

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

Pada bab ini akan membahas tentang landasan teori serta menguraikan landasan teori yang berisi teori pendukung yang digunakan dalam merancang suatu perangkat keras, perangkat elektronik dan perangkat lunak dalam perancangan robot pemadam api.

#### **2.1 Tinjauan Sistem Robot**

Robot adalah sebuah piranti mekanik yang dapat melakukan tugas fisik manusia atau berperilaku seperti manusia, dalam penerapannya robot dapat dikendalikan manusia ataupun menggunakan program seperti kecerdasan buatan. Kemampuan robot dapat di dapat apabila didukung oleh rangkaian sensor yang memadai, agar robot mampu mendeteksi lingkungan dengan baik sehingga dapat merespon perubahan yang terjadi pada lingkungan sekitarnya. Robot pemadam api merupakan robot yang berfungsi untuk memadamkan titik api. Robot dituntut untuk dapat menjelajahi arena, kemudian mencari sumber api lalu memadamkannya. Setelah semua arena terjelajahi dan api telah dipadamkan maka robot harus dapat kembali ke posisi awal[19]. Berikut ini robot pemadam api pada Gambar 2.1



**Gambar 2.1.** Robot Pemadam Api

### 2.1.1. Tinjauan Sistem Gerak Robot

*Mobile robot* merupakan sebuah robot yang mampu bergerak dari suatu tempat ke tempat lain karena memiliki sebuah alat gerak untuk berpindah posisi. Berikut ini merupakan klasifikasi robot menurut alat gerak yaitu berupa robot beroda dan robot berkaki.

#### A. Sistem Robot Beroda

Robot beroda merupakan robot yang bergerak dengan menggunakan roda. Roda merupakan teknik paling efisien untuk menggerakkan sebuah robot saat melintasi suatu arena dengan permukaan datar. Robot dapat dibuat dengan menggunakan berbagai macam roda, misalnya dengan menggunakan beroda dua, beroda empat atau beroda enam bahkan beroda *caterpillar*. Berikut ini pada Gambar 2.2. merupakan contoh dari robot beroda.



(a)



(b)

**Gambar 2.2.** Sistem Robot Beroda (a) Roda Dua (b) Roda *Caterpillar*

Kelemahan pada sistem gerak robot beroda yaitu terletak pada kendali kecepatan putaran saat berbelok, belok sedang, belok sedikit dan berputar dengan arena yang tidak rata. Dibutuhkan sebuah metode pengendalian yang mampu menerapkan sistem pengendalian kecepatan pada robot bergerak untuk mengontrol kecepatan robot bergerak, seperti perancangan

sistem pengendali PID (*Proportional Integral Derivatif*) atau metode pengendalian dengan logika fuzzy. Di mana metode pengendalian tersebut memiliki keunggulan masing-masing, namun prinsip kerjanya hampir serupa yaitu untuk mengendalikan kecepatan dan mempertahankan kestabilan. Menerapkan sistem kontrol kecepatan pada robot bergerak perlu dilakukan untuk membuat robot bergerak stabil di lingkungan yang tidak rata dengan variasi beban[4].

## B. Sistem Robot Berkaki

Robot berkaki merupakan robot yang bergerak dengan menggunakan kaki seperti manusia. Robot berkaki sangat mudah beradaptasi dengan arena yang tidak menentu, misalnya untuk menaiki tangga. Untuk melewati arena yang tidak menentu robot berkaki sangat baik dipilih karena robot berkaki lebih mudah beradaptasi bila dibandingkan menggunakan roda seperti untuk menaiki tangga. Berikut ini pada Gambar 2.3. merupakan contoh dari sistem robot berkaki.



**Gambar 2.3.** Sistem Robot Berkaki

### 2.1.2. Tinjauan Sistem Sensor

Penerapan sensor pada robot berfungsi dengan meniru cara kerja dan fungsi dari panca indera manusia. Dengan menggunakan sensor, maka robot dapat mendeteksi suatu objek atau rangsangan dari lingkungannya sama seperti halnya

manusia mampu menerima rangsangan melalui indranya. Rangsangan yang diterima berupa data analog, misalnya suara. Berikut ini pada Gambar 2.4. merupakan contoh dari sensor ultrasonik untuk mendeteksi lingkungan sekitar.



**Gambar 2.4.** Sistem Sensor<sup>[6]</sup>

### 2.1.3. Tinjauan Sistem Pengendali

Sistem Pengendali merupakan otak dari sistem robot sehingga keberadaanya sangat penting. Sistem pengendali menyimpan informasi yang berkaitan dengan hasil keluaran data robot. Sistem pengendali berfungsi untuk mengendalikan, memerintahkan, dan mengatur seluruh sistem pergerakan robot. Berikut ini Gambar 2.5. Robot dan pengendali.

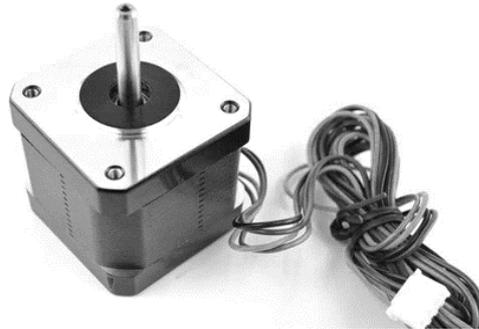


**Gambar 2.5.** Robot dan Pengendali

### 2.1.4. Tinjauan Sistem Gerak Aktuator

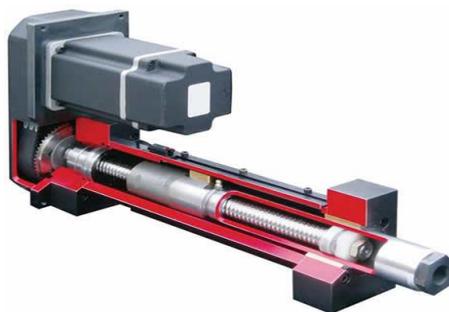
Aktuator merupakan komponen mekanik yang berfungsi untuk menghasilkan gerakan pada robot. Aktuator digunakan sebagai proses lanjutan dari hasil pengolahan data oleh sensor. Terdapat tiga aktuator yang dapat digunakan, di

antaranya, aktuator elektrik, hidrolik, dan pneumatic. Aktuator elektrik merupakan Aktuator yang menggunakan listrik sebagai tenaga penggerakannya. Beberapa aktuator elektrik yang biasa digunakan yaitu motor stepper, motor servo, dan motor dc. Pada Gambar 2.6. menunjukkan salah satu aktuator elektrik yaitu motor stepper.



**Gambar 2.6.** Sistem Gerak Aktuator Elektrik

Lalu terdapat aktuator hidrolik merupakan aktuator yang menggunakan fluida dalam bentuk cairan sebagai pemacu gerakannya. Aktuator ini memiliki torsi yang besar tetapi respons lambat. Pada prinsip kerja dari sistem hidrolik menggunakan perbedaan dari volume cairan yang ditekan untuk membangkitkan tekanan pada piston. Pada Gambar 2.7. menunjukkan salah satu aktuator hidrolik.



**Gambar 2.7.** Sistem Gerak Aktuator Hidrolik

Terdapat aktuator pneumatik merupakan aktuator yang menggunakan udara sebagai pemicu gerakannya. Kelebihan aktuator pneumatik adalah memiliki respon yang cepat. Pada prinsip kerja dari sistem pneumatik menggunakan perbedaan dari

volume udara yang ditekan untuk membangkitkan tekanan pada piston. Aktuator pneumatik dapat dilihat pada Gambar 2.8. di bawah ini.



