

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Secara umum pengertian penelitian terdahulu adalah sumber lampau dari hasil penelitian yang nantinya diusahakan oleh peneliti untuk membandingkan penelitian yang akan dilaksanakan.

Penelitian terdahulu juga bisa berfungsi sebagai sumber inspirasi yang nantinya membantu pelaksanaan penelitian. Selain itu peneliti juga bisa memeriksa apa yang kurang dan kelebihan untuk dikembangkan. Sehingga ilmuwan juga bisa membuat sebuah penelitian yang orisinal/baru karena tahu mana yang sudah ditemukan dan mana yang belum (Jopglass.com, 24 April 2021).

Penelitian yang pertama adalah penelitian yang dilakukan oleh Nugroho, E. C., Pamungkas, A. R., & Purbaningtyas, I. P. (2018) dengan judul **“Rancang Bangun Alat Pemilah Sampah Otomatis Berbasis Arduino Mega 2560. Go Infotech: Jurnal Ilmiah STMIK AUB, 24(2), 124-133.”** Pada penelitian ini, alat pemilah sampah otomatis dapat dikendalikan dengan membaca gerakan tangan yang mendekat menggunakan sensor PIR, membuka pintu menggunakan servo, dan terdapat sensor proximity yang berada di dalam bak penampung sampah sementara untuk mendeteksi jenis sampah, dan membaca sampah penuh menggunakan sensor ultrasonik.

Penelitian yang kedua adalah penelitian yang dilakukan oleh dengan Judul **“Rancang Bangun Lengan Robot Pemilah Paket Barang Otomatis Berbasis Radio Frequency Identification (RFID)”**. Pada penelitian ini, pemisah barang ini menggunakan metode pembuatan lengan robot dimana barang akan dipisahkan dengan cara diambil dan diletakkan ke dalam kategori jurusan tujuan barang tersebut berdasarkan *Radio Frekuensi Identification (RFID)*.

Penelitian yang ketiga adalah penelitian yang dilakukan oleh Rahmawati, T., Priyandoko, G., & Effendy, D. U. pada tahun 2020 dengan judul **“Prototype Robot Forklift Line Follower Incoming Material Warehouse Dengan Wireless Monitoring”** Pada penelitian ini dilakukan beberapa tahap dalam perencanaan dan pembuatan sistem yang meliputi perancangan perangkat lunak,

perancangan perangkat keras, dan perancangan tampilan. Perancangan perangkat lunak meliputi pengujian coding sensor sebagai masukan ke kontrol utama. Perancangan perangkat keras menggunakan beberapa komponen utama yang terdiri dari Arduino, sensor warna, sensor garis, RFID dan Motor DC. Perancangan tampilan diperlukan untuk memonitoring pergerakan robot forlift dari posisi standby ke tempat tujuan, dan beberapa informasi lain yang dibutuhkan.

Tabel 2.1. Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Sekarang

No.	Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1.	Nugroho, E. C., Pamungkas, A. R., & Purbaningtyas, I. P. (2018). Rancang Bangun Alat Pemilah Sampah Otomatis Berbasis Arduino Mega 2560	<ol style="list-style-type: none"> 1) Bertujuan sebagai robot pendeteksi sampah 2) Menggunakan Arduino Mega Atmega2560 sebagai Kontroler 3) Menggunakan Sensor <i>Proximity</i> 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Menggunakan <i>conveyor</i> sebagai penggerak barang 2) Menggunakan sensor PIR Sebagai pendeteksi
2.	RA Baathinnur, Renhat 2019. Rancang Bangun Lengan Robot Pemilah Paket Barang Otomatis Berbasis <i>Radio Frequency Identification</i> (RFID)	<ol style="list-style-type: none"> 1) Menggunakan sensor <i>proximity</i> sebagai pengidentifikasi benda 2) Menggunakan Arduino Mega Atmega2560 sebagai Kontroler 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Menggunakan <i>Radio Frequency Identification</i> (RFID) sebagai pengidentifikasi suatu objek menggunakan frekuensi transmisi radio
3.	Rahmawati, T., Priyandoko, G., & Effendy, D. U. 2020 <i>Prototype Robot Forklift Line Follower Incoming Material Warehouse Dengan Wireless Monitoring</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Menggunakan beberapa sensor-sensor yang sama 2) Menggunakan line follower sebagai jalur robot 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Menggunakan module wireless HC-12 dan PC sebagai Monitoring 2) Menggunakan RFID untuk mengetahui jalur mana yang akan dilalui robot.

2.2 Sampah

Menurut Nuha, A. A. (2021) Sampah adalah bahan baik padat atau cairan yang tidak dipergunakan lagi dan dibuang. Menurut bentuknya sampah dapat dibagi sebagai berikut.

- a. Sampah padat adalah segala bahan buangan selain kotoran manusia, urine dan sampah cair. Dapat berupa sampah rumah tangga: sampah dapur, sampah kebun, plastik, metal, gelas dan lain-lain.
- b. Sampah cair adalah bahan cairan yang telah digunakan dan tidak diperlukan kembali dan dibuang ke tempat pembuangan sampah.5Edi Suharto, Membangun Masyarakat Memberdayakan Rakyat,57-58.6Edi Suharto, Membangun Masyarakat Memberdayakan Rakyat,60.
- c. Sampah alam adalah sampah yang diproduksi di kehidupan liar diintegrasikan melalui proses daur ulang alami, seperti halnya daun-daun kering di hutan yang terurai menjadi tanah. Di luar kehidupan liar, sampah-sampah ini dapat menjadi masalah, misalnya daun-daun kering di lingkungan pemukiman.

