

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Penelitian terdahulu menjadi salah satu acuan penulis, sehingga penulis dapat memperkaya teori yang digunakan dalam mengkaji penelitian. Adapun hasil-hasil penelitian yang dijadikan perbandingan tidak terlepas dari topik penelitian mengenai alat pemotong kawat otomatis berbasis Arduino nano. Berikut merupakan penelitian terdahulu berupa beberapa jurnal terkait dengan penelitian yang dilakukan penulis:

(Raharja & Muhammad Oka Suhilman, 2017) Dengan judul “Purwarupa Alat Pemotong Kabel Otomatis Berdasar Panjang dan Jumlah Potongan Berbasis Arduino”, Proses pemotongan kabel biasanya dilakukan dengan menggunakan alat pemotong yang dikerjakan secara manual oleh manusia. Proses ini belum menunjukkan kepraktisan dan keefektifan dalam pekerjaan, yang tentunya juga dapat memunculkan kesalahan dalam hasil pemotongan. Peneliti ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat pemotong kabel secara otomatis, yang bekerja berdasar panjang dan jumlah potongan sesuai kebutuhan pengguna. Perancangan alat pemotong kabel otomatis yang terdiri dari Arduino Uno sebagai sistem kendali mesin pemotong kabel yang digunakan (5 cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm dan 25 cm) dengan menggunakan 1 *keypad* matrik 4x4 untuk memberi sinyal masukkan ukuran dan jumlah kabel yang akan dipotong, 2 buah motor servo sebagai penentu ukuran panjang dan juga 1 buah motor servo sebagai mekanisme pemotong kabel, 1 unit LCD sebagai tampilan karakter dan *buzzer* sebagai indikator.

#### **2.2 Motor Nema 17**

Motor stepper adalah perangkat elektromekanis yang bekerja dengan mengubah pulsa elektronis menjadi gerakan mekanis diskrit. Motor stepper bergerak berdasarkan urutan pulsa yang diberikan kepada motor. Karena itu, untuk menggerakkan motor stepper diperlukan pengendali motor stepper yang membangkitkan pulsa-pulsa *periodic*. Penelitian ini menggunakan motor stepper