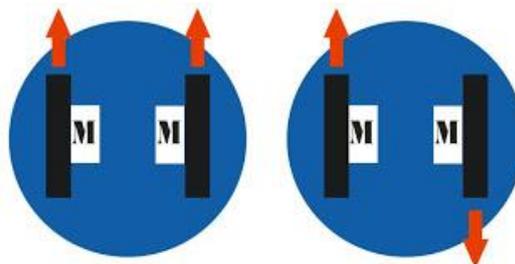
**Gambar 2.8.** Sistem Gerak Aktuator Pneumatik

## 2.2 Tinjauan Sistem Kemudi Gerak Robot

Pada sistem kemudi robot beroda dapat dibagi menjadi beberapa jenis menurut sistem penggerakannya. Berikut ini merupakan beberapa sistem kemudi robot.

### A. Sistem *Differential Drive*

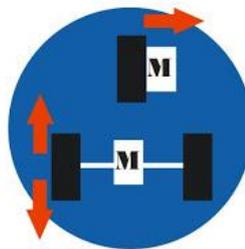
Sistem *differential drive* merupakan metode sistem kemudi di mana dua buah roda dapat bergerak berlawanan arah sehingga radius belokan sama dengan nol. Hal ini meningkatkan kemampuan bermanuver robot lebih baik. Sistem ini dapat bergerak lurus, berputar dan bergerak melengkung[5]. Kelemahan dari tipe sistem kemudi ini adalah menghasilkan gesekan pada roda kanan dan kiri saat melakukan gerakan berbelok dan keseimbangannya. Visualisasi sistem *differential drive* ditunjukkan oleh Gambar 2.9 Sistem *differential steering*.



**Gambar 2.9.** Sistem *Differential Steering*<sup>[5]</sup>

### B. Sistem *Tricycle Drive*

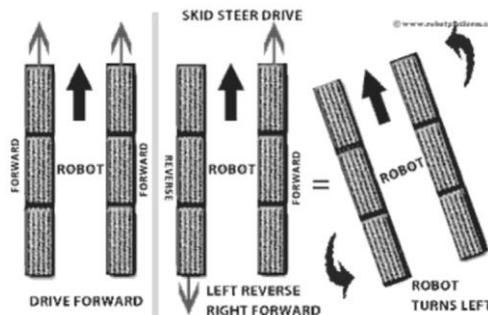
Sistem *tricycle drive* merupakan sistem kemudi dengan menggunakan tiga buah roda. Dua buah roda dengan satu poros dihubungkan pada motor penggerak, sedangkan sebuah roda digunakan sebagai kemudi yang dapat berputar, ketika berbelok akan menghasilkan radius sepanjang titik pertemuan antara roda depan dengan roda belakang[5]. Visualisasi sistem *tricycle drive* ditunjukkan oleh Gambar 2.10 Sistem *tricycle drive*.



**Gambar 2.10.** Sistem *Tricycle Drive*<sup>[5]</sup>

### C. Sistem *Skid Steering*

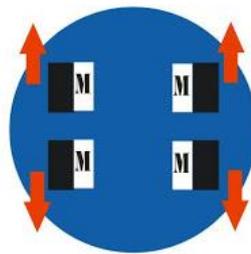
Pada sistem kemudi *skid steering* merupakan mekanisme kemudi yang menggunakan konsep *differential drive*. Sistem kemudi ini menggunakan sebuah rantai roda atau susunan roda dengan posisi tetap[5]. Kelemahannya adalah gesekan pada roda ketika berbelok lebih besar radius daripada sistem *differential drive*. Visualisasi sistem *skid steering* ditunjukkan oleh Gambar 2.11 Sistem *skid steering*.



**Gambar 2.11** Sistem *Skid Steering*<sup>[5]</sup>

#### D. Sistem *Synchronous Drive*

Sistem *synchronous drive* merupakan sistem gerak kemudi dengan menggunakan seluruh roda yang terdapat pada robot untuk bisa bergerak. Pada saat robot melaju pada permukaan yang tidak rata, maka roda yang berpotensi terkena permukaan tidak rata akan didukung oleh roda yang tidak terpengaruh oleh permukaan tidak rata, sehingga roda dapat bergerak dengan arah yang tetap[5]. Sistem kemudi ini mampu mengatasi masalah-masalah pada sistem lain, namun hal ini harus dibayar dengan kompleksnya sistem mekanik dari *synchronous drive*. Visualisasi sistem *synchronous drive* ditunjukkan oleh Gambar 2.12 Sistem gerak *synchronous drive*

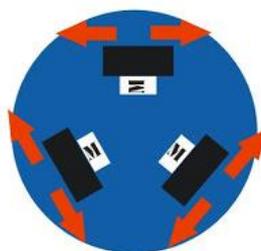


**Gambar 2.12** Sistem Gerak *Synchronous Drive*<sup>[5]</sup>

#### E. Sistem *Holonomic Drive*

Sistem *holonomic drive* merupakan sistem kemudi yang memungkinkan robot bergerak ke segala arah dengan penggunaan roda *omni-directional*.

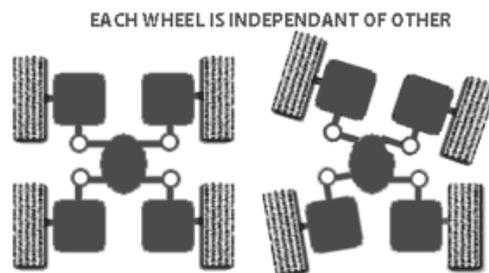
Gambar 2.13 Sistem gerak *holonomic drive*.



**Gambar 2.13** Sistem Gerak *Holonomic Drive*<sup>[5]</sup>

## F. Sistem *Multi Independent Steering*

Sistem kemudi *multi independent* merupakan sistem kemudi di mana setiap roda dapat bergerak secara bebas. Dengan sistem kemudi ini robot mampu bergerak bebas ke segala arah dan merupakan tipe gerak *holonomic*. Sebuah robot yang mempunyai kemampuan gerak *holonomic* merupakan sistem gerak yang memungkinkan robot bergerak ke segala arah dengan bebas[5]. Visualisasi sistem *multi independent steering* ditunjukkan oleh Gambar 2.14 Sistem *multi independent steering*.



**Gambar 2.14** Sistem *Multi Independent Steering*<sup>[5]</sup>

## 2.3 Tinjauan Sistem Sensor Robot Pemadam Api

Sensor adalah komponen yang digunakan untuk mendeteksi perubahan besaran fisik seperti tekanan, gaya, besaran listrik, cahaya, gerakan, kelembaban, suhu, dan kecepatan. Dalam ruang lingkup robotika, sensor memberikan kesamaan fungsi seperti indera pada manusia. Dengan penerapan sensor, robot dapat memiliki pertimbangan dalam mengambil keputusan.

### 2.3.1 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik merupakan sensor yang mempunyai frekuensi 40 kHz, sensor ultrasonik digunakan untuk mengukur jarak antara objek atau sebuah

penghalang dan sensor ultrasonik merupakan sensor yang memanfaatkan pancaran gelombang ultrasonik. Sensor ultrasonik mempunyai 2 komponen utama sebagai penyusunnya yaitu pemancar (*transmitter*) dan penerima (*receiver*)[6]. Fungsi dari pemancar adalah memancarkan gelombang kemudian penerima menangkap hasil pantulan gelombang ultrasonik yang mengenai sebuah objek. Sensor ultrasonik ditunjukkan oleh Gambar 2.15 Bentuk fisik sensor ultrasonik.