2.3 Robot

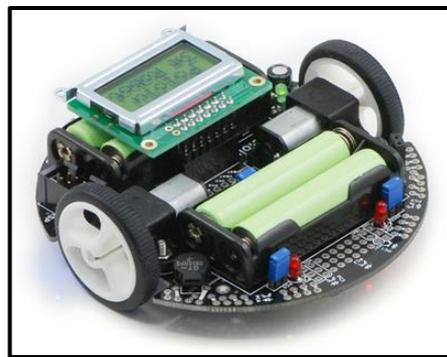
Menurut Zulkarnain Lubis (2018:105) Robot adalah sebuah sistem mekanik yang mempunyai fungsi gerak analog untuk fungsi gerak organisme hidup, atau kombinasi dari banyak fungsi gerak dengan fungsi intelligent, yang dapat melakukan tugas fisik, baik menggunakan pengawasan dan kontrol manusia, ataupun menggunakan program yang telah didefinisikan terlebih dulu (kecerdasan buatan).

2.3.1 Jenis-Jenis Robot

Menurut Zulkarnain Lubis (2018:105-106) Robot sendiri memiliki beberapa jenis berdasarkan bentuk dan fungsinya yaitu:

1. Robot *Avoider*

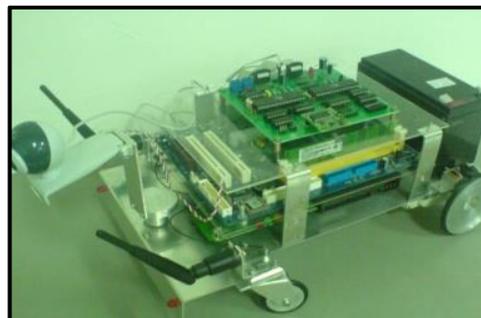
Robot *avoider* adalah robot beroda atau berkaki yang diprogram untuk dapat menghindari jika ada halangan, misalnya dinding. Robot *avoider* minimal membutuhkan tiga buah sensor untuk mendeteksi penghalang yaitu sensor depan, sudut kanan dan kiri. Dalam hal ini sensor yang dipergunakan adalah sensor ultrasonik. Robot membutuhkan sensor yang banyak untuk hasil pendeteksian penghalang yang lebih baik. Hal ini dikarenakan keterbatasan sudut pancaran sensor.



Gambar 2.1 Robot *Avoider*

2. Robot Jaringan

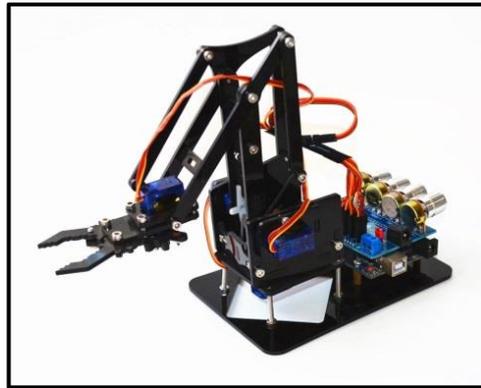
Robot jaringan adalah pendekatan baru untuk melakukan kontrol robot menggunakan jaringan *internet* dengan protokol *TCP/IP*. Perkembangan robot jaringan dipicu oleh kemajuan jaringan dan *internet* yang pesat. Dengan koneksi jaringan, proses kontrol dan monitoring, termasuk akuisisi data bila ada, seluruhnya dilakukan melalui jaringan. Keuntungan lain, koneksi ini bisa dilakukan secara *nirkabel*.



Gambar 2.2 Robot Jaringan

3. . Robot Manipulator (Tangan)

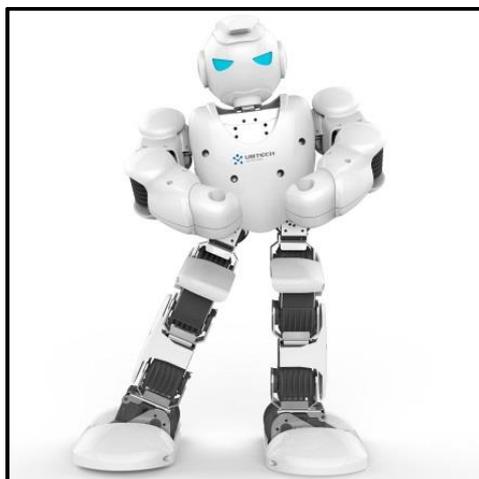
Robot ini hanya memiliki satu tangan seperti tangan manusia yang fungsinya untuk memegang atau memindahkan barang, contoh robot ini adalah robot las di industri mobil, robot merakit elektronik.



Gambar 2.3 Robot Manipulator

4. Robot Humanoid

Robot humanoid adalah robot yang penampilan keseluruhannya dibentuk berdasarkan tubuh manusia, mampu melakukan interaksi dengan peralatan maupun lingkungan yang dibuat untuk manusia. Secara umum robot humanoid memiliki tubuh dengan kepala, dua buah lengan dan dua kaki, meskipun ada pula beberapa bentuk robot humanoid yang hanya berupa sebagian dari tubuh manusia, misalnya dari pinggang ke atas.



Gambar 2.4 Robot Humanoid

5. Robot Berkaki

Robot ini memiliki kaki seperti hewan atau manusia, yang mampu melangkahakan kakinya, seperti robot serangga, robot kepiting, robot ini sering digunakan untuk melintasi jalur bebatuan yang dimana robot *avoider* tidak bisa berkerja secara sempurna.



Gambar 2.5 Robot Berkaki

6. Robot *Flying* (Robot Terbang)

Robot yang mampu terbang, robot ini menyerupai pesawat model yang diprogram khusus untuk memonitor keadaan di tanah dari atas, dan juga untuk meneruskan komunikasi.



