potensiometer merupakan modul yang dibuat untuk mengatur sudut target yang di inginkan. Sehingga sudut target dapat terjaga. Modul Potensiometer terbuat dari Potensiometer, Kapasitor Elektrolit, dan Resistor serta LED sebagai indikator. Cara Kerja Modul Potensiometer yaitu dengan menggunakan

Potensiometer untuk mengurangi nilai tegangan yang masuk menuju Arduino Nano, pada Arduino Nano tegangan tersebut akan dikonversikan menjadi nilai sudut.



Gambar 2. 11 Modul Potensiometer

1.10 Baterai Li-Po

Baterai LiPo merupakan baterai yang tidak menggunakan cairan sebagai elektrolit melainkan menggunakan elektrolit polimer kering yang berbentuk seperti lapisan plastik film tipis. Lapisan film ini disusun berlapis-lapis diantara anoda dan katoda yang mengakibatkan pertukaran ion. Dengan metode ini baterai LiPo dapat dibuat dalam berbagai bentuk dan ukuran. Diluar dari kelebihan arsitektur baterai LiPo, terdapat juga kekurangan yaitu lemahnya aliran pertukaran ion yang terjadi melalui elektrolit polimer kering. Hal ini menyebabkan penurunan pada charging dan discharging rate. Masalah ini sebenarnya bisa diatasi dengan memanaskan baterai sehingga menyebabkan pertukaran ion menjadi lebih cepat, namun metode ini dianggap tidak dapat untuk diaplikasikan pada keadaan sehari-hari. Seandainya para ilmuwan dapat memecahkan masalah ini maka risiko keamanan pada baterai jenis lithium akan sangat berkurang. [11]



Gambar 2. 12 Baterai Li-Po
(Sumber : *langitkaltim.com*)

1.11 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah motor dengan sistem close loop di mana posisi dari motor akan di informasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian gear, potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor.

Motor DC servo merupakan alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Magnet permanent pada motor DC servo yang mengubah energi listrik ke dalam energi mekanik, melalui interaksi dari dua medan magnet. Salah satu medan dihasilkan oleh magnet permanent dan yang satunya dihasilkan oleh arus yang mengalir dalam kumparan motor. Resultan dari dua medan magnet tersebut menghasilkan torsi yang membangkitkan putaran motor tersebut. Saat motor berputar, arus pada kumparan motor menghasilkan torsi yang nilainya konstan. [1]

Pengendali gerakan batang motor servo dapat dilakukan dengan menggunakan metode PWM. (*Pulse Width Modulation*). Teknik ini menggunakan sistem lebar pulsa untuk mengemudikan putaran motor. Lebar pulsa sinyal yang diberikan akan menentukan posisi sudut putara dari poros motor servo.

Sebagai contoh, lebar pulsa dengan waktu 1,5ms (mili detik) akan memutar poros motor servo ke posisi sudut 90°. Bila pulsa lebih pendek dari

1,5ms maka akan berputar ke posisi 0° atau ke kiri (berlawanan dengan arah jarum jam), sedangkan bila pulsa yang diberikan lebih lama dari 1,5ms maka poros motor servo akan berputar ke posisi 180° atau ke kanan (searah jarum jam).

Namun motor servo tidak akan mempertahankan posisinya untuk selamanya, sinyal lebar pulsa kendali harus diulang setiap 20ms (milidetik) untuk menginstruksikan agar posisi poros motor servo tetap bertahan pada posisinya.[12]

Adapun Jenis motor Servo berdasarkan arah putarnya sebagai berikut :

1. Positional rotation

Motor jenis ini hanya memiliki sudut putaran 180° yang dapat diatur searah maupun berlawanan jarum jam. Istilah searah jarum jam disebut juga CW (Clock wise) dan berlawanan jarum jam disebut CCW (Counter clock wise). Motor ini dilengkapi dengan mekanisme gearbox untuk mencegah sudut putaran yang melewati batas dan melindungi sensor putaran (potensiometer). Pada penggunaannya, motor ini kerap dijumpai pada rangkaian lengan robot, baik pada bagian sendi maupun grippernya.

2. Countinios Rotation

Berbeda dengan positional rotation, jenis ini dapat diatur sudut putarannya hingga 360° . Artinya, motor ini dapat diatur untuk berputar secara kontinyu layaknya motor DC biasa, namun dengan torsi yang tinggi. Motor ini juga dapat bergerak searah maupun berlawanan arah jarum jam. Untuk membedakan motor ini dengan positional rotation, tidak bisa dengan hanya melihat bodinya saja., melainkan melalui datasheet yang berasal dari tipe yang tertera pada bodi motor.

3. Linear Rotation

Motor ini mirip seperti positional rotation, namun dengan mekanisme gear yang berbeda. Pada Linear Rotation, gearbox tidak bergerak memutar, melainkan maju-mundur atau sebaliknya. Gearbox pada jenis ini ditambahkan mekanisme rack and pinion, sehingga memungkinkan

gerakan tersebut. Motor ini jarang ditemukan karena peruntukannya pada skala industri tertentu.