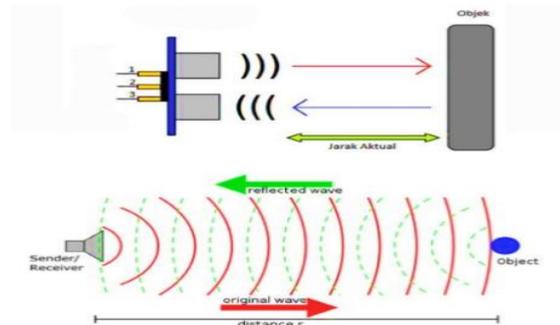
**Gambar 2.15** Bentuk Fisik Sensor Ultrasonik<sup>[6]</sup>

Jika gelombang ultrasonik berjalan melalui sebuah medium, Secara matematis besarnya jarak dapat dihitung sebagai berikut:

$$S = \frac{v \cdot t}{2} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan s adalah jarak dalam satuan meter, v adalah kecepatan gelombang suara yaitu 344 m/detik dan t adalah waktu tempuh dalam satuan detik. Ketika gelombang ultrasonik mendeteksi sebuah objek penghalang maka sebagian gelombang akan dipantulkan, sebagian diserap dan sebagian yang lain akan diteruskan[6]. Dalam penerapannya sensor ultrasonik berfungsi untuk mendeteksi adanya suatu halangan. Gelombang ultrasonik dibangkitkan melalui sebuah objek yang disebut *piezoelektrik*. Sensor ultrasonik berfungsi untuk pengukuran jarak, sensor ultrasonik memancarkan gelombang suara ultrasonik menuju sebuah objek

yang dapat memantulkan kembali gelombang ke arah sensor. Proses Sensor ultrasonik ditunjukkan oleh Gambar 2.16 Proses sensor ultrasonik.



**Gambar 2.16** Proses Sensor Ultrasonik

Sistem ultrasonik berfungsi untuk mengukur waktu yang dibutuhkan untuk pemancaran gelombang sampai kembali ke sensor dan menghitung jarak objek dengan menggunakan kecepatan suara dalam sebuah medium. Bagian-bagian dari sensor ultrasonik adalah sebagai berikut:

#### A. *Piezoelektrik*

*Piezoelektrik* ini mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Operasi tipe ini memiliki transmisi sekitar frekuensi 32 kHz[6]. Apabila rangkaian pengukur beroperasi pada mode pulsa elemen *piezoelektrik* yang sama, maka dapat digunakan sebagai pemancar dan penerima

#### B. Pemancar (*Transmitter*)

*Transmitter* berfungsi sebagai pemancar gelombang ultrasonik dengan frekuensi sebesar 40 kHz yang dibangkitkan dari sebuah osilator[6]. Besarnya frekuensi ditentukan oleh komponen, tergantung dari desain osilator yang digunakan.

### C. Penerima (*Receiver*)

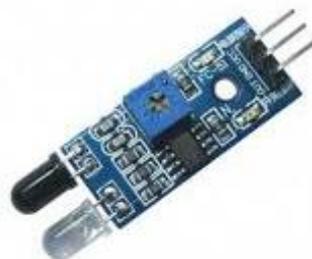
*Receiver* atau penerima berfungsi sebagai penerima gelombang pantulan yang berasal dari pemancar yang disentuhkan pada permukaan sebuah objek atau gelombang dari pemancar.

### 2.3.2 Sensor Optik

Sensor optik merupakan sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran optik menjadi besaran listrik. Hasil keluaran sensor berubah sesuai dengan perubahan cahaya yang jatuh ke permukaan sensor. Fungsi sensor optik yaitu mengukur intensitas cahaya, warna, dan deteksi objek. Berikut ini jenis-jenis dari sensor optik, di antaranya.

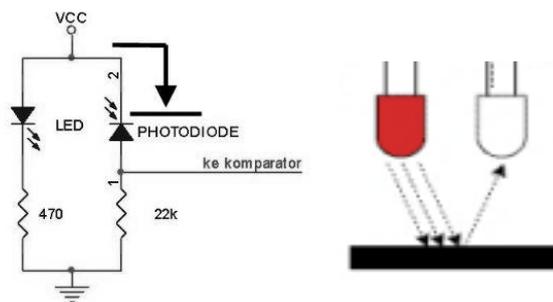
#### 2.3.2.1 Sensor Garis (*Sensor Line Proximity*)

Sensor garis digunakan untuk mendeteksi adanya garis putih atau *juring* dengan diameter *juring* sebagai alas lilin. Sensor *photodiode* merupakan jenis *diode* yang mempunyai resistansi berubah-ubah jika cahaya yang jatuh pada *diode* berubah-ubah intensitasnya. Sensor *photodiode* merupakan jenis sensor yang peka terhadap cahaya. Sensor *photodiode* akan mengalirkan arus yang membentuk fungsi linear terhadap intensitas cahaya yang diterima[7]. Sensor garis di tunjukan pada Gambar 2.17. Bentuk fisik sensor garis.



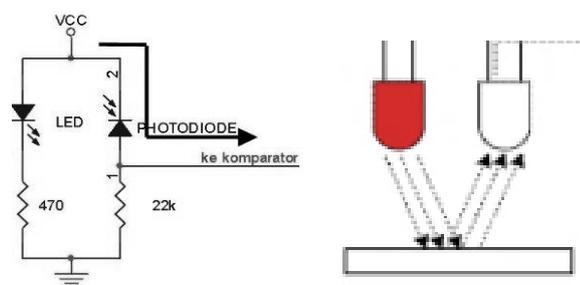
**Gambar 2.17.** Bentuk Fisik Sensor Garis (*Sensor Line Proximity*)<sup>[7]</sup>

Mekanisme sensor garis yaitu led *superbright* berfungsi sebagai pengirim cahaya ke garis untuk dipantulkan lalu diterima oleh sensor *photodiode*. Sifat dari warna putih yang akan memantulkan cahaya dan warna hitam yang tidak memantulkan cahaya. Pada rancangan sensor *photodiode*, nilai resistansi akan berkurang bila terkena cahaya. Pada pantulan cahaya digunakan *led superbright*, komponen ini mempunyai cahaya yang sangat terang, sehingga cukup untuk memberikan pantulan cahaya ke *photodiode*. Pada saat *photodiode* tidak terkena cahaya, maka nilai resistansi semakin besar atau jika diasumsikan sampai nilai tak hingga. Sehingga tidak ada arus keluar yang mengalir menuju *komparator*. Berikut ini Gambar 2.18. Mekanisme kerja sensor tidak terkena cahaya.



**Gambar 2.18.** Mekanisme Kerja Sensor Tanpa Cahaya

Ketika sebuah *photodiode* terkena atau mendeteksi sebuah cahaya, maka sebuah *photodiode* akan menjadi sumber tegangan dengan nilai resistansi menjadi kecil, sehingga akan ada arus keluar yang mengalir ke *komparator*. Berikut ini Gambar 2.19. Mekanisme kerja sensor terkena cahaya.



**Gambar 2.19** Mekanisme Kerja Sensor Terkena Cahaya.

### 2.3.2.2 Sensor *Photodiode*

Sensor *photodiode* merupakan jenis dioda yang resistansi tak menentu, cahaya yang jatuh pada dioda berubah-ubah intensitasnya. *Photodiode* sendiri dibuat dari bahan semikonduktor yaitu silicon (SI) dan bahan galium arsenida yang merupakan bahan menyerap cahaya melalui karakteristik jangkauan panjang gelombang. Berikut ini Gambar 2.20. Sensor *photodiode*



**Gambar 2.20.** Sensor *Photodiode*<sup>[8]</sup>

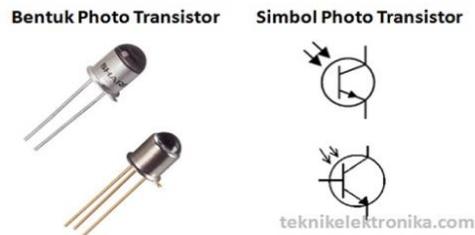
Ketika sebuah *photodiode* mendapatkan sumber cahaya yang diserap maka hal tersebut dapat membangkitkan sumber elektron, di mana ketika *photodiode* terkena cahaya maka *photodiode* akan bersifat sebagai sumber tegangan dan nilai resistansinya akan menjadi kecil sedangkan jika *photodiode* tidak mendapatkan sumber cahaya maka nilai resistansinya akan besar atau dapat di asumsikan nilai resistansinya tak hingga[8].