Gambar 2.6 Robot Flying

7. Robot *Underwater* (Robot Dalam Air)

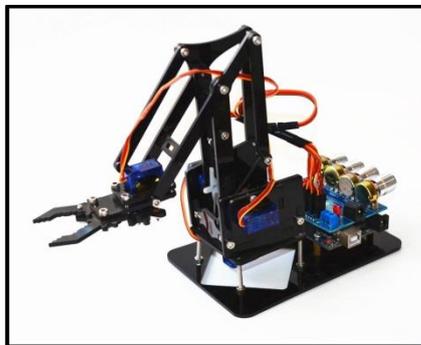
Robot ini digunakan di bawah laut untuk memonitor kondisi bawah laut dan juga untuk mengambil sesuatu di bawah laut yang tidak bisa dilakukan manusia



Gambar 2.7 Robot *Underwater*

2.4 Lengan Robot (*Arm Robot*)

Menurut Atmel Lesmana D, dkk (2020:177) Teknologi lengan robot yaitu robot yang menyerupai tangan manusia sebagai manipulator yang dapat diprogram ulang dengan berbagai pergerakan untuk berbagai tugas dan juga mengendalikan serta mensinkronkan peralatan dengan pekerjaannya. Input dari robot merupakan sekumpulan data dan diproses menjadi sebuah informasi. Data yang didapat dari sensor yang di tanamkan pada robot. Robot industri yang umum digunakan yaitu teknologi lengan robot.



Gambar 2.8 Robot Manipulator

2.4.1 Derajat kebebasan (*degree of freedom*)

Menurut Muhammad Iqbal Atmaja, dkk (2019:13) Derajat kebebasan atau yang dikenal dengan *degree of freedom* (DOF) Merupakan bilangan yang menyatakan jumlah masukan (penggerak) yang diperlukan oleh suatu mesin atau mekanisme dalam melakukan gerakan. Dalam perancangan robot mekanik ini mempunyai 2 derajat kebebasan yaitu sumbu z yang mewakili gerakan naik turun

dan sumbu x yang mewakili gerakan ke kanan atau kekiri. Persamaan mekanisme yang dipakai :

$$f = 3 (n-1) - 2l - h$$

dimana :

f = derajat kebebasan

n = jumlah mata rantai

l = pasangan rendah

h = pasangan tinggi

2.4.2 *Gripper*

Menurut Rahmat B, dkk (2018:4) Aktuator ini digunakan untuk mengambil benda yang ada di depan robot. *Gripper* terdiri dari servo yang dirangkai dengan bentuk menyerupai lengan. *Gripper* ini bekerja sesuai perintah yang dikirim dari mikrokontroler. Data dari posisi servo juga digunakan untuk menentukan perintah aksi robot selanjutnya.



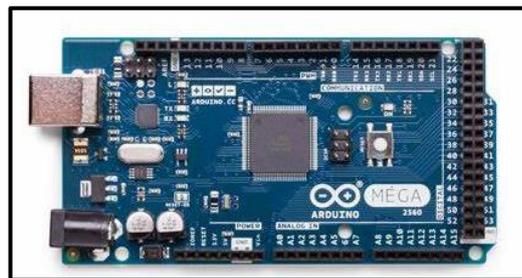
Gambar 2.9 *Gripper*

2.5 Mikrokontroler

Menurut Sutarsi Suhaeb, dkk (2017:2) Mikrokontroler adalah sebuah komputer kecil (*Special Purpose Computers*) di dalam satu IC yang berisi CPU, memori, timer, saluran komunikasi serial dan paralel, *Port input/output*, ADC. Mikrokontroler digunakan untuk suatu tugas dan menjalankan suatu program.

2.5.1 Arduino Mega 2560

Menurut Aqsha Adella, dkk (2018:7) Arduino merupakan mikrokontroler yang memang dirancang untuk bisa digunakan dengan mudah oleh para seniman dan desainer. Dengan demikian, tanpa mengetahui bahasa pemrograman, Arduino bisa digunakan untuk menghasilkan karya yang canggih. Arduino merupakan sebuah *platform hardware open source* yang mempunyai *input/output (I/O)* yang sederhana. Menggunakan Arduino sangatlah membantu dalam membuat suatu *prototyping* ataupun untuk melakukan pembuatan proyek. Arduino memberikan I/O yang sudah lengkap dan bisa digunakan dengan mudah. Arduino dapat digabungkan dengan modul elektro yang lain sehingga proses perakitan jauh lebih efisien. Arduino merupakan salah satu pengembang yang banyak digunakan. Keistimewaan Arduino adalah *hardware yang open source*.



Gambar 2.10 Arduino Mega 2560

2.6 Sensor

Menurut Basuki Rahmat, dkk (2018:2) Sensor adalah sesuatu yang digunakan untuk mendeteksi adanya perubahan lingkungan fisik atau kimia, sedangkan transduser adalah pengubah variabel keluaran dari sensor menjadi besaran listrik. Sensor sering digunakan untuk pendeteksian pada saat melakukan pengukuran atau pengendalian. Pada perakitan robot ini menggunakan 3 sensor yaitu sensor Warna TCS3200, *proximity* induktif dan sensor *proximity* kapasitif.

2.6.1 Sensor Inframerah

Menurut Bagja, R. (2019). Pada dasarnya, sensor garis merupakan sensor warna yang dibuat sedemikian rupa sehingga memiliki kemampuan untuk

membaca garis dengan prinsip pemantulan cahaya. Sensor garis dapat dibuat dengan beberapa cara. Cara yang dilakukan untuk membuat sensor garis pada rancang bangun robot pengikut garis ini adalah dengan menggunakan beberapa komponen elektronika, seperti Light Emitting Diode (LED), Photodiode, Light Depend Resistor (LDR), komparator, atau IC sensor warna.

