

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Sensor Infra Red

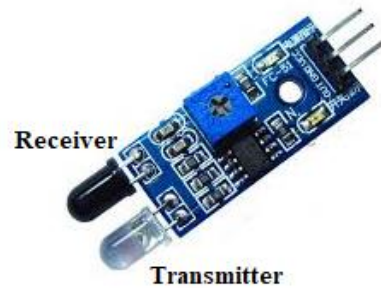
Sensor infra red adalah perangkat elektronik, yang memancarkan cahaya dari led dan cahaya diterima oleh photodiode. Sensor ini juga dapat mendeteksi panas serta pergerakan pada benda. Jenis sensor ini hanya mengukur radiasi pancaran. Biasanya benda yang dipancarkan memiliki pengaruh panas yang berbeda terhadap sensor. Sinyal yang dipancarkan oleh transmitter diterima oleh receiver infra red dan kemudian didecodekan sebagai sebuah paket data biner.

Sensor Infra Red adalah suatu gelombang cahaya yang mempunyai panjang gelombang lebih tinggi dari pada cahaya merah. Tabel 2.1 menunjukkan spektrum cahaya tampak dan cahaya merah.

**Tabel 2.1** Spektrum cahaya

<b>Warna</b>	<b>Panjang Gelombang (nm)</b>
Ungu	400
Biru	470
Hijau	565
Kuning	590
Jingga	630
Merah	780
Infra Red	800-1000

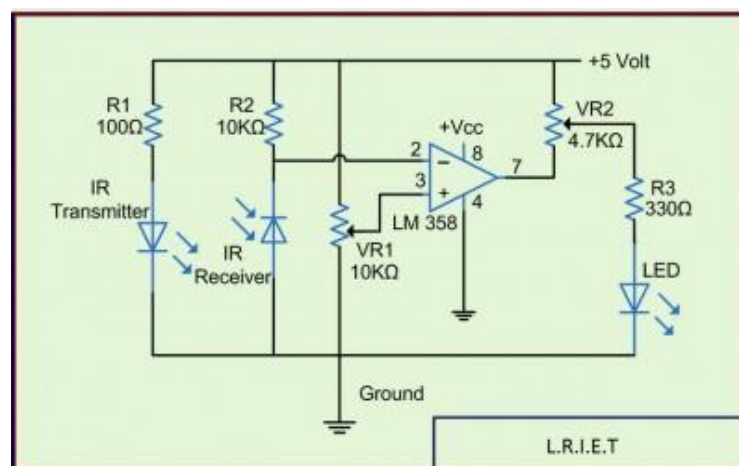
Sinar infra red tergolong ke dalam sinar yang tidak tampak. Jika dilihat dengan spektroskop sinar maka radiasi sinar infra red tampak pada spektrum gelombang elektromagnet dengan panjang gelombang diatas panjang gelombang sinar merah. Dengan panjang gelombang ini, sinar infra red tidak dapat dilihat oleh mata tetapi radiasi panas yang ditimbulkannya masih terasa.



**Gambar 2.1** Sensor infra red  
(Engineering, 2017)

Sensor infrared ini terdiri dari komponen-komponen berikut :

1. LM358 IC 2 IR pasangan pemancar dan penerima
2. Resistor dari kisaran kilo ohm.
3. Resistor variabel.
4. LED (Light Emitting Diode).



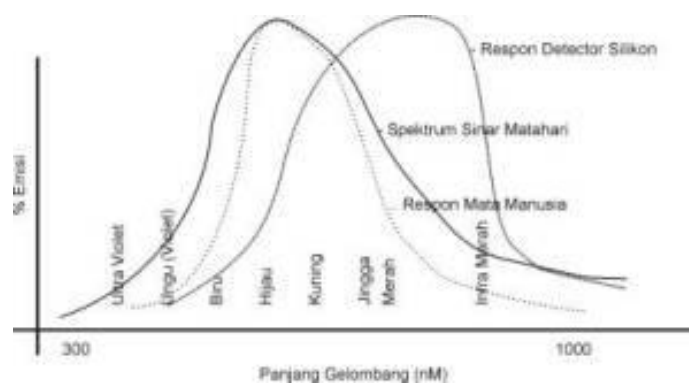
**Gambar 2.2** Sirkuit Rangkaian Infra red  
(Electronics, 2013)

Bagian pemancar termasuk sensor infrared, yang mentransmisikan sinar infra red terus menerus untuk diterima oleh transmitter (photodiode) . Terminal keluaran pada penerima bervariasi tergantung pada penerimaan sinar infrared. Karena variasi ini tidak dapat dianalisis, maka output ini dapat dimasukkan ke

rangkaian komparator. Di sini penguat operasional (op-amp) dari LM 339 digunakan sebagai rangkaian pembanding. Ketika penerima IR tidak menerima sinyal, potensi pada input pembalik akan lebih tinggi daripada input non-pembalik dari IC komparator (LM339). Dengan demikian output komparator rendah, tetapi LED tidak menyala. Ketika modul penerima IR menerima sinyal ke potensial pada input pembalik, sinyal akan turun. Dengan demikian output komparator (LM 339) menjadi tinggi dan LED mulai menyala. Resistor R1 (100), R2 (10k) dan R3 (330) digunakan untuk memastikan bahwa arus minimum 10 mA melewati Perangkat infra red LED seperti Photodiode dan LED normal masing-masing. Resistor VR2 (preset = 5k) digunakan untuk menyesuaikan terminal output. Resistor VR1 (preset = 10k) digunakan untuk mengatur sensitivitas Diagram sirkuit.

### 2.1.1 Karakteristik Infra Red

1. Bentuknya tidak terlihat dengan kasat mata atau mata telanjang.
2. Timbulnya diakibatkan oleh komponen-komponen pendukung seperti panas.
3. Tidak dapat menembus materi yang tidak tembus pandang.
4. Merupakan salah satu teknologi yang tembus pandang.
5. Panjang gelombang pada infra merah memiliki hubungan yang berlawanan atau berbanding terbalik dengan suhu. Ketika suhu mengalami kenaikan, maka panjang gelombang mengalami penurunan.