### 2.3.2.3 Sensor *Phototransistor*

*Phototransistor* merupakan transistor yang berfungsi mengubah energi cahaya menjadi energi listrik dan memiliki penguatan internal, penguatan internal yang terintegrasi ini menjadikan sensitivitas *phototransistor* terhadap cahaya jauh lebih baik dari komponen pendeteksi cahaya lainya seperti *photodiode* ataupun *photoresistor*. Cahaya yang diserap oleh *phototransistor* akan menimbulkan arus

dan menghasilkan penguatan arus hingga ratusan kali bahkan beberapa ribu kali.

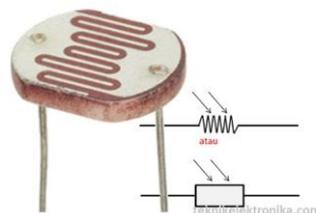
Berikut ini Gambar 2.21. Sensor *phototransistor*



**Gambar 2.21.** Sensor *Phototransistor*

#### 2.3.2.4 Sensor LDR (*Light Dependent Resistor*)

Sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) merupakan sebuah komponen resistor yang nilai resistansinya tidak tetap, sesuai dengan intensitas cahaya yang dideteksi oleh sensor. Nilai resistansi dari sensor sangat bergantung pada intensitas cahaya. Semakin banyak yang terdeteksi cahaya, maka akan semakin menurun nilai resistansinya. Sebaliknya jika terdeteksi sedikit cahaya yang mengenai sensor, maka nilai hambatan yang diperoleh akan menjadi semakin besar sehingga arus listrik yang mengalir akan terhambat. Berikut ini Gambar 2.22. Sensor LDR

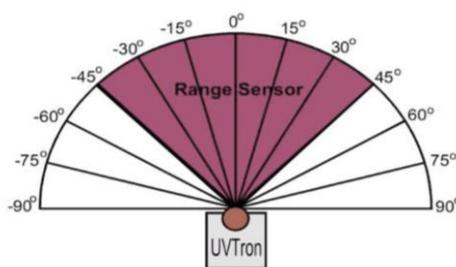


**Gambar 2.22.** Sensor LDR (*Light Dependent Resistor*).

#### 2.3.3 Sensor UV-Tron

Sensor api uv-tron merupakan sebuah sensor yang mendeteksi adanya titik sumber api yang memancarkan sinar ultraviolet. Pancaran cahaya ultraviolet dari sebuah sumber api lilin berjarak 3 meter dapat dideteksi oleh sensor. Dalam

perancangan sistem pendeteksi api ini menggunakan modul sensor api (*Hamamatsu*). Jarak pendeteksian api oleh sensor ini secara vertikal mencakup *range* dari 0 cm sampai dengan 300 cm, baik menggunakan pelindung maupun tidak menggunakan pelindung, lebar sudut pendeteksian api oleh sensor ini jika tidak menggunakan pelindung adalah  $180^\circ$  dan lebar sudut pendeteksian api oleh sensor ini apabila menggunakan pelindung dengan lubang vertikal dengan lebar 0,3 cm adalah  $90^\circ$ [9]. Lebar sudut pendeteksian api sensor uv-tron dengan pelindung ditunjukkan pada Gambar 2.23 Besar sudut sensor uv-tron

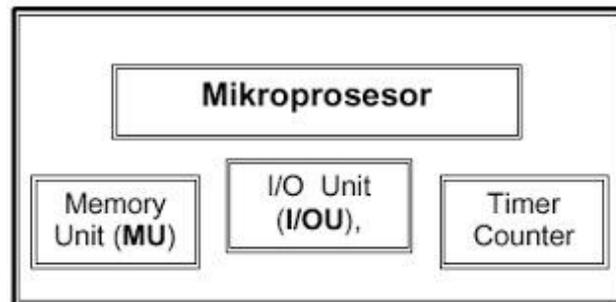


**Gambar 2.23.** Sudut Sensor UV-Tron<sup>[9]</sup>

#### 2.4 Tinjauan Sistem Pengendali Robot Pemadam Api

Sistem pengendali pada robot pemadam api merupakan otak dalam sebuah *ic* atau *chip* yang berfungsi untuk mengerjakan instruksi pada program. Sistem pemroses berfungsi untuk pengendali rangkaian elektronik dan mengolah data. sistem pemroses tersebut yaitu sebuah mikrokontroler. Mikrokontroler merupakan sebuah sistem komputer fungsional, otak dalam sebuah *ic* atau *chip* yang berfungsi untuk mengerjakan instruksi pada memori program, di mana program merupakan instruksi dari set instruksi CPU, program akan di simpan pada memori kemudian secara berurutan instruksi tersebut akan dikerjakan oleh CPU. Mikrokontroler merupakan suatu komputer yang berukuran mikro atau kecil dalam satu buah *chip integrated circuit* (IC) yang terdiri dari *processor* dan antarmuka yang dapat

diprogram. Jadi disebut komputer mikro karena dalam *ic* atau *chip* mikrokontroler terdiri dari CPU, *memory*, dan I/O yang dapat dikontrol dengan sebuah program. Berikut ini merupakan jenis-jenis mikrokontroler. Berikut ini merupakan blok diagram mikrokontroler ada Gambar 2.24.



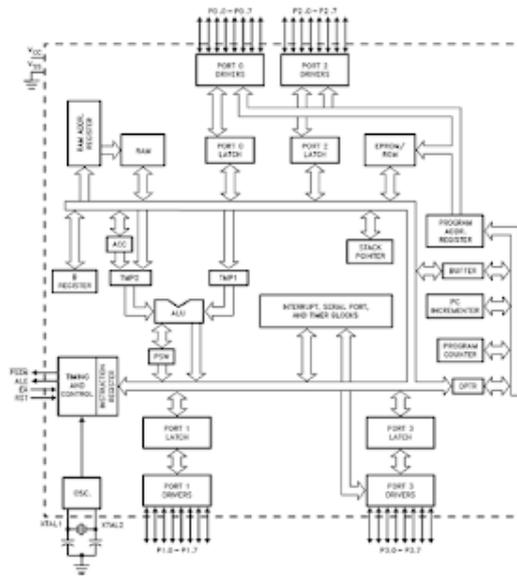
**Gambar 2.24.** Blok Diagram Mikrokontroler

Pemroses atau program mikrokontroler menggunakan bahasa pemrograman *assembly* dengan mengacu pada kaidah dasar digital sehingga pengoperasian sistem menjadi lebih mudah dikerjakan sesuai dengan logika sistem, di mana parameter masukan dan keluaran langsung dapat dilihat tanpa menggunakan banyak perintah. Jenis-jenis mikrokontroler yang umum digunakan sebagai berikut.

#### **2.4.1 Mikrokontroler MCS51**

Mikrokontroler MCS51 pada mulanya dirancang atau digunakan untuk sebuah aplikasi mikrokontroler, sebuah mode perluasan telah memberikan izin pada sebuah ROM luar 64KB dan RAM luar 64KB diberikan sebuah alamat dengan cara jalur pemilihan yang terpisah untuk mengakses program dan memori data. Salah satu fungsi atau kemampuan dari mikrokontroler 8051 yaitu masukan dari sebuah mesin pemroses yang memberikan izin untuk melakukan operasi logika tingkatan-bit dapat dilakukan secara langsung dan secara efektif dalam register internal dan RAM. Karena itulah MCS51 digunakan dalam rancangan awal PLC

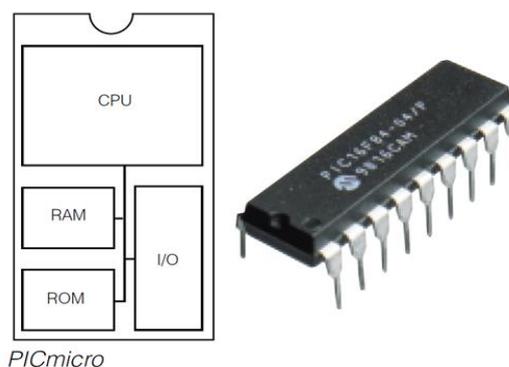
(*Programmable Logic Control*)[10]. Berikut ini Gambar 2.25. merupakan jenis mikrokontroler MCS51.