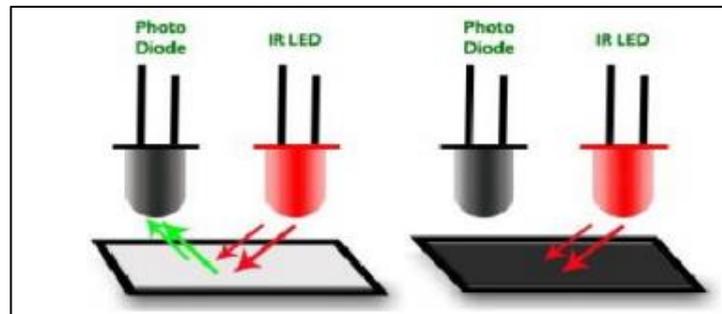
Pada dasarnya, sensor warna merupakan aplikasi dari teori gelombang cahaya. Pada gelombang cahaya, kita mengenal adanya spektrum cahaya. Dalam spektrum cahaya tersebut, terdapat beberapa warna dengan panjang gelombang dan frekuensi tertentu. Dengan menggunakan warna tertentu, frekuensi cahaya ini kemudian diolah menjadi sebuah energi yang digunakan oleh semikonduktor untuk dapat mengalirkan listrik. Dengan frekuensi yang cukup, semikonduktor dapat memiliki cukup energi untuk mengalirkan electron (atau arus listrik) sehingga semikonduktor dapat menjalankan sistem.

Sensor dapat dianalogikan sebagai mata dari robot yang berfungsi untuk membaca garis hitam dari jalur yang akan digunakan. Dengan menggunakan sensor maka robot mampu mengetahui kapan akan akan maju atau mundur dan juga tahu kapan berbelok kekanan dan juga kapan akan berbelok ke kiri.

Sensor yang umum dipakai untuk robot pengikut garis adalah sensor inframerah yang dipasang pada bagian depan bawah dari robot. Sensor harus mampu mengetahui garis terang dari latar belakang gelap atau sebaliknya. Sensor penerima cahaya inframerah yang biasa digunakan adalah photo dioda dan photo transistor yang dipasang dua atau lebih pada bagian depan bawah dari robot pengikut garis.

Prinsip kerja sensor sangat sederhana, ketika pemancar (transmitter) berupa LED infrared yang memancarkan cahaya pada bidang berwarna putih. Cahaya akan dipantulkan hampir semuanya oleh bidang berwarna putih. Ketika LED inframerah memancarkan cahaya ke bidang yang berwarna gelap atau hitam maka cahaya akan banyak diserap oleh bidang gelap tersebut sehingga cahaya yang masuk kebagian penerima (receiver) akan sedikit atau bahkan tidak ada. Agar mampu dibaca oleh mikrokontroler maka tegangan sensor harus disesuaikan

dengan level tegangan digital yaitu 0VDC – 1VDC untuk logika Low dan 3VDC sampai 5VDC untuk logika High.



Gambar 2.11 Prinsip Kerja Sensor Inframerah

2.6.2 Sensor Proximity Induktif

Wafi, A., Setyawan, H., & Ariyani, S. (2020:22). Sensor induktif adalah tipe sensor jarak yang dapat digunakan untuk mendeteksi logam atau metal. Sensor proximity induktif tingkat sensitivitas sangat tinggi. Jarak jangkauan pembacaan 1mm. proses pembacaan objek dipengaruhi oleh permukaan benda dan jarak.

Agustya, A. F., & Fahruzi, A. (2020, September). Sensor *proximity* induktif dapat mendeteksi target metal yang mendekati ke sensor tanpa adanya sentuhan fisik. Ketika target mendekati medan magnet, arus induksi atau *eddy current* mengalir pada target karena induksi elektromagnetik. Semakin dekat target dengan sensor maka arus atau ampere induksi semakin besar dan mengakibatkan beban pada rangkaian osilasi meningkat. Sensor mendeteksi adanya perubahan amplitudo osilasi pada serangkaian dan menghasilkan output sinyal deteksi.

Tabel 2.2 Spesifikasi Autonic PRL 18-8 DP

<i>Type</i>	<i>Cylindrical round (PR Series)</i>
<i>Sensing Distance</i>	<i>8 mm</i>
<i>Header demension / square</i>	<i>18 mm</i>
<i>Shield</i>	<i>Non Shield</i>
<i>Connection Type</i>	<i>2m cable loose leads</i>
<i>Voltage</i>	<i>12 - 24 VDC</i>
<i>Wire Type</i>	<i>DC 3-wire</i>
<i>Output Type</i>	<i>PNP</i>



Gambar 2.12 Sensor Proximity Induktif

2.6.3 Sensor Proximity Kapasitif

Wafi, A., Setyawan, H., & Ariyani, S. (2020:22). Sensor kapasitif merupakan sensor yang dapat mendeteksi bahan logam dan non logam dan bekerja berdasarkan konsep kapasitif. Jarak jangkauan deteksi dari sensor yaitu sejauh 5mm. Proses pembacaan objek dipengaruhi oleh luas permukaan benda, jarak dan jenis bahan benda.

Agustya, A. F., & Fahruzi, A. (2020, September). Sensor proximity kapasitif bekerja dan aktif untuk mendeteksi ada atau tidaknya objek dengan melihat perubahan nilai kapasitansi ketika didekatkan dengan benda tertentu. Sensor ini akan membangkitkan medan elektrik dan nantinya akan mendeteksi nilai kapasitansi ketika medan elektrik ini memotong suatu objek.