**Gambar 2.3** Respon Penerimaan Sensor Infra Merah (Raden, 2011)

### 2.1.2 Prinsip kerja sensor infra red

Ketika gelombang infra red membentur suatu penghalang maka sebagian gelombang tersebut akan dipantulkan sebagian diserap dan sebagian yang lain akan diteruskan. Proses ini ditunjukkan pada gambar berikut :



**Gambar 2.4** Proses pemantulan gelombang infra red  
(Raden, 2011)

### 2.2 Metal Detector

Metal detektor adalah sebuah alat yang mampu mendeteksi keberadaan logam dalam jarak tertentu. Logam yang dapat di deteksi dengan rangkaian detektor logam ini adalah logam yang mengandung unsur besi seperti alumunium dan stainless steel yang dapat mempengaruhi medan magnet.

**Tabel 2.2** Spesifikasi Metal Detektor MDS-60

Parameter	Value
Name	Metal Detector
Operating Voltage	DC 3-5 V
Operating Current	40 Ma
Standby Current	5 Ma
Detection Distance	60 mm
Alarm Mode	Sound/Light
Difficulty	Easy
PCB Size	86*61 mm



**Gambar 2.5** Bentuk fisik Sensor MDS-60  
(Goughlui, 2013)

### 2.2.1 Prinsip kerja Metal Detektor

Metal detektor bekerja berdasarkan prinsip mentransmisikan medan magnet dan menganalisis sinyal balik dari target dan lingkungan. Medan magnet ditransmisikan dalam waktu yang bervariasi, biasanya pada tingkat sinyal audio yang cukup tinggi. Receiver dalam bentuk koil terhubung untuk menerima dan memproses sinyal elektronik. Koil pengirim dan koil penerima terkadang merupakan koil yang sama. Kumputan yang di dalam koil perumahan biasanya disebut "koil".

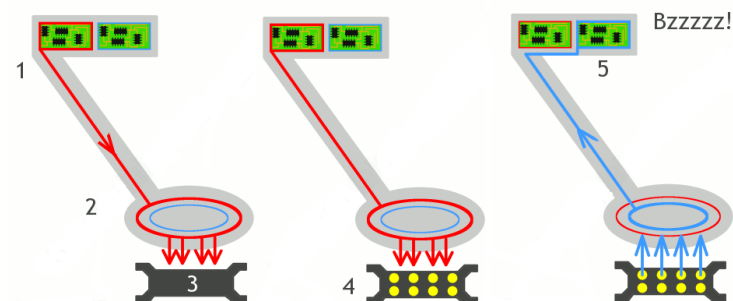
Medan magnet yang ditransmisikan berubah dan menyebabkan arus listrik mengalir dalam target logam. Arus listrik ini disebut arus eddy, menghasilkan medan magnet yang lemah, tetapi medan magnet yang dihasilkannya berbeda dari medan magnet yang ditransmisikan dalam bentuk dan kekuatan. Bentuk tersebut diubah dari medan magnet yang diregenerasi digunakan detektor logam untuk mendeteksi target logam. "Bentuk" ialah dalam penundaan waktu.

Medan magnet regenerasi dari arus eddy menyebabkan sinyal tegangan bolak-balik pada koil penerima. Sinyal ini diperkuat oleh elektronik karena target yang tersimpan relatif menghasilkan sinyal di koil penerima yang jutaan kali lebih lemah daripada sinyal dalam koil transmisi, dengan demikian perlu diperkuat ke tingkat yang wajar agar elektronik dapat diproses :

1. Mengirimkan sinyal dari elektronik menyebabkan arus listrik dalam koil transmisi.

2. Arus listrik dalam koil transmisi menyebabkan medan magnet yang ditransmisikan.
3. Medan magnet yang ditransmisikan menyebabkan arus listrik mengalir di target logam (disebut arus eddy.)
4. Arus eddy menghasilkan medan magnet. Bagian ini diubah dan dibandingkan dengan bagian yang ditransmisikan.
5. Receive coil mendeteksi medan magnet yang dihasilkan oleh arus eddy sebagai tegangan yang sangat kecil.
6. Sinyal dari koil penerima diperkuat oleh elektronik penerima, kemudian diproses untuk mengekstrak sinyal dari target, bukan sinyal dari sumber magnetik lingkungan lain seperti medan magnet bumi.

Tegangan yang masuk di bagian atas detektor logam mengaktifkan sirkuit pemancar (merah) yang mengalirkan listrik melalui kabel di pegangan ke koil pemancar (merah) di bagian bawah. Ketika listrik mengalir melalui koil pemancar dan menciptakan medan magnet di sekitarnya. Medan magnet membuat aliran arus listrik di dalam benda logam. Arus listrik yang mengalir ini menghasilkan medan magnet lain di sekitar objek. Medan magnet memotong koil penerima (biru) yang bergerak di atasnya. Medan magnet membuat aliran listrik di sekitar kumparan penerima dan naik ke sirkuit penerima (biru) di bagian atas, membuat suara pada buzzer dan memberi tahu bahwa telah menemukan sesuatu. Berikut dapat dilihat pada gambar 2.6 :



**Gambar 2.6** Prinsip kerja sensor Metal Detektor  
(Chris, 2018)

### 2.3 Mikrokontroler ATmega328

ATmega328 adalah mikrokontroler keluaran dari atmel yang mempunyai arsitektur RISC (Reduce Instruction Set Computer) yang dimana setiap proses eksekusi data lebih cepat dari pada arsitektur CISC (Completed Instruction Set Computer). Mikrokontroler ini memiliki beberapa fitur antara lain :

- a. 130 macam instruksi yang hampir semuanya dieksekusi dalam satu siklusclock.
- b. 32 x 8-bit register serbaguna.
- c. Kecepatan mencapai 16 MIPS dengan clock 16MHz.
- d. 32 KB Flash memory dan pada arduino memiliki bootloader yang menggunakan 2 KB dari flash memory sebagai bootloader.
- e. Memiliki EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) sebesar 1KB sebagai tempat penyimpanan data semi permanent karena EEPROM tetap dapat menyimpan data meskipun catu dayadimatikan.
- f. Memiliki SRAM (Static Random Access Memory) sebesar 2KB.
- g. Memiliki pin I/O digital sebanyak 14 pin 6 diantaranya PWM (Pulse Width Modulation)output.
- h. Master / Slave SPI Serialinterface.