**Gambar 2.25.** Mikrokontroler MCS51<sup>[10]</sup>

#### 2.4.2 Mikrokontroler PIC (*Programmable Interface Controller*)

PIC merupakan kependekan dari *Programmable Interface Controller*. Sekarang Microchip telah mengumumkan pembuatan PIC-nya yang keenam. PIC sudah banyak dikenal dan digunakan oleh para developer serta para programmer dalam hal merancang, karena biayanya yang murah, ketersediaan, penggunaan yang luas, database aplikasi yang besar dan pemrograman melalui hubungan serial pada komputer[10]. Berikut ini Gambar 2.26 merupakan jenis mikrokontroler PIC.

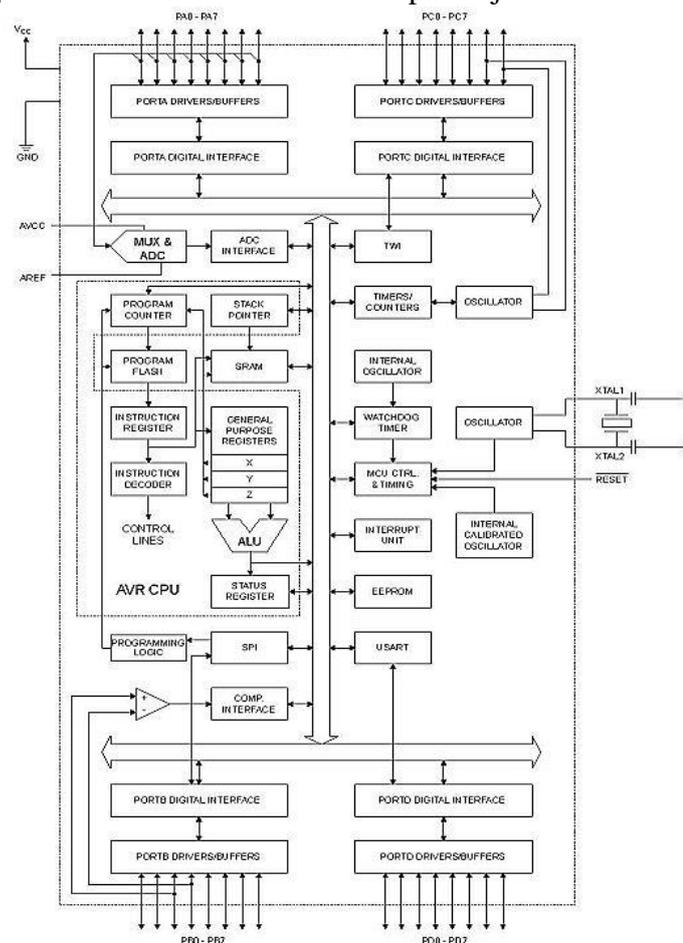


*PICmicro*

**Gambar 2.26.** Mikrokontroler PIC<sup>[10]</sup>

### 2.4.3 Mikrokontroler AVR (*Alv and Vegard's Risc processor*)

Mikrokonktroler Alv and Vegard's Risc processor atau lebih dikenal dengan singkatan AVR. AVR yaitu mikrokontroler RISC 8 bit. Karena RISC inilah sebagian besar kode perintah instruksi dikemas dalam satu siklus clock. Mikrokontroler AVR merupakan jenis dari mikrokontroler yang paling umum digunakan dalam bidang elektronika dan instrumentasi. Secara umum, AVR dikelompokkan menjadi dalam 4 kelas. Pada mikrokontroler yang membedakan dari masing-masing kelas adalah memori, peripheral dan fungsinya. Keempat kelas tersebut adalah keluarga ATTiny, keluarga AT90Sxx, keluarga ATmega dan AT86RFxx[10].Berikut ini Gambar 2.27. merupakan jenis mikrokontroler AVR.



Gambar 2.27. Mikrokontroler AVR<sup>[10]</sup>

### 2.4.3.1 Mikrokontroler ATmega

Mikrokontroler ATmega merupakan mikrokontroler dari atmel yang memiliki 2 arsitektur yaitu, arsitektur RISC (*Reduce Instruction Set Computer*) dan arsitektur CISC (*Completed Instruction Set Computer*). Arsitektur RISC lebih cepat saat eksekusi perintah dibandingkan CISC. Mikrokontroler ATmega yaitu memisahkan memori untuk sebuah kode program dan memori untuk sebuah data sehingga dapat memaksimalkan kerja. Prosedur instruksi dalam memori program dieksekusi dalam satu alur tunggal, di mana pada saat satu instruksi dikerjakan instruksi berikutnya sudah diambil dari memori program. Konsep mikrokontroler tersebut yang memungkinkan prosedur-prosedur dapat dieksekusi dalam setiap satu siklus clock. Berikut jenis-jenis mikrokontroler yang secara umum digunakan.

#### 2.4.3.1.1 Mikrokontroler Arduino Mega

Arduino Mega adalah mikrokontroler menggunakan ATmega2560. Mikrokontroler ini mempunyai 54 pin digital *input* dan *output*. Di mana 14 pin digunakan untuk *PWM output* dan 16 pin digunakan sebagai *analog input*, 4 pin UART, 16 MHz *osilator kristal*, koneksi USB, dan tombol *reset*. Mikrokontroler ini memiliki segala yang di butuhkan untuk memprogram melalui adaptor atau baterai. Mikrokontroler arduino mega di tunjukan pada Gambar 2.28. Bentuk fisik mikrokontroler arduino mega.



**Gambar 2.28.** Bentuk Fisik Mikrokontroler Arduino Mega

#### 2.4.3.1.2 Mikrokontroler Arduino Uno

Arduino Uno adalah mikrokontroler menggunakan ATmega328. Mikrokontroler ini mempunyai 14 digital *input* atau *output* pin, di mana 6 pin digunakan sebagai *output PWM*, 6 *input analog*, 16 MHz *osilator kristal*, koneksi USB, dan tombol *reset*. Mikrokontroler ini memiliki segala yang di butuhkan untuk program melalui adaptor atau baterai. Pin pada board arduino uno lebih sedikit dibandingkan dengan pin yang ada pada arduino mega. Mikrokontroler arduino uno di tunjukan pada Gambar 2.29. Bentuk fisik mikrokontroler arduino uno.



**Gambar 2.29.** Bentuk Fisik Mikrokontroler Arduino Uno.

#### 2.4.3.2 Mikrokontroler Arduino Nano

Arduino Nano adalah mikrokontroler menggunakan ATmega328 atau ATmega16. Mikrokontroler arduino nano salah satu mikrokontroler yang berukuran kecil, memiliki 14 digital *input* dan *output* pin, di mana 6 pin di antaranya sebagai *output PWM*, 8 *input analog*, 16 MHz *osilator kristal*, koneksi USB, dan tombol *reset*. Mikrokontroler arduino nano di tunjukan pada Gambar 2.30. Bentuk fisik mikrokontroler arduino nano.

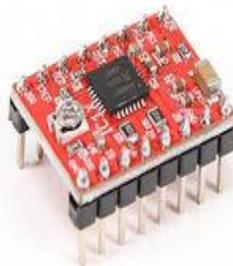


**Gambar 2.30.** Mikrokontroler Arduino Nano.

## 2.5 Driver Motor Stepper

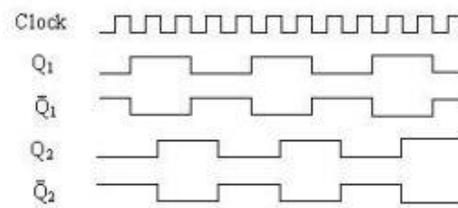
Driver motor stepper merupakan komponen elektronika yang mampu mengendalikan arah putaran dan kecepatan motor. Karena mikrokontroler sendiri tidak dapat mengendalikan sistem gerak motor secara langsung, hal ini disebabkan keterbatasan catu daya yang dihasilkan oleh pin dari mikrokontroler. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah komponen elektronik yang mampu menanggulangi permasalahan tersebut.