Tabel 2.3 Spesifikasi Autonic CR 18-8 DN

<i>Type</i>	<i>Cylindrical round (PR Series)</i>
<i>Sensing Distance</i>	<i>18 mm</i>
<i>Header demension / square</i>	<i>18 mm</i>
<i>Shield</i>	<i>Shielded</i>
<i>Connection Type</i>	<i>2 m cable loose leads</i>
<i>Voltage</i>	<i>12 - 30 VDC</i>
<i>Wire Type</i>	<i>DC 3-wire</i>
<i>Output Type</i>	<i>PNP</i>



Gambar 2.13 Sensor Proximity Kapasitif

2.6.4 Sensor Warna TCS3200

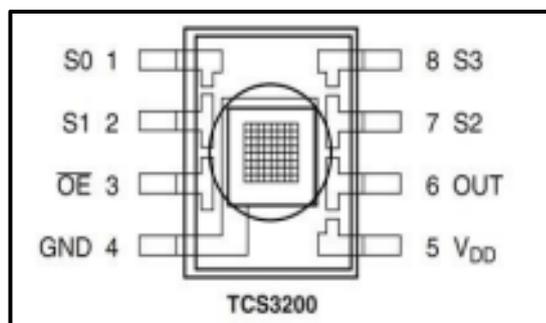
Menurut Husni, N. L, dkk (2020:298) sensor TCS3200 merupakan konverter yang diprogram untuk mengubah warna menjadi frekuensi yang tersusun atas konfigurasi *silicon photodiode* dan konverter arus ke frekuensi dalam IC CMOS *monolithic* yang tunggal. Keluaran dari sensor ini adalah gelombang kotak (*duty cycle 50%*) frekuensi yang berbanding lurus dengan intensitas cahaya (*irradiance*).

Di dalam TCS3200 (Gambar 2.11), konverter mengubah warna ke ke frekuensi dengan cara membaca sebuah *array 8x8 photodiode*, dimana, 16 photodiode mempunyai penyaring warna biru, 16 *photodiode* mempunyai penyaring warna merah, 16 *photodiode* mempunyai penyaring warna hijau dan 16 *photodiode* untuk warna terang tanpa penyaring.



Gambar 2.14 Sensor TCS3200

Sensor warna TCS3200 memiliki konfigurasi pin dengan fungsi yang berbeda seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.12 dan Tabel 2.2.



Gambar 2.15 Pin-pin Sensor Warna TCS3200

Tabel 2.4 Fungsi Pin Sensor Warna TCS3200

Nama	No Kaki IC	I/O	Fungsi Pin
GND	4	-	Sebagai <i>Ground</i> pada <i>power supply</i>
OE	3	1	<i>Output enable</i> , sebagai <i>input</i> untuk frekuensi <i>output</i> skala rendah
OUT	6	0	Sebagai <i>output</i> frekuensi
S0, S1	1,2	1	Sebagai saklar pemilih pada frekuensi <i>output</i> skala tinggi
S2,S3	7,8	1	Sebagai saklar pemilih 4 kelompok dioda
Vdd	5	-	<i>Supply</i> tegangan

2.7 Motor Servo

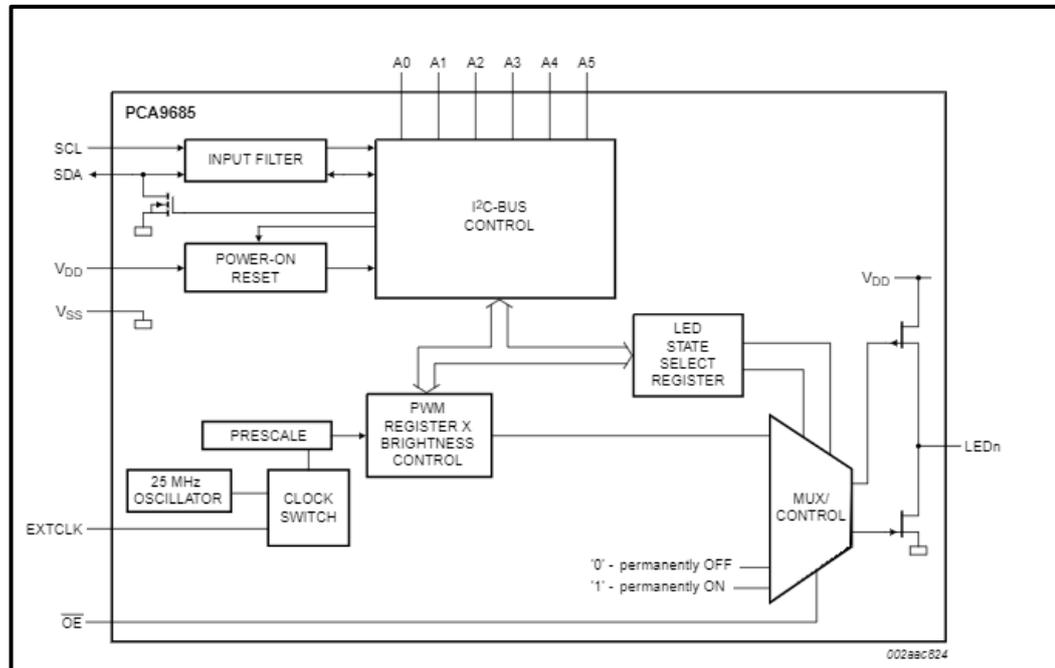
Menurut Ulinuha Latifa, Joko Slamet Saputro (2018:139) Motor servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo), sehingga dapat *diset-up* atau diatur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros *output* motor. Motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer. Serangkaian gear yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo.

**Gambar 2.16** Motor Servo

2.8 Driver Motor Servo PCA9685

Driver motor servo tipe *servo shield* PCA9685 digunakan untuk mengendalikan sejumlah motor servo secara paralel. *Driver* motor ini memiliki enam belas kanal *pulse width modulation* (PWM) yang dapat

mengendalikan enam belas buah motor servo sekaligus (Ludony, S. G., Mulyadi, M., & Indriati, K. 2020:117).