Mikrokontroler ATmega 328 memiliki arsitektur Harvard, dimana memori untuk kode program dan memori data dipisahkan sehingga dapat memaksimalkan kerja dan parallelism. Instruksi – instruksi dalam memori program dieksekusi dalam satu alur tunggal, dimana pada saat satu instruksi dikerjakan instruksi berikutnya sudah diambil dari memori program. Konsep inilah yang memungkinkan instruksi – instruksi dapat dieksekusi dalam setiap satu siklus clock.

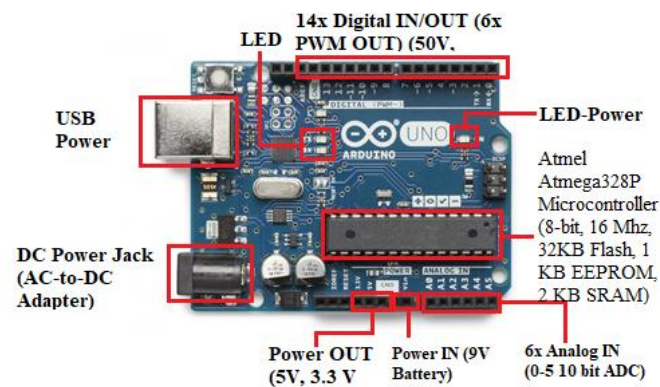
### 2.4 Arduino Uno

Arduino Uno adalah salah satu produk berlabel Arduino yang sebenarnya adalah papan elektronik yang terdapat mikrokontroler ATmega 328 (sebuah keping yang secara fungsional bertindak seperti sebuah komputer). Arduino ini memiliki pin 14 digital input/output (6 pin dapat digunakan sebagai output PWM),

6 analog input, frekuensi clock 16 MHz, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Untuk menggunakannya tinggal melakukan koneksi USB dengan komputer atau menggunakan adaptor AC ke DC.

### 2.4.1 Bagian-bagian Arduino Uno

Terdapat bagian-bagian pada papan Arduino Uno dimana memiliki fungsinya yang membentuk satu kesatuan dalam menjalankan kerja alat dan program. Gambar 2.7 merupakan bagian-bagian yang terdapat pada papan Arduino Uno



**Gambar 2.7** Bagian Arduino Uno  
(Handoko, 2017)

a. Pin input/output digital(0-13)

Terdapat 14 pin yang berfungsi sebagai input atau output, dapat diatur oleh program. Untuk 6 buah pin 3, 5, 6, 9, 10 dan 11, dapat juga berfungsi sebagai pin analog output dimana tegangan output-nya dapat diatur. Nilai sebuah pin output analog dapat diprogram antara 0–255, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0–5V.

b. USB (Universal SerialBus)

Fasilitas USB yang diberikan oleh Arduino Uno ini memiliki fungsi sebagai berikut :

- 1) Memuat program dari komputer kedalam papan.
- 2) Komunikasi serial antara papan dan komputer.
- 3) Memberikan daya listrik kedalampapan.



c. SambunganSV1

Merupakan sambungan atau jumper untuk memilih sumber daya papan, apakah dari sumber eksternal atau menggunakan USB. Sambungan ini tidak diperlukan lagi pada papan Arduino versi terakhir karena pemilihan sumber daya eksternal atau USB dilakukan secara otomatis.

d. Q1 – Kristal (quartz crystaloscillator)

Kristal merupakan komponen yang menghasilkan detak-detak yang dikirim pada mikrokontroller agar melakukan sebuah operasi untuk setiap detak-nya. Kristal ini dipilih yang berdetak 16 juta kali per detik (16MHz).

e. Tombol reset S1

Tombol ini berfungsi untuk me-reset papan sehingga program akan mulai lagi dari awal, tombol reset ini bukan untuk menghapus program atau mengosongkan microcontroller.

f. In-Circuit Serial Programming(ICSP)

Port ICSP memungkinkan pengguna untuk memprogram microcontroller secara langsung, tanpa melalui bootloader. Umumnya pengguna Arduino tidak melakukan ini sehingga ICSP tidak terlalu dipakai walaupun disediakan.

g. IC 1 – MikrokontrollerATmega

Komponen utama papan Arduino, di dalamnya terdapat CPU, ROM dan RAM.

h. X1 – sumber daya eksternal

Jika hendak disuplai dengan sumber daya eksternal, papan Arduino dapat diberikan tegangan DC antara 9-12V.

i. 6 pin input analog(0-5)

Pin ini sangat berguna untuk membaca tegangan yang dihasilkan oleh sensor analog, seperti sensor suhu. Program dapat membaca nilai sebuah pin input antara 0 – 1023, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0 – 5V.

## 2.4.2 Spesifikasi Bagian-bagian Arduino Uno

**Tabel 2.3** Spesifikasi Arduino Uno

<i>Microcontroller</i>	Atmega 328P
<i>Operating Voltage</i>	5 V
<i>Input Voltage (Recommended)</i>	7-12 V
<i>Input Voltage (Limit)</i>	6-20 V
<i>Digital I/O Pins</i>	14 (of which 6 provide PWM output)
<i>PWM Digital I/O Pins</i>	6
<i>Analog Input Pins</i>	6
<i>DC Current per I/O Pin</i>	20 mA
<i>DC Current for 3.3 V Pin</i>	50 mA
<i>Flash Memory</i>	32 Kb (Atmega 328P) Of which 0.5 KB used by bootloader
<i>EEPROM</i>	1 Kb (Atmega 328P)
<i>Clock Speed</i>	16 Mhz

### a. Power

Arduino dapat diberikan power melalui koneksi USB atau power supply. Power dapat diatur secara otomatis. Power supply dapat menggunakan adaptor DC atau baterai. Adaptor dapat dikoneksikan dengan mencolok jack adaptor pada koneksi port input supply. Papan arduino uno dapat dioperasikan menggunakan supply dari luar sebesar 6 - 12 volt. Jika supply kurang dari 7V, kadangkala pin 5V akan menyuplai kurang dari 5 volt dan board bisa menjadi tidak stabil. Jika menggunakan lebih dari 12 V, tegangan di regulator bisa menjadi sangat panas dan menyebabkan kerusakan pada board. Rekomendasi tegangan ada pada 7 sampai 12 volt. Penjelasan pada pin power sebagai berikut:

#### 1. PinV-in

Tegangan input ke board arduino ketika menggunakan tegangan dari luar (seperti yang disebutkan 5 volt dari koneksi USB atau tegangan yang diregulasikan). Pengguna dapat memberikan tegangan melalui pin

ini, atau jika tegangan suplai \menggunakan power jack, aksesnya menggunakan pin ini.