Sistem hybrid pada motor stepper memiliki struktur kombinasi dari kedua tipe motor stepper. Motor stepper tipe hybrid memiliki gerigi dan memiliki magnet permanent yang tersusun secara aksial pada batang dari porosnya. Tenaga motor stepper tipe *hybrid* juga ditentukan oleh arus yang di alirkan, jika arus stepper motor terlalu kecil, maka stepper motor akan kekurangan pasokan tenaga, akibatnya tenaga kecil dan motor stepper tidak bisa mempertahankan posisi. Begitu pun sebaliknya jika arus yang masuk terlalu besar, maka motor stepper akan menjadi panas dan tenaga kecil karena daya magnet yang dihasilkan menjadi netral. Oleh karena itu digunakan sebuah driver motor stepper yang mampu mengatur arus dari tipe motor stepper *hybrid*, dengan menggunakan driver stepper A4988. Berikut ini Gambar 2.31. Driver motor stepper A4988 yang digunakan pada robot.



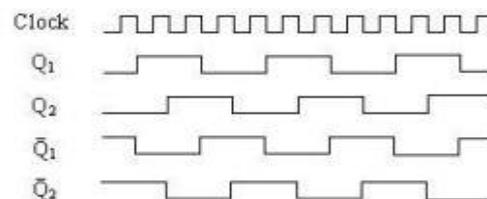
**Gambar 2.31.** Driver Motor Stepper A4988

Driver motor stepper A4988 memiliki potensio kecil yang digunakan untuk mengatur arus. Driver motor A4988 arusnya akan semakin besar jika diputar searah jarum jam dan arus akan semakin kecil jika di putar berlawanan arah jarum jam. Driver motor stepper A4988 sangat mudah digunakan karena hanya terdapat dua buah *input* masukkan yakni *DIR* dan *STEP*. *DIR* berfungsi mengubah arah putaran menjadi searah jarum jam dan berlawanan jarum jam. *STEP* berfungsi untuk mengatur kecepatan motor stepper[12]. Driver motor tidak hanya mengeluarkan sebuah tegangan, namun tegangan yang dihasilkan juga harus dalam bentuk pulsa. Karena motor stepper bergerak atau bekerja secara *step by step* sesuai dengan pulsa. Bentuk pulsa yang dikeluarkan oleh River bipolar dapat dilihat pada Gambar 2.32.



**Gambar 2.32.** Pulsa Driver Bipolar.

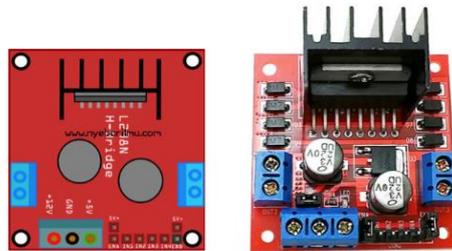
Bentuk pulsa pada Gambar 2.32 harus dapat dikeluarkan oleh driver sebagai syarat untuk menggerakkan motor stepper. Tinggi pulsa yang dikeluarkan harus sesuai dengan spesifikasi tegangan motor stepper yaitu 5 v – 36 volt. Driver untuk motor stepper unipolar cukup dengan dilalui arus satu arah saja sedangkan untuk tipe bipolar harus dilalui oleh arus dengan dua arah[12]. Bentuk pulsa yang dikeluarkan oleh driver unipolar dapat dilihat pada Gambar 2.33. Pulsa driver unipolar.



**Gambar 2.33.** Pulsa Driver Unipolar

## 2.6 Driver Motor DC

Driver motor dc merupakan komponen elektronika yang berfungsi untuk mengontrol kecepatan serta arah perputaran pada motor DC. Driver motor IC L298N merupakan sebuah IC tipe H-bridge yang mampu mengontrol beban induktif. Pada driver motor berfungsi untuk memudahkan dalam menentukan arah putaran suatu motor. Sebagai contoh jika terdapat dua jalur, jalur A dan jalur B, maka pada kondisi A, di mana pada kondisi ini rangkaian mendapatkan sebuah trigger pada masukan A, maka jalur A akan bermuatan positif dan jalur B bermuatan negatif. Ketika kondisi B, rangkaian mendapatkan trigger pada masukan B, maka polaritas akan terbalik dari input A, yaitu jalur A bermuatan negatif dan jalur B bermuatan positif [13]. Berikut Gambar 2.34. IC L298



**Gambar 2.34.** Driver Motor DC<sup>[13]</sup>

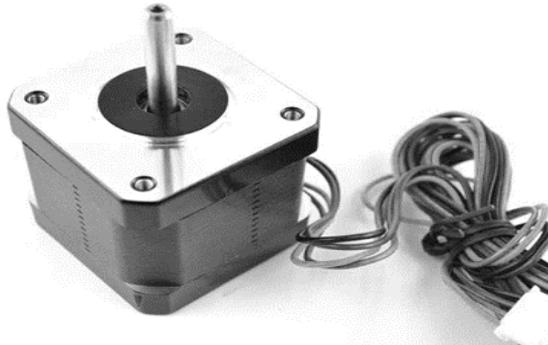
## 2.7 Tinjauan Sistem Aktuator Robot Pemadam Api

Aktuator merupakan bagian dari sebuah penggerak yang digunakan dalam sistem. Aktuator yang digunakan adalah motor stepper. Pemilihan aktuator berdasarkan pada spesifikasi kebutuhan perancangan sistem yang akan dibuat.

### 2.7.1 Motor Stepper

Motor stepper merupakan komponen elektromekanis yang berfungsi untuk merubah pulsa elektronis menjadi sebuah pergerakan mekanis *diskrit*. Motor stepper bergerak sesuai dengan setiap urutan pulsa yang dikirimkan pada

motor[14]. Karena itu, untuk menggerakkannya diperlukan sebuah pengendali motor stepper yang membangkitkan pulsa-pulsa periodik. Berikut ini Gambar 2.35. Bentuk fisik motor stepper.



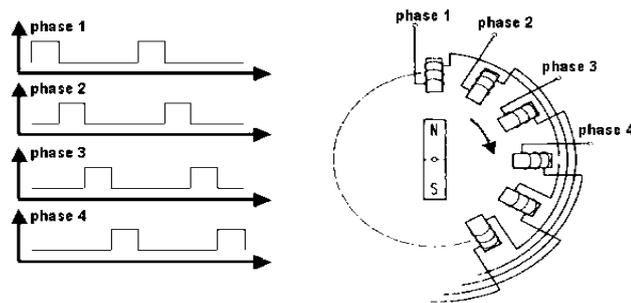
**Gambar 2.35.** Bentuk Fisik Motor Stepper

Pemakaian motor stepper mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan dengan penggunaan motor lainnya, keunggulannya sebagai berikut.

- A. Sudut rotasi motor sebanding dengan pulsa masukan sehingga lebih mudah diatur.
- B. Motor dapat langsung memberikan torsi penuh pada saat memulai bergerak
- C. Posisi dan pergerakan saat pengulangan dapat ditentukan secara presisi
- D. Memiliki respon yang sangat baik terhadap mulai, berhenti dan berbalik (perputaran).

Prinsip kerja dari motor stepper mirip dengan motor DC, sama-sama dicatu oleh tegangan DC untuk memperoleh medan magnet. Jika motor DC memiliki magnet tetap pada stator, akan tetapi pada motor stepper mempunyai magnet tetap pada rotor. Ukuran besar nilai derajat per step dari pergerakan motor, besar volt tegangan catu untuk setiap lilitan motor, dan besar arus yang dibutuhkan untuk setiap lilitan tersebut[14].