Gambar 2.17 Blok Diagram PCA9685

2.9 Motor DC

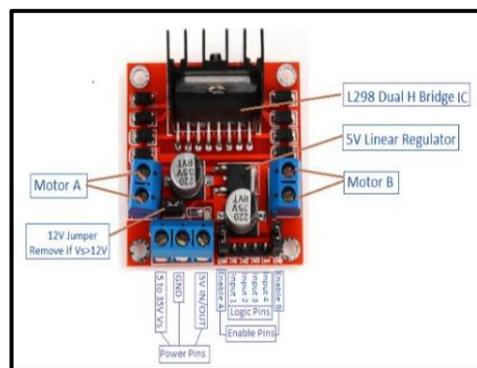
Motor DC adalah suatu mesin listrik yang berguna sebagai motor listrik jika terjadi proses konvensi dari energi listrik menjadi energi mekanik didalamnya. Motor DC merupakan motor yang membutuhkan suplai tegangan searah pada kumparan jangkar dan kumparan medan yang kemudian akan diubah menjadi energi mekanik. Motor DC terdiri dari tiga bagian yang berputar atau yang disebut rotor. Kemudian bagian yang tidak berputar atau disebut dengan kutub medan atau statot, dan yang terakhir adalah komutato (Fauziyah dan Atisobhita 2017: 217)



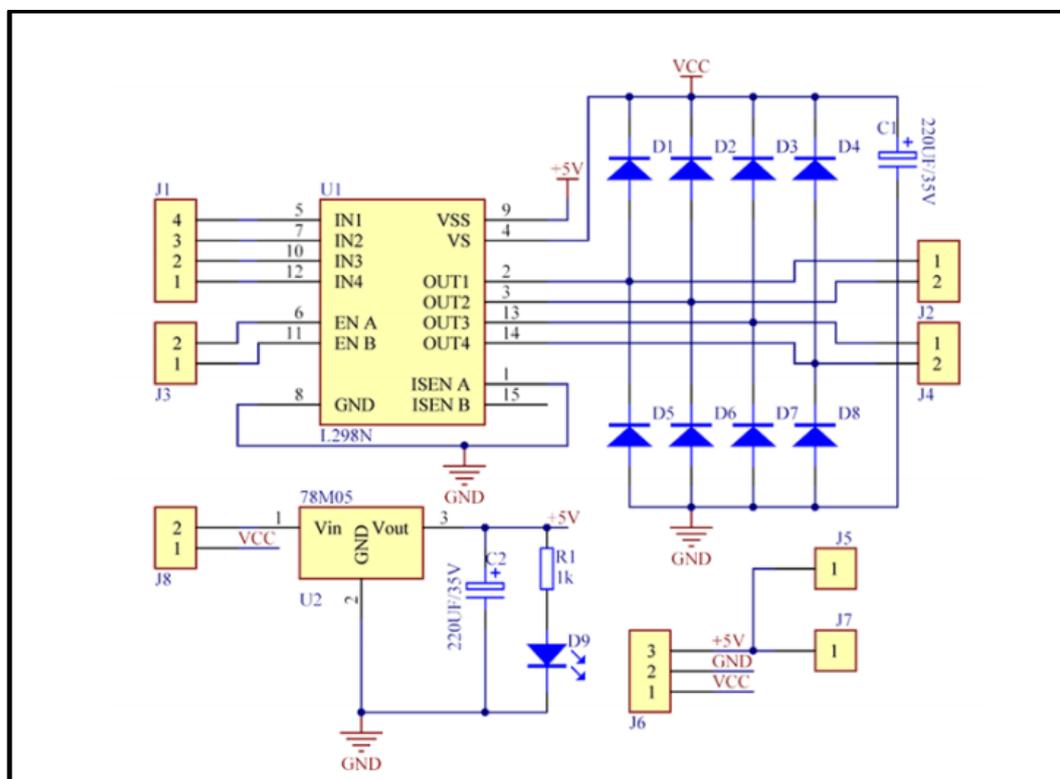
Gambar 2.18 Motor DC

2.10 Motor Driver L298N

Menurut Muhandian, R., & Krismadinata, K. (2020:331). Driver motor L298N merupakan driver motor dua H bridge yang dapat mengoperasikan 2 buah motor sekaligus, pada dasarnya driver motor mempunyai fungsi yang sama dengan saklar. Driver L298N membutuhkan supply 12 volt dan 5 volt dimana kecepatan motor dapat diatur dengan logic high low dan modulasi lebar pulsa (PWM).



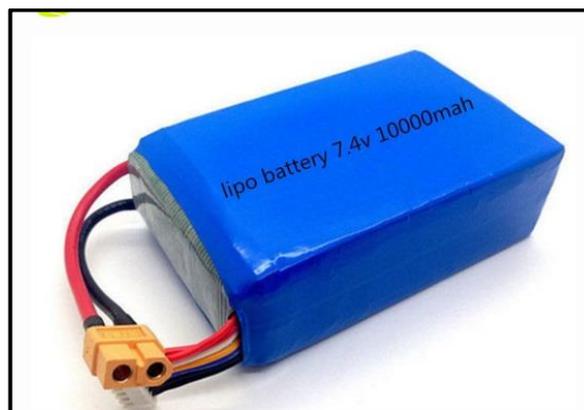
Gambar 2.19 Kit Motor Driver L298N



Gambar 2.20 Skematik Diagram Motor Driver L2986

2.11 Baterai

Menurut Muhammad Johan Setiawan (2019:4) Baterai adalah sebuah alat yang dapat merubah energi kimia yang disimpannya menjadi energi listrik yang dapat digunakan oleh suatu perangkat elektronik. Hampir semua perangkat elektronik yang portabel seperti *handphone*, laptop, senter, ataupun *remote control* menggunakan baterai sebagai sumber listriknya. Dengan adanya baterai, kita tidak perlu menyambungkan kabel listrik untuk dapat mengaktifkan perangkat elektronik kita sehingga dapat dengan mudah dibawa kemana-mana. Dalam kehidupan kita sehari-hari, kita dapat menemui dua jenis baterai yaitu baterai yang hanya dapat dipakai sekali saja (*Single Use*) dan baterai yang dapat di isi ulang (*Rechargeable*).



Gambar 2.21 Baterai

2.12 *Liquid Crystal Display (LCD)*

Menurut M.Natsir,dkk (2019:71) LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah salah satu jenis *display* elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS *logic* yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap *front-lit* atau mentransmisikan cahaya dari *back-lit*. LCD berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik.