## 2. Pin5V

Regulasi power supply digunakan untuk power mikrokontroler dan komponen lainnya pada papan Arduino Uno. Daya sebesar 5 Volt dapat melalui Vin menggunakan regulator pada board, atau supply oleh USB atau supply regulasi 5 Volt lainnya.

## 3. Pin3V3

Suplai tegangan 3.3 volt didapat oleh FTDI chip yang ada di board. Arus maximumnya adalah 50mA.

## 4. Pin Ground

Pin ground berfungsi sebagai jalur ground pada arduino.

## b. Memori

ATmega328 memiliki 32 KB flash memori untuk menyimpan kode, juga 2 KB yang digunakan untuk bootloader. ATmega328 memiliki 2 KB untuk SRAM dan 1 KB untuk EEPROM.

## c. Input dan Output

Setiap 14 pin digital pada arduino dapat digunakan sebagai input atau output, menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()`, dan `digitalRead()`. Input/output dioperasikan pada 5 volt. Setiap pin dapat menghasilkan atau menerima maximum 20 mA dan memiliki internal pull-up resistor (disconnected oleh default) 20-50 KOhms. Beberapa pin memiliki fungsi sebagai berikut:

1. Serial :0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirim (TX) TTL data serial. Pin ini terhubung pada pin yang koresponding daya USB FTDI ke TTL chip serial.

2. Interrupt eksternal :2 dan 3. Pin ini dapat dikonfigurasi untuk trigger sebuah interap pada low value, rising atau falling edge, atau perubahan nilai.
3. PWM : 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Mendukung 8bit output PWM dengan fungsi analog write.
4. SPI : 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mendukung komunikasi SPI, yang mana masih mendukung hardware, yang tidak termasuk pada bahasa arduino.
5. LED : 13. Ini adalah dibuat untuk koneksi LED ke digital pin 13. Ketika pin bernilai HIGH, LED hidup, ketika pin LOW, LED mati.
6. Uno memiliki 6 analog input tertulis di label A0 hingga A5, masing-masingnya memberikan 10 bit resolusi (1024). Secara asal input analog tersebut terukur dari 0 (ground) sampai 5 volt, itupun memungkinkan perubahan teratas dari jarak yang digunakan oleh pin AREF dengan fungsi analog Reference().

Arduino Uno mengandung mikroprosesor (berupa Atmel AVR) dan dilengkapi dengan oscillator 16MHz (yang memungkinkan operasi berbasis waktu dilaksanakan dengan tepat), dan regulator (pembangkit tegangan) 5 volt. Sejumlah pin tersedia di papan. Pin 0 hingga 13 digunakan untuk isyarat analog. Arduino Uno dilengkapi dengan static random-access memory (SRAM) berukuran 2KB untuk memegang data, flash memory berukuran 32KB, dan erasable programmable read-only memory untuk menyimpan program.

## **2.5 Modul L298N Driver Motor DC Dual H-Bridge**

Driver motor L298N merupakan modul driver motor DC yang paling banyak digunakan untuk mengontrol kecepatan serta arah perputaran motor DC. L298 adalah driver motor berbasis H-Bridge, mampu mengatasi beban hingga 4A pada tegangan 6 V–46 V. Dalam chip terdapat dua rangkaian H-Bridge. IC L298 merupakan sebuah IC tipe H-bridge yang mampu mengendalikan beban-beban induktif seperti relay, solenoid, motor DC dan motor stepper. Mampu

mengeluarkan output tegangan untuk motor DC sebesar 50 Volt dan dapat mengendalikan 2 untuk motor DC.

Pengaturan kecepatan motor digunakan teknik PWM (Pulse with Modulation) yang diinputkan dari mikrokontroler melalui pin enable. PWM untuk kecepatan rotasi yang bervariasi level high-nya.

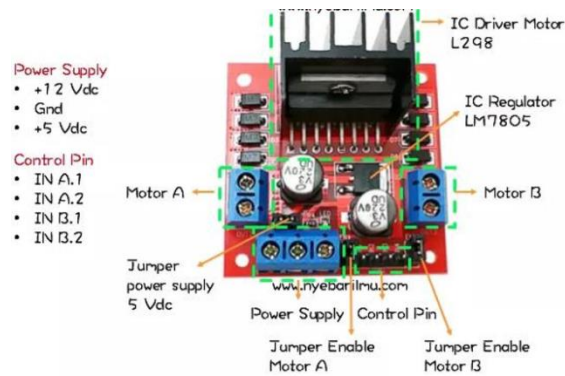
Spesifikasi:

1. Tipe: Dual H-Bridge
2. Chip kontrol: ST L298N.
3. Logic voltage: 5 V DC.
4. Drive voltage: 5-35 V DC.
5. Logical current: 0 mA-36 mA.
6. Driving current: 2 A (Max. single bridge).
7. Temperatur: -20 C – 135 C.
8. Power maksimum: 25 W.
9. Berat: 30 g.
10. Ukuran: 43 x 43 x 27 mm.

Kelebihan L298N motor driver adalah:

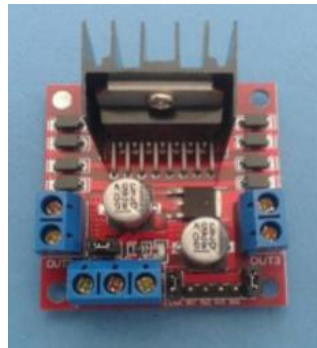
1. Lebih presisi dalam mengontrol motor.
2. Dapat mengendalikan motor yang besar (maksimal 2 A).
3. Dilengkapi dengan heatsink sehingga lebih tahan panas.
4. Mudah untuk pemasangannya.