Motor Servo yang digunakan pada Arm Gripper bertipe Mg90s, Sg90s, dan MG995r. Adapun perbedaannya yaitu gearbox yang digunakan servo Sg90s menggunakan plastik sedang MG90s dan MG995r menggunakan metal, Torsi yang dihasilkan Servo MG995r lebih besar daripada servo Sg90s dan Mg90s.[13]



Gambar 2. 13 Motor Servo SG90 (kiri) dan MG995r (kanan)
(Sumber : *mahirelektro.com*)

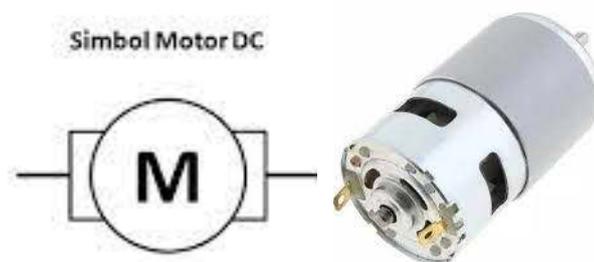
1.12 Motor DC

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 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.

Pada saat Motor listrik DC berputar tanpa beban, hanya sedikit arus listrik atau daya yang digunakannya, namun pada saat diberikan beban, jumlah arus yang digunakan akan meningkat hingga ratusan persen bahkan hingga 1000% atau lebih (tergantung jenis beban yang diberikan). Oleh karena itu, produsen Motor DC biasanya akan mencantumkan Stall Current pada Motor DC. Stall Current adalah arus pada saat poros motor berhenti karena mengalami beban maksimal.[14]



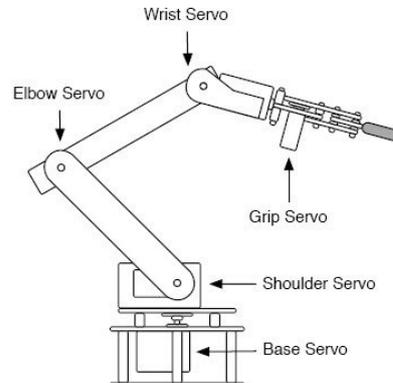
Gambar 2. 14 Motor DC
(Sumber : *teknikelektronika.com*)

1.13 Arm Gripper

Robot Gripper merupakan interkoneksi alat pengendali yang bentuknya seperti lengan robot. Gripper menyerupai benda kerja sebagai organ pengenggam (biasanya berbentuk jari gripper). Beberapa fungsi dari gripper antara lain:

- 1) Mengatur posisi dan fungsi benda kerja yang jelas.
- 2) Mampu menahan beban statis dan dinamis
- 3) Mengubah dan bergerak dalam arah dan posisi dari objek tertentu terhadap peralatan pengendali seperti fungsi lengan/tangan.

4) Dapat beroperasi seperti lengan/jari [15]



Gambar 2. 15 Bagian- Bagian Lengan Robot
(Sumber: <http://elektronikacafe.blogspot.com>)

Pada umumnya manipulator robot memiliki bagian-bagian mekanik. Bagian-
Bagian mekanik lengan robot dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

a) Manipulator

Manipulator adalah bagian mekanik yang dapat difungsikan untuk memindah, mengangkat dan memanipulasi benda kerja.

b) Sensor

Sensor adalah komponen berbasis instrumentasi (pengukuran) yang berfungsi sebagai pemberi informasi tentang berbagai keadaan atau kedudukan dari bagian-bagian manipulator.

c) Aktuator

Aktuator adalah komponen penggerak yang jika dilihat dari prinsip penghasil geraknya dapat dibagi menjadi 3 bagian, yaitu penggerak berbasis motor listrik (motor DC dan motor AC),

d) Kontroler

Kontroler adalah rangkaian elektronik berbasis mikroprosesor yang berfungsi sebagai pengatur seluruh komponen dalam membentuk fungsi kerja.[16]



Gambar 2. 16 Effektor Caput
(Sumber : *aliexpress.com*)

1.14 Light Emitting Dioda

LED atau Light emitting diode adalah diode pemancar cahaya yang apabila diberikan tegangan 1.8V dengan arus sebesar 1.5mA. Dioda pemancar cahaya banyak digunakan sebagai lampu indikator atau lampu pilot serta peraga (Display). Dioda pemancar cahaya juga dapat digunakan sebagai pemancar cahaya yang tidak terlihat oleh mata yaitu sinar infra merah. Bahan dasar pembuat dioda adalah Silicon Carbide (SiC), diode ini dapat berbentuk bulat atau segi empat / warna diode pemancar cahaya ini ada berbagai macam. Antara lain merah, kuning, hijau, biru, dan sebagainya.[3]



Gambar 2. 17 LED
(Sumber : *jogjarobotika.com*)

1.15 Buzzer Piezo Aktif

Buzzer adalah suatu alat yang dapat menguah sinyal listrik menjadi sinyal suara. Pada umumnya buzzer digunakan untuk alarm, karena penggunaannya

cukup mudah yaitu dengan memberikan tegangan input maka buzzer akan mengeluarkan bunyi. Frekuensi suara yang dikeluarkan oleh buzzer yaitu antar 1-5 KHz.[3] : (Albert Paul,2004)



Gambar 2. 18 Buzzer
(Sumber : *ecadio.com*)