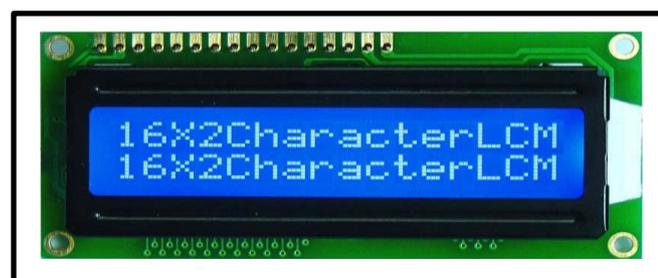
LCD adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan *seven-segment* dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan

medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen. Lapisan *sandwich* memiliki *polarizer* cahaya vertikal depan dan *polarizer* cahaya horizontal belakang yang diikuti dengan lapisan *reflektor*. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan.

Menurut Muhamad Royhan (2018:34) Layar LCD merupakan suatu media penampilan data yang sangat efektif dan efisien dalam penggunaannya. Untuk menampilkan sebuah karakter pada layar LCD diperlukan beberapa rangkaian tambahan. Untuk lebih memudahkan para pengguna, maka beberapa perusahaan elektronik menciptakan modul LCD Tampilan LCD untuk menampilkan angka atau teks. dua jenis LCD Display. LCD yang digunakan untuk tampilan pengaturan menggunakan LCD 16x2 LCD dibagi menjadi dua bagian yaitu bagian depan panel LCD yang terdiri dari banyak dot atau titik LCD dan mikrokontroler yang menempel pada bagian belakang panel LCD yang berfungsi untuk mengatur titik-titik LCD sehingga dapat menampilkan huruf, angka, dan simbol khusus yang dapat terbaca.

2.12.1 Karakteristik LCD 16x2

1. 16 karakteristik x 2 baris
2. 5x7 titik matriks karakter + kursor
3. HD44780 *equivalent* LCD controller/diver built-in
4. 4 bit atau 8 bit MPU *interface* Tipe standar
5. Bekerja hampir semua mikrokontroler (Muhamad Royhan,2018:35)



Gambar 2.22 Bentuk Fisik LCD 16 x 2

2.12.2 Spesifikasi LCD 16x2

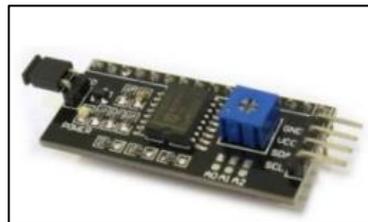
Tabel 2.5 Spesifikasi LCD 16x2

Pin	Simbol	Fungsi
1	V _{ss}	Ground
2	V _{dd}	+3V Atau +5V
3	V _o	Pengatur Kontras
4	R _s	H/L Register Select Signal
5	R/W	Read/Write Signal
6	EN	Enable Signal
7-14	Data	I/O Pins
15	Anoda	Tegangan Positif
16	Katoda	Tegangan Negatif

(Muhamad Royhan,2018:34)

2.13 I2C LCD Module

Menurut Siswanto, A., Sitepu, R., Lestariningsih, D., Agustine, L., Gunadhi, A., & Andyardja, W. (2020). I2C adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didisain khusus untuk mengirim maupun menerima data. Sistem I2C terdiri dari saluran SCL (Serial Clock) dan SDA (Serial Data) yang membawa informasi data antara I2C dengan pengontrolnya. Dengan pemakaian modul I2C ini hanya diperlukan 2 port saja untuk mengendalikan LCD sehingga menghemat pemakaian port pada mikrokontroler.



Gambar 2.23 I2C Module

2,14 Line Tracking

Menurut Husni, N. L, dkk (2020:297) *Line Tracking* merupakan istilah untuk lintasan yang akan diikuti oleh robot. Robot yang menelusuri lintasan ini disebut sebagai robot *line follower*. Robot ini bertugas mengikuti suatu garis dengan rute yang sudah ditentukan. Robot *line follower* bergerak secara otomatis dan terprogram menggunakan suatu *chip* mikrokontroler. Proses pergerakan robot

dikontrol oleh motor yang terhubung dengan mikrokontroler yang secara otomatis mengendalikan laju putaran motor. Proses pergerakan motor dipengaruhi oleh sensor garis yang berupa photo sensor sebagai penjejak warna garis.

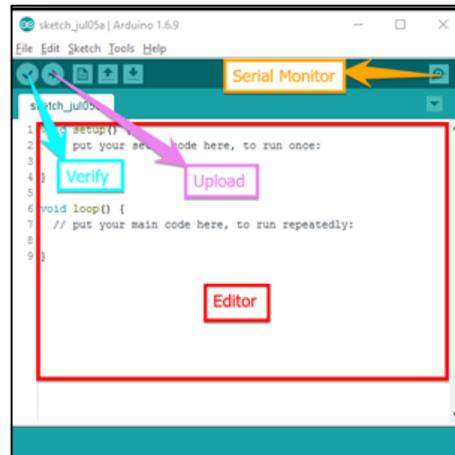
Ada beberapa bagian yang harus terpenuhi dalam pembuatan sebuah robot *line follower*. Setiap bagian memiliki fungsi-fungsi tersendiri agar robot dapat bekerja dengan baik, sebagai contoh: sensor *Photodiode* dengan ADC (*Analog Digital Converter*). Sensor ini memiliki fungsi sebagai pendeteksi garis pada lintasan robot. Komponen penyusun dari sensor ini adalah LED infra merah dan *photodiode*. LED infra merah berfungsi sebagai pemancar (*transmitter*) dan *photodiode* sebagai penerima (*receiver*). Pemasangan sensor ini adalah saling sejajar karena memanfaatkan efek pemantulan cahaya dari pemancar ke penerima. Sifat dari *photodiode* adalah jika semakin banyak cahaya yang diterima, maka nilai resistansi diodanya semakin kecil. Dengan melakukan sedikit modifikasi, maka besaran resistansi tersebut dapat diubah menjadi tegangan. Sehingga jika sensor berada di atas garis hitam, maka tegangan keluaran sensor akan kecil, demikian pula sebaliknya (Husni, N. L., Rasyad, S., Putra, M. S., Hasan, Y., & Al Rasyid, J. 2020).