Untuk pemasangan driver L298N ini dibutuhkan 6 buah pin mikrokontroler. Dua buah untuk pin enable (masing-masing satu untuk tiap motor DC). Empat buah untuk mengatur kecepatan motor DC tersebut. Pada prinsipnya rangkaian driver motor L298N ini dapat mengatur tegangan dan arus sehingga kecepatan dan arah motor dapat diatur. Konfigurasi pin pada modul L298N ditunjukkan pada Gambar 2.8 :



**Gambar 2.8** Konfigurasi Pin pada Modul L298N  
(Affinannisa, 2015)

Driver motor ini pada prinsipnya sama dengan L293D. Cara pengontrolannya pun sama. Perbedaannya mendasar hanya terletak pada karakteristik elektroniknya, yaitu kemampuan L298N dalam melewatkan arus untuk motor DC lebih besar yaitu sebesar 3 A. Agar mampu bekerja dengan baik maka diperlukan beberapa komponen dioda pendukung. Bentuk modul L298N dapat dilihat pada Gambar 2.9 dan Gambar 2.10.



**Gambar 2.9** Modul L298N Tampak Depan  
(Affinannisa, 2015)



**Gambar 2.10** Modul L298N Tampak Belakang  
(Affinannisa, 2015)

Fitur Modul L298N Driver Motor DC Dual H-Bridge:

1. Tegangan operasi 0-46 V.
2. Tegangan logic 4,5-7 V.
3. Arus 4 A.
4. Heatsink untuk membuang panas.
5. Regulator 7805 dengan keluaran 5 V.
6. Dioda proteksi.
7. Mampu mengontrol 2 motor DC.

## 2.6 Motor DC

Motor DC merupakan salah satu mesin yang mengubah energi listrik menjadi mekanik. Motor DC merupakan jenis motor yang menggunakan tegangan searah sebagai sumber tenaganya. Dengan memberikan beda tegangan pada kedua terminal tersebut, motor akan berputar pada satu arah dan bila polaritas dari tegangan tersebut dibalik maka arah putaran motor akan terbalik pula. Polaritas dari tegangan yang diberikan pada dua terminal menentukan arah putaran motor sedangkan besar dari beda tegangan pada kedua terminal menentukan kecepatan motor.



**Gambar 2.11** Motor DC  
(Affinannisa, 2015)

Motor DC memiliki 3 bagian atau komponen utama untuk dapat berputar sebagai berikut:

1. Kutub medan

Secara sederhana bahwa interaksi dua kutub magnet akan menyebabkan putaran pada motor DC. Motor DC memiliki kutub medan yang stasioner

dan dinamo yang menggerakkan bearing pada ruang diantara kutub medan. Motor DC sederhana memiliki dua kutub medan yaitu kutub utara dan kutub selatan.

## 2. Rotor

Bila arus masuk menuju rotor (bagian motor yang bergerak), maka arus ini akan menjadi elektromagnet. Rotor yang berbentuk silinder, dihubungkan ke as penggerak untuk menggerakkan beban. Untuk kasus motor DC yang kecil, rotor berputar dalam medan magnet berganti lokasi. Jika hal ini terjadi, arusnya berbalik untuk merubah kutub-kutub utara dan selatan dinamo.

## 3. Komutator

Komponen ini terutama ditemukan di dalam motor DC. Kegunaannya adalah untuk membalikkan arah arus listrik dalam dinamo. Komutator juga membantu dalam transmisi arus antara dinamo dan sumber daya.

Keuntungan utama motor DC adalah sebagai pengendali kecepatan, yang tidak mempengaruhi kualitas pasokan daya. Motor ini dapat dikendalikan dengan mengatur:

- a. Tegangan dinamo, meningkatkan tegangan dinamo akan meningkatkan kecepatan.
- b. Arus medan, menurunkan arus medan akan meningkatkan kecepatan.

### **2.6.1 Prinsip Kerja Motor DC**

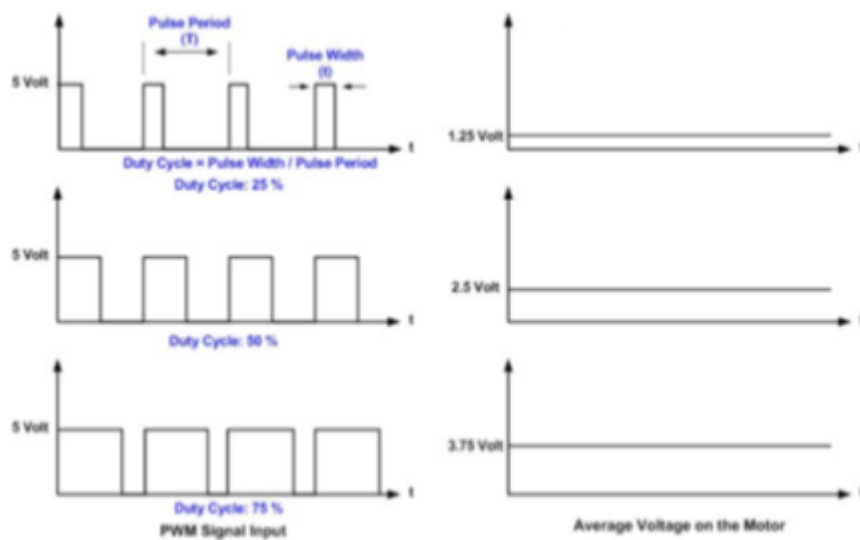
Motor DC di supply dengan tegangan DC (Direct Current = arus searah). Dengan demikian putaran motor DC akan berbalik arah jika polaritas tegangan yang diberikan juga di ubah. Motor DC juga datang dengan tegangan kerja yang bervariasi, ada yang memiliki tegangan kerja 3 Volt, 6 Volt, dan 12 Volt. Motor DC 6 Volt biasanya masih bisa beroperasi bila diberikan tegangan kerja 3 Volt, walaupun putarannya menjadi lambat dan torsi yang dihasilkan juga lebih kecil.

Apabila motor di supply tegangan luar ( $U$ ) maka pada motor akan mengalir arus listrik sebesar  $I$  lewat sikat yang diumpankan ke jangkar melalui komutator.



Sehingga pada jangkar akan timbul torsi  $T$  yang besarnya berbanding lurus dengan besar arus listrik yang mengumpukan kepadanya. Komutator menyebabkan arah arus selalu tetap pada suatu arah tertentu, dimana arah torsi (kopel) adalah sama dengan arah dari arus tersebut. Karena pengaruh dari torsi ini maka rotor yang berada suatu bantalan yang licin berputar. Karena perputaran jangkar ini berada dalam medan magnet konduktor jangkar dimana arus mengalir sehingga perputaran kopel tersebut memotong medan magnet, sehingga menimbulkan gaya listrik padanya. Gaya gerak listrik ini berlawanan arah dengan arus penyebabnya, sehingga disebut gaya gerak lawan.