Berikut ini merupakan ilustrasi gambar dari struktur motor stepper sederhana dan urutan pulsa yang dibutuhkan untuk menggerakkan motor tersebut dari pulsa keluaran pengendali motor stepper dan penerapan pulsa tersebut pada motor stepper untuk menghasilkan arah putaran yang sesuai dengan pulsa kendali. Seperti pada Gambar 2.36. Struktur motor stepper.

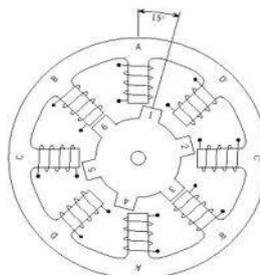


**Gambar 2.36.** Struktur Motor Stepper<sup>[14]</sup>

Motor stepper berjalan sesuai dengan setiap urutan pulsa yang dikirimkan kepada motor stepper, oleh karena itu untuk menggerakkan motor stepper diperlukan sebuah kendali dari motor stepper yang membangkitkan pulsa-pulsa periodik. Pada dasarnya terdapat 3 tipe prinsip kerja motor stepper yaitu :

#### A. Motor stepper *Variable Reluctance* (VR)

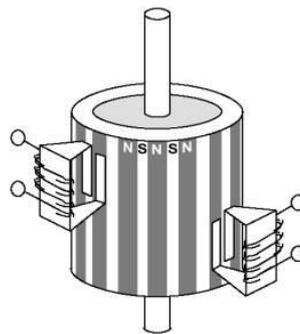
Motor stepper ini terdiri atas sebuah *rotor* besi lunak dengan beberapa gerigi dan sebuah lilitan *stator*. Dimana ketika lilitan *stator* diberikan energi dengan arus DC, kutub-kutub menjadi akan termagnetasi. Perputaran terjadi ketika gigi rotor tertarik oleh kutub *stator*[14]. Berikut ditunjukkan pada Gambar 2.37.



**Gambar 2.37.** Motor Stepper Variable Reluctance (VR)<sup>[14]</sup>

## B. Motor stepper tipe Permanent Magnet (PM)

Pada motor stepper ini mempunyai *rotor* yang berbentuk seperti kaleng bulat (*tin can*) yaitu terdiri dari sebuah lapisan magnet permanen yang dililit secara selang-seling dengan kutub yang berlawanan. Permanent magnet memiliki resolusi langkah yang kecil yaitu antara  $7,5^\circ$  sampai  $15^\circ$  per langkah atau 48 sampai 24 langkah dari setiap putarannya. Motor stepper tipe Permanent magnet, apabila intensitas dari *fluks* magnet dalam motor ini akan meningkat sehingga dapat menghasilkan torsi yang besar[14]. Berikut ini di tunjukan pada Gambar 2.38. Motor stepper permanent magnet (PM).

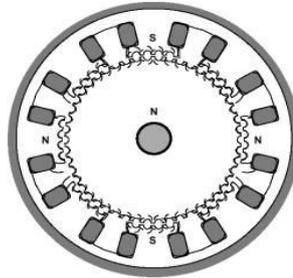


**Gambar 2.38.** Motor Stepper Permanent Magnet (PM) <sup>[14]</sup>

## C. Motor Stepper tipe *Hybrid* (HB)

Motor tipe ini mempunyai struktur yang merupakan kombinasi dari kedua tipe sebelumnya. Motor stepper tipe ini mempunyai gerigi seperti pada motor tipe VR dan juga memiliki magnet permanen yang sudah tersusun secara *aksial* pada batang porosnya sama seperti tipe motor tipe PM. Motor tipe hybrid mampu mengeluarkan resolusi langkah yang tinggi yaitu antara  $3,6^\circ$  hingga  $0,9^\circ$  per langkah atau 100-400 langkah setiap putarannya. Jenis motor stepper hybrid bekerja dengan kinerja yang lebih baik sehubungan dengan tingkat resolusi, torsi dan kecepatan. Rotor dari stepper ini merupakan *multi-bergigi* seperti

steppers *variable reluctance* [14]. Jenis yang paling umum digunakan dari motor stepper adalah hybrid. Berikut ditunjukkan pada Gambar 2.39.

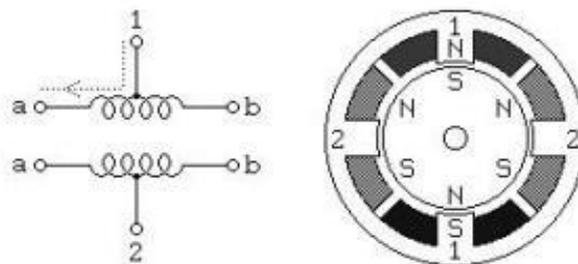


**Gambar 2.39.** Motor Stepper tipe Hybrid (HB) [14]

Motor stepper bergerak secara diskrit *per-step* sesuai dengan spesifikasi. Untuk bergerak dari satu langkah ke langkah berikutnya diperlukan waktu dan menghasilkan torsi yang besar pada kecepatan rendah. Salah satu karakteristik dari motor stepper yaitu memiliki torsi penahan, yang memungkinkan motor stepper menahan posisi yang berfungsi untuk aplikasi motor stepper. Dilihat dari sebuah lilitannya motor stepper terbagi menjadi dua jenis yaitu:

#### A. Motor Stepper Unipolar

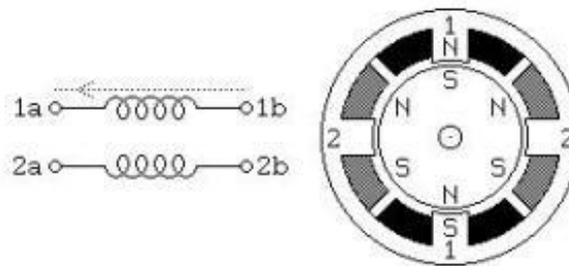
Pada motor stepper yang *center* tapnya ada pada masing-masing lilitan kabel *input* ada enam kabel. Namun jika *center* tap sudah terhubung di dalam kabel *input* maka hanya terdapat lima kabel [14]. Sebagai gambaran dapat ditunjukkan konstruksi motor stepper unipolar pada Gambar 2.40. Konstruksi motor stepper unipolar



**Gambar 2.40.** Konstruksi Motor Stepper Unipolar [14]

## B. Motor Stepper Bipolar

Motor stepper bipolar memiliki dua lilitan berbeda dari tipe unipolar yaitu apabila pada tipe bipolar lilitannya tidak memiliki *center tap*. Keunggulan dari tipe bipolar yaitu memiliki torsi yang lebih besar jika dibandingkan dengan tipe unipolar untuk ukuran yang sama. Pada motor stepper bipolar hanya mempunyai empat kabel masukan. Sebagai gambaran di tunjukan konstruksi motor stepper bipolar pada Gambar 2.41. Konstruksi motor stepper bipolar



**Gambar 2.41.** Konstruksi Motor Stepper Bipolar<sup>[14]</sup>

### 2.7.2 Motor Servo

Motor servo adalah komponen elektronika atau komponen penggerak putaran motor yang dirancang dengan sistem kendali umpan balik, sehingga dapat di kendalikan untuk memastikan posisi sudut dari poros keluaran motor. Motor servo merupakan komponen yang terdapat dari sistem motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer. Motor servo terdapat beberapa bagian dari tiga bagian yang paling utama yaitu motor, sistem kendali dan potensiometer yang terintegrasi dengan satu set roda gigi ke poros *output*. Fungsi potensio sebagai sensor yang mengirim sinyal umpan balik ke sistem kendali.