2.15 Arduino IDE (*Integrated Development Environment*)

Menurut Moh Shofiyullah dan Sulistiyanto (2020:2) *Integrated Development Environment* (IDE) merupakan program yang digunakan untuk membuat program pada Arduino Uno Program yang ditulis dengan menggunakan *Software Arduino* (IDE) disebut sebagai *sketch*. *Sketch* ditulis dalam suatu *editor* teks dan disimpan dalam file dengan ekstensi *ino*. Pada *Software Arduino* IDE, terdapat semacam *message box* berwarna hitam yang berfungsi menampilkan status, seperti pesan error, *compile*, dan upload program. Di bagian bawah paling kanan *software Arduino* IDE, menunjukkan *board* yang terkonfigurasi beserta *COM Ports* yang digunakan.

1. *Verify/Compile* berfungsi untuk mengecek apakah *sketch* yang dibuat ada kekeliruan dari segi sintaks atau tidak. Jika tidak ada kesalahan, maka sintaks yang dibuat akan *dcompile* ke dalam bahasa mesin.

2. *Upload* berfungsi mengirimkan program yang sudah dikompilasi ke *Arduino Board*.



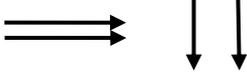
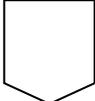
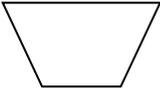
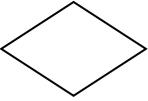
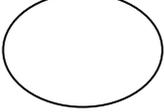
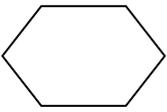
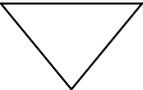
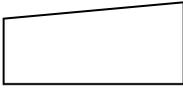
Gambar 2.24 Arduino IDE

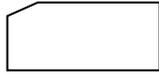
Menurut Andreanus Calvin Hugo,dkk (2020:3) Arduino Uno merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Pada tampilan awal arduino IDE terdapat tombol *verify* dapat mengkompilasi program yang ada di *editor*, Tombol *New* memiliki fungsi membuat program baru dengan mengosongkan isi dari jendela *editor*. IDE memberikan kesempatan untuk menyimpan semua perubahan yang sebelumnya belum di *save*. Ketika mengklik tombol *upload* Arduino IDE mengkompilasi program dan *upload* ke papan arduino uno yang telah dipilih di IDE menu *Tools* lalu ke *serial port*.

2.16 Flowchart

Menurut Santoso,dkk (2017:86) *Flowchart* adalah representasi secara simbolik dari suatu algoritma atau prosedur untuk menyelesaikan suatu masalah, dengan menggunakan *flowchart* akan memudahkan pengguna melakukan pengecekan bagian-bagian yang terlupakan dalam analisis masalah, disamping itu *flowchart* juga berguna sebagai fasilitas untuk berkomunikasi antara pemrogram yang bekerja dalam tim suatu proyek. *Flowchart* membantu memahami urutanurutan logika yang rumit dan panjang. *Flowchart* membantu mengkomunikasikan jalannya program ke orang lain (bukan pemrogram) akan lebih mudah.

Tabel 2.5 Simbol Diagram *Flowchart*

NO	SIMBOL	KETERANGAN
1		Simbol arus/ <i>flow</i> , berfungsi untuk menyatakan jalannya arus suatu proses
2		Simbol <i>connector</i> , berfungsi untuk menyatakan sambungan dari proses ke proses lainnya dalam halaman yang sama
3		Simbol <i>offline connector</i> , berfungsi untuk menyatakan sambungan dari proses ke proses lainnya dalam halaman yang berbeda
4		Simbol <i>process</i> , berfungsi untuk menyatakan suatu tindakan (proses) yang dilakukan oleh komputer
5		Simbol <i>manual</i> , berfungsi untuk menyatakan suatu tindakan (proses) yang tidak dilakukan oleh komputer
6		Simbol <i>decision</i> , berfungsi untuk menunjukkan suatu kondisi tertentu yang akan menghasilkan dua kemungkinan jawaban : ya/tidak
7		Simbol <i>teminal</i> , berfungsi untuk menyatakan permulaan atau akhir suatu program
8		Simbol <i>predefined process</i> , berfungsi untuk menyatakan penyediaan tempat penyimpanan suatu pengolahan untuk memberi harga awal
9		Simbol <i>keying operation</i> , berfungsi untuk menyatakan segala jenis operasi yang diproses dengan menggunakan suatu mesin yang mempunyai <i>keyboard</i>
10		Simbol <i>offline-storage</i> , berfungsi untuk menunjukkan bahwa data dalam simbol ini akan disimpan ke suatu media tertentu
11		Simbol <i>offline-storage</i> , berfungsi untuk menunjukkan bahwa data dalam simbol ini akan disimpan ke suatu media tertentu

12		Simbol <i>input/output</i> , berfungsi untuk menyatakan proses <i>input</i> atau <i>output</i> tanpa tergantung jenis peralatannya
13		Simbol magnetic tape, berfungsi untuk menyatakan input berasal dari pita magnetis atau output disimpan ke pita magnetis
14		Simbol disk storage, berfungsi untuk menyatakan input berasal dari disk atau output disimpan ke disk
15		Simbol document, berfungsi untuk mencetak keluaran dalam bentuk dokumen (melalui printer)
16		Simbol punched card, berfungsi untuk menyatakan input berasal dari kartu atau output ditulis ke kartu