Salah satu pengendalian motor DC adalah menggunakan Pulse Width Modulation (PWM). Sistem pengendalian motor DC menggunakan PWM yang nantinya akan menghasilkan variasi kecepatan. Variasi kecepatan dapat diperoleh dari lebar pulsa ON dibandingkan dengan 24 periode pulsa. Semakin tinggi waktu ON pada pulsa maka semakin tinggi pula tegangan yang dihasilkan seperti terlihat pada Gambar 2.12.



**Gambar 2.12** PWM untuk mengontrol kecepatan motor DC  
(Julianto, 2017)

## 2.7 Belt Conveyor

Pada umumnya belt conveyor yang digunakan terbuat dari bahan karet, plastik, kulit, kain dan besi. Belt conveyor bisa dibuat dari banyak bahan yang harus disesuaikan dengan kapasitas sistem conveyor tersebut dan apabila melebihi beban dari sistem conveyor tersebut maka sistem conveyor tersebut tidak bergerak. Hal yang harus diperhatikan pada pengangkutan beban yang lebih berat harus memiliki konstruksi bahan belt yang lebih tebal dan kuat. Belt conveyor dapat diaktifkan dan dioperasikan pada kecepatan tertentu. Belt conveyor dapat dioperasikan secara Horizontal dan vertikal.

Sumber : (<http://www.thomasnet.com/articles/materials-handling/understanding-conveyor-systems/>)



**Gambar 2.13** Conveyor  
(Cahyadi, 2017)

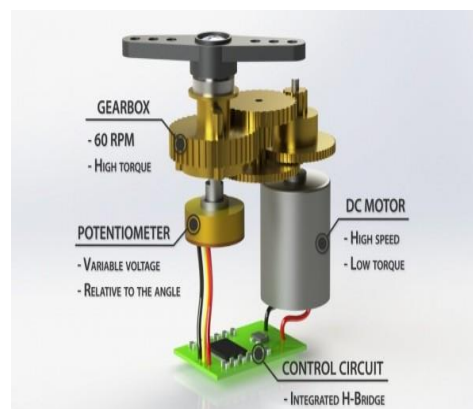
### 2.7.1 Prinsip Kerja Belt Conveyor

Belt conveyor pada umumnya memiliki ukuran yang lebar dan secara umum terbuat dari dua atau lebih lapisan karet, satu lapisan berfungsi untuk memberi bentuk dan struktur pada sabuk dan satu lagi berfungsi untuk pengaman pada pengangkutan beban. Pada umumnya lingkaran belt conveyor tersebut menempel pada dua roda yang disebut rotor, yang mana perputaran tersebut digerakkan oleh motor. Ketika motor aktif, belt conveyor juga akan aktif karena intensitas gesekan yang terjadi antara roda rotor dan belt. Perputaran gerakan dari rotor disebabkan satu sisi dari sabuk bergerak satu arah sedangkan satu sisi lainnya bergerak berlawanan. Ini artinya kedua roda harus selalu bergerak

dalam arah yang relatif sama , searah jarum jam maupun berlawanan arah jarum jam . jika dua roda bergerak kearah sebaiknya maka belt conveyor berukuran cukup besar, yang mana sabuk yang lebar dibuat kedalam bentuk lingkaran. Lingkaran disambungkan ke beberapa rotor yang digerakkan oleh motor Ketika roda berputar sabuk juga akan berputar hal ini dikarenakan gesekan akan yang terjadi antara belt dan rotor. Rotor ini yang menyebabkan bergerak satu arah pada sisi atas dan pada sisi bawah belt bergerak berlawanan arah. Belt conveyor dipertimbangkan sebagai alat pengangkutan yang baik. Dari proses pemuatan sampai pengemasan. Ketika barang dimuat dalam belt conveyor sensor infra red akan mendeteksi barang tersebut diatas belt dan akan mengaktifkan motor dc pada conveyor .

## 2.8 Motor Servo

Motor servo merupakan motor listrik dengan sistem *closed loop* yang digunakan untuk mengendalikan kecepatan, akselerasi dan posisi akhir dari sebuah motor listrik dengan keakuratan yang tinggi. Motor servo terdiri dari tiga bagian utama, yaitu: motor, sistem kontrol dan potensiometer/encoder yang terhubung dengan satu set roda gigi ke poros output. Potentiometer atau encoder ini lah yang berfungsi sebagai sensor yang memberikan sinyal umpan balik (feedback) ke sistem kontrol apakah posisi targetnya sudah benar atau belum.. Potentiometer ini terdiri dari tiga kabel dengan 2 kabel untuk power dan 1 kabel untuk kabel sinyal.



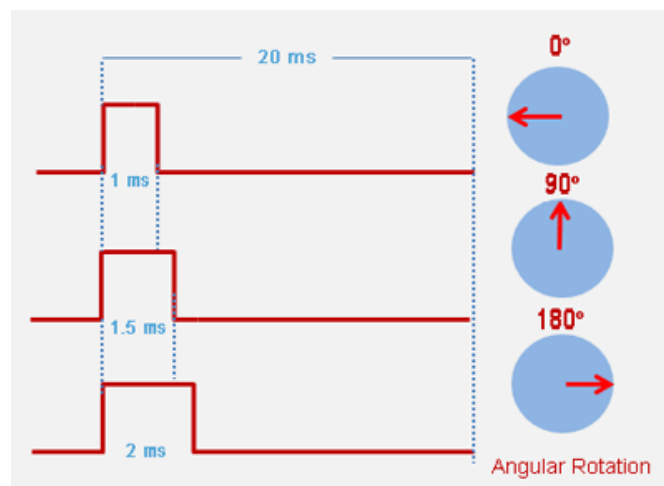
**Gambar 2.14** Bagian-bagian motor servo (Insinyoer, 2019)

Motor akan menggerakkan roda gigi untuk memutar potensiometer dan poros output secara bersamaan. Potensiometer lah yang akan mengendalikan posisi sudut motor servo dengan pemberian sinyal ke dalam sistem kontrol. Jika posisi targetnya sudah benar, maka ia akan menghentikan motor servo. Sebaliknya, Jika sistem kontrol mendeteksi bahwa sudut belum tepat, maka ia akan mengubah motor servo ke arah yang benar sampai posisi sudutnya benar. Kelebihan inilah yang tidak ditemukan pada motor biasa. Motor servo biasanya digunakan untuk mengendalikan posisi sudut antara 0 dan 180 derajat.