Penggunaan sistem kendali pada motor servo berfungsi sebagai pengendali gerakan dan posisi akhir dari poros motor servo. Penjelasan sederhananya begini,

apabila posisi poros keluaran dari motor servo akan di sensor untuk mengetahui posisi poros sudah tepat seperti yang di inginkan atau belum. Apabil belum, maka kendali dari masukan akan mengirim sinyal kendali untuk membuat posisi poros tersebut tepat pada posisi yang di tentukan. Motor servo bekerja dengan mengirimkan sinyal modulasi lebar pulsa (Pulse Wide Modulation) melalui kabel kontrol. Lebar pulsa dari sinyal kontrol yang dikirimkan akan menentukan posisi sudut putaran dari poros motor servo[15]. Berikut bentuk fisik motor servo pada Gambar 2.42.

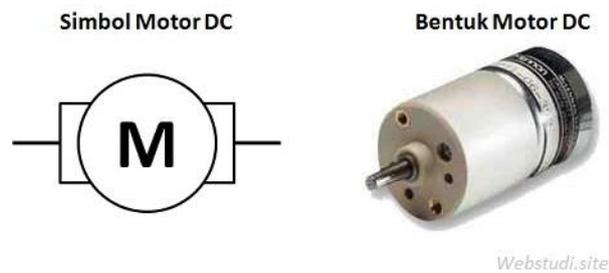


**Gambar 2.42.** Bentuk Fisik Motor Servo<sup>[15]</sup>

### 2.7.3 Motor DC

Motor dc merupakan komponen elektronika atau sebuah motor listrik yang memerlukan suplai tegangan arus searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi gerak mekanik. Kumparan medan pada motor dc yaitu bagian yang tidak berputar biasa disebut dengan stator dan rotor bagian yang berputar biasa disebut dengan kumparan jangkar[16]. Motor arus searah, sebagaimana namanya, menggunakan arus langsung yang tidak langsung. Motor dc merupakan komponen elektronik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik berupa gerak rotasi. Pada motor DC terdapat bagian yang berputar dengan satu atau lebih kumparan terpisah., penggunaan motor dc dibatasi untuk beberapa penggunaan dari berkecepatan rendah, penggunaan daya rendah hingga sedang seperti pada *tool*

mesin, karena selalu terjadi masalah dengan perubahan arah arus listrik mekanis pada ukuran motor yang lebih besar. Motor dc tersebut dibatasi hanya untuk penggunaan di area yang bersih dan tidak berbahaya sebab resiko percikan api pada sikatnya. Berikut ini Gambar 2.43. Motor dc.



**Gambar 2.43.** Motor DC<sup>[13]</sup>

#### 2.7.4 Kipas

Kipas atau Fan Propeller adalah sebuah baling-baling kipas sebagai *output* yang berfungsi untuk mematikan api dari hasil pembacaan data sensor. Baling-baling kipas ini sangat mudah digunakan karena hanya memerlukan sebuah *input* tegangan 5v dan data masukan untuk mengatur kecepatan putaran kipas. Sebagai gambaran dapat di tunjukan pada Gambar 2.44. Bentuk fisik kipas.



**Gambar 2.44.** Bentuk Fisik Kipas

#### 2.8 Baterai

Penggunaan sistem baterai yang digunakan pada robot pemadam ini di tentukan oleh beberapa faktor, di antaranya faktor tegangan, faktor arus, dan faktor

teknologi dari baterai yang dipakai. Baterai yang digunakan dalam perancangan ini menggunakan teknologi Baterai *lithium ion*, baterai jenis ini menggunakan bahan yang mengandung *lithium* sebagai *katoda* dan *karbon* sebagai *anoda*. Pada satu baterai menghasilkan tegangan 3.7 v dan arus 2200mAh. Berikut di tunjukan Gambar 2.45. Baterai *lithium ion*



**Gambar 2.45.** Baterai *Lithium Ion*

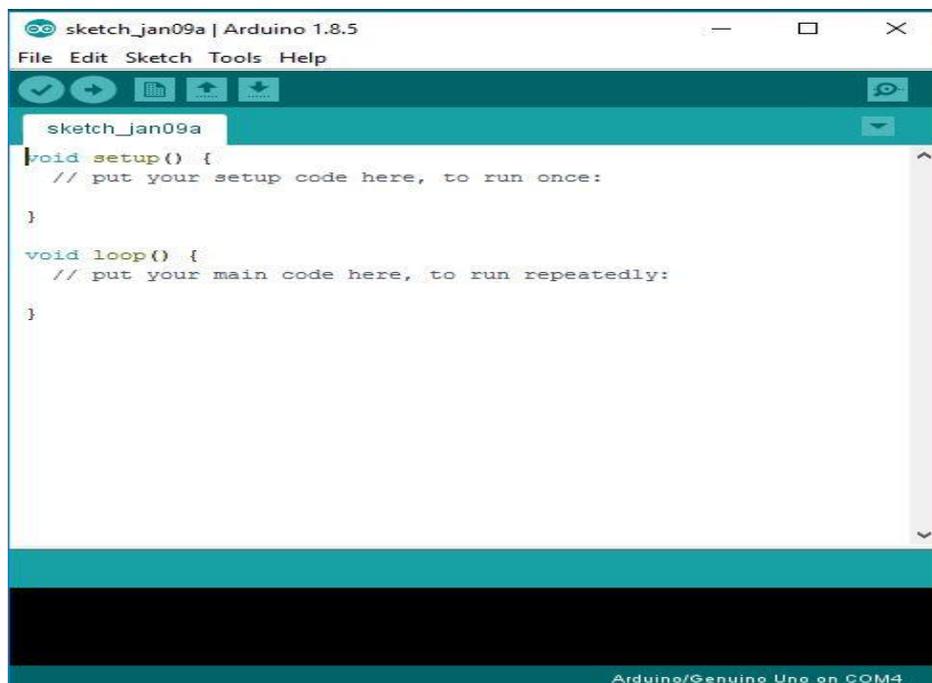
## **2.9 Perangkat Lunak**

Perangkat lunak berfungsi untuk mengendalikan seluruh perangkat keras yang telah dirancang dan di implementasi. Perangkat lunak atau *software* ini berupa algoritma gerak dan tugas robot dalam bentuk *listing* program yang ditanamkan di dalam mikrokontroler. Program tersebut dapat berbentuk bermacam-macam sesuai dengan spesifikasi dan mikrokontroler yang digunakan.

### **2.9.1 Bahasa Pemrograman**

Pemrograman Mikrokontroler ini dilakukan dengan menggunakan Arduino Software (IDE). Arduino Development Environment memiliki beberapa editor teks untuk menulis kode, sebuah area pesan, sebuah konsol, sebuah *toolbar* dengan tombol-tombol untuk fungsi yang umum dan beberapa menu. Arduino Development Environment terintegrasi ke arduino *board* untuk meng-upload

program dan juga untuk berkomunikasi dengan arduino *board*. Perangkat lunak yang diprogram menggunakan Arduino Development Environment disebut *Sketch*. *Sketch* ditulis pada editor teks. *Sketch* disimpan dengan file berekstensi *.ino*. area pesan memberikan informasi dan pesan *error* ketika kita menyimpan atau membuka *Sketch*. Fungsi konsul menampilkan *output* teks dari Arduino Development Environment dan juga menampilkan pesan error ketika kita mengkompile *Sketch*. Pada posisi sudut kanan bawah pada Gambar 2.45. menunjukkan jenis papan arduino dan *port serial* yang sedang digunakan. Tombol *toolbar* digunakan untuk mengecek *error* pada kode program, *upload sketch* atau *upload* program, membuat *sketch* baru, membuka seluruh *sketch* yang berada dalam sebuah *sketchbook*, atau menyimpan *sketch*, dan menampilkan serial monitor[17]. Berikut ini merupakan sebuah contoh tampilan *sketch*, seperti di tunjukan pada Gambar 2.46. Tampilan arduino development environment.



**Gambar 2.46.** Tampilan Arduino Development Environment