### 2.8.1 Cara Kerja Motor Servo

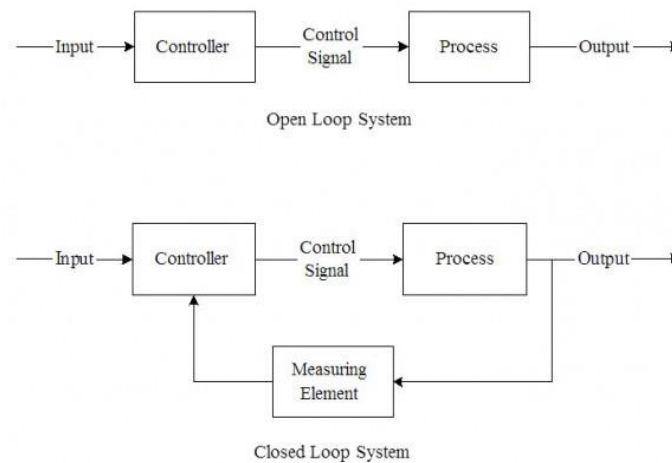
Motor servo dikendalikan dengan sinyal PWM dari encoder/potentiometer. Lebar sinyal (pulsa) yang diberikan inilah yang akan menentukan posisi sudut putaran dari poros motor servo. Sebagai contoh, lebar sinyal dengan waktu 1,5 ms (mili second) akan memutar poros motor servo ke posisi sudut 90°. Bila sinyal lebih pendek dari 1,5 ms maka akan berputar ke arah posisi 0° atau ke kiri (berlawanan dengan arah jarum jam), sedangkan bila sinyal yang diberikan lebih lama dari 1,5 ms maka poros motor servo akan berputar ke arah posisi 180° atau ke kanan (searah jarum jam).

Sumber : (<http://www.insinyoer.com/cara-kerja-motor-servo/>)



**Gambar 2.15** Pulse Width Modulation  
(Apoorve, 2015)

Ketika sinyal PWM telah diberikan, maka poros motor servo akan bergerak ke posisi yang telah ditargetkan dan berhenti pada posisi tersebut serta akan tetap bertahan pada posisi tersebut. Jika ada kekuatan eksternal yang mencoba memutar atau mengubah posisi tersebut, maka sistem closed loop dari motor servo tersebut akan bekerja dengan mencoba menahan atau melawan kekuatan eksternal tersebut dengan kekuatan internal dari motor servo itu sendiri. Namun motor servo tidak akan mempertahankan posisinya untuk selamanya, sinyal PWM harus diulang setiap 20 ms (mili second) agar posisi poros motor servo tetap bertahan pada posisinya. Berikut ini adalah ilustrasi dari perbedaan *open loop system vs closed loop system* dimana motor servo mengandalkan closed loop system dengan sinyal umpan balik (feedback) sehingga posisi yang ditargetkan akan tergapai secara otomatis:



**Gambar 2.16** Blok Diagram Motor Servo  
(Insinyoer, 2019)

### 2.8.2 Macam-macam Motor Servo

Motor servo ini memang biasanya terbagi dengan dua jenis utama, yaitu motor servo AC dan motor servo DC dimana motor servo AC ini lebih sering menangani arus yang tinggi atau beban berat yang biasa diaplikasikan pada mesin-mesin industri. Sedangkan motor servo DC biasanya lebih cocok untuk digunakan pada aplikasi-aplikasi yang lebih kecil. Disamping itu, ada juga jenis lain berdasarkan aplikasinya seperti brushless DC servo motor, positional rotation, continuous rotation and linear servo motor.

- **Positional rotation** merupakan motor servo yang paling umum dengan poros output berputar setengah lingkaran (0 – 180 deg) yang bisa bergerak searah ataupun berlawanan dengan arah jarum jam. Pada tipe ini terdapat roda gigi tambahan sebagai mekanisme pencegahan putaran motor servo melebihi batas. Tipe ini biasanya digunakan pada aplikasi seperti mainan, remote control pesawat terbang, mobil, robot arm (lengan robot).
- **Continous Rotation** merupakan tipe motor servo yang dapat berputar 360 derajat. Motor servo ini dapat berputar searah ataupun berlawanan arah jarum jam. Sesuai dengan namanya, motor servo ini tidak memiliki sudut defleksi putaran seperti motor servo yang lain melainkan berputar secara kontinyu. Motor servo continous rotation sering dipakai untuk Mobile Robot.
- **Linear servo motor** merupakan tipe motor servo yang bergerak secara linear atau maju mundur sesuai namanya. Perbedaannya dengan motor servo lainnya adalah adanya roda gigi tambahan dengan mekanisme *rack and pinion* untuk mengubah gerakan rotasi menjadi gerakan linear.
- **Brushless DC servo motor** merupakan tipe motor servo yang tidak menggunakan brush (sikat). Sebenarnya brushless servo motor ini sama seperti motor servo yang lain, perbedaannya hanya pada proses komutasi yang sudah tidak menggunakan komutator mekanik dengan brush lagi, tetapi sudah menggunakan teknologi elektronik dalam proses komutasinya, yaitu sensor dan controller. Biasanya motor servo brushless ini diaplikasikan pada sepeda motor listrik, mobil listrik, DVD player, cooling fan computer dan pesawat/kapal tanpa awak. Aplikasi motor servo brushless ini semakin meningkat karena lebih efisien dengan daya motor kecil pun sudah bisa menghasilkan putaran yang tinggi dan torsi yang besar jika dibandingkan dengan motor AC ataupun motor DC biasa.

## 2.9 LCD

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 (Liquid Cristal Display) berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik.



**Gambar 2.17** LCD (Liquid Cristal Display)  
(Yuliza, 2015)

Lapisan LCD terdiri 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 horisontal 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.

**Tabel 2.4** Konfigurasi Pin Pada LCD

No	NAMA	INPUT/OUTPUT	FUNGSI
1	Vss	Input	Ground dari modul ke rangkaian
2	Vdd	Input	Catu Daya luar +5V ke modul tampilan
3	Vo	Input	Tegangan kemudi LCD – tegangan pengatur kontras dan sudut penglihatan modul LCD
4	Rs	Input	Sinyal pemilih mode 0 = operasi instruksi ke LCD I = operasi kirim data ke LCD
5	R/W	Input	Kontrol arah data : 0 = tulis ke modul LCD I = baca modul dari LCD
6	E	Input	Enable = mengaktifkan fungsi baca atau tulis
7-10	DB 0 – DB 3	Input / Output	4 bit MSB dari bus data dua arah jalur-jalur ini hanya digunakan pada mode transfer data 8 bit
11-14	DB 4 – DB 7	Input / Output	4 bit MSB dari bus data dua arah

### 2.9.1 Prinsip Kerja LCD Display

Prinsip kerja LCD yaitu dengan memberika tegangan Vdd sebesar 5Vdc untuk mengaktifkan layar LCD, dan mengatur pin R/W dengan memberikan logika 0 agar LCD dapat menulis instruksi ke modul, R/W dalam kondisi 1 berfungsi untuk membaca data dari LCD seperti perintah untuk membersihkan layar. Selanjutnya pin RS diatur menjadi nilai logika 1 agar dapat mengirim instruksi ke LCD, pengiriman data ke LCD dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan metode 4 bit atau 8 bit, metode 4 bit yaitu pengiriman data dikirim melalui 4 jalur bus dari mikrokontroler, dimana jalur yang tersedia untuk melakukan pengiriman data memiliki keterbatasan yaitu berjumlah 4 bus, oleh



karena itu data akan dikirim sebanyak 2 kali agar sesuai dengan instruksinya, hal ini akan menghasilkan waktu delay yang cukup lama, berbeda dengan metode 8 bit, pengiriman data dengan metode ini dapat dilakukan dengan 1 kali pengiriman karena jalur bus yang tersedia cukup untuk melakukan pengiriman data sebesar 8 bit dalam 1 waktu.

Modul LCD memiliki karakteristik sebagai berikut:

1. Terdapat 16 x 2 karakter huruf yang bisa ditampilkan.
2. Setiap huruf terdiri dari 5x7 dot-matrix cursor.
3. Terdapat 192 macam karakter.
4. Terdapat 80 x 8 bit display RAM (maksimal 80 karakter).
5. Memiliki kemampuan penulisan dengan 8 bit maupun dengan 4 bit.
6. Dibangun dengan osilator lokal.
7. Satu sumber tegangan 5 volt.
8. Otomatis reset saat tegangan dihidupkan.
9. Bekerja pada suhu 0°C sampai 55°C.

## 2.9.2 Menampilkan karakter pada LCD

### 1. DDRAM

DDRAM merupakan memori karakter yang ditampilkan, contoh, untuk karakter 'A' atau 41H yang ditulis pada alamat 00, maka karakter tersebut akan tampil pada baris pertama dan kolom pertama dari LCD. Apabila karakter tersebut ditulis di alamat 40, maka karakter tersebut akan tampil pada baris kedua kolom pertama dari LCD. Posisi ini ditunjukkan pada gambar 2.18.

Posisi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
DDRAM	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F
Addr	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F

**Gambar 2.18** Posisi DDRAM  
(Ramasilia, 2016)

## 2. CGRAM

CGRAM merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana bentuk dari karakter dapat diubah- ubah sesuai keinginan. Namun memori ini akan hilang saat power supply tidak aktif, sehingga pola karakter akan hilang.

## 3. CGROM

CGROM merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana pola tersebut sudah ditentukan secara permanen dari HD44780 sehingga pengguna tidak dapat mengubah lagi. Namun karena ROM bersifat permanen, maka pola karakter tersebut tidak akan hilang walaupun power supply tidak aktif. pada gambar 2.19 tampak terlihat pola-pola karakter yang tersimpan dalam lokasi-lokasi tertentu dalam CGROM. Pada saat HD44780 akan menampilkan data 41H ke DDRAM, maka HD44780 akan mengambil data di alamat 41H (0100 0001) yang ada pada CGROM yaitu pola karakter A.

Address	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
xxxx0000	CG ROM (1)	▶	◀	⊖	⊕	⊗	⊘	⊙	⊚	⊛	⊜	⊝	⊞	⊟	⊠	⊡
xxxx0001	(2)	◀	!	1	A	Q	a	q	A	J	i	±	À	Ñ	á	ñ
xxxx0010	(3)	“	”	2	B	R	b	r	⊗	⊘	⊙	⊚	À	Ò	á	ò
xxxx0011	(4)	”	#	3	C	S	c	s	3	π	ε	³	À	Ó	á	ó
xxxx0100	(5)	▲	\$	4	D	T	d	t	⊗	⊘	⊙	⊚	À	Ö	á	ö
xxxx0101	(6)	▼	%	5	E	U	e	u	⊗	⊘	⊙	⊚	À	Ö	á	ö
xxxx0110	(7)	◆	&	6	F	V	f	v	⊗	⊘	⊙	⊚	À	Ö	á	ö
xxxx0111	(8)	⬅	'	7	G	W	g	w	⊗	⊘	⊙	⊚	À	Ö	á	ö
xxxx1000	(1)	↑	<	8	H	X	h	x	⊗	⊘	⊙	⊚	À	Ö	á	ö
xxxx1001	(2)	↓	>	9	I	Y	i	y	⊗	⊘	⊙	⊚	À	Ö	á	ö
xxxx1010	(3)	→	*	:	J	Z	j	z	⊗	⊘	⊙	⊚	À	Ö	á	ö
xxxx1011	(4)	←	+	;	K	[	k	[	⊗	⊘	⊙	⊚	À	Ö	á	ö
xxxx1100	(5)	≤	,	<	L	\	l		⊗	⊘	⊙	⊚	À	Ö	á	ö
xxxx1101	(6)	≥	-	=	M	]	m	]	⊗	⊘	⊙	⊚	À	Ö	á	ö
xxxx1110	(7)	▲	.	>	N	^	n	~	⊗	⊘	⊙	⊚	À	Ö	á	ö
xxxx1111	(8)	▼	/	?	O	_	o	ó	⊗	⊘	⊙	⊚	À	Ö	á	ö

**Gambar 2.19** Pola karakter dalam CGROM  
(Electronics, 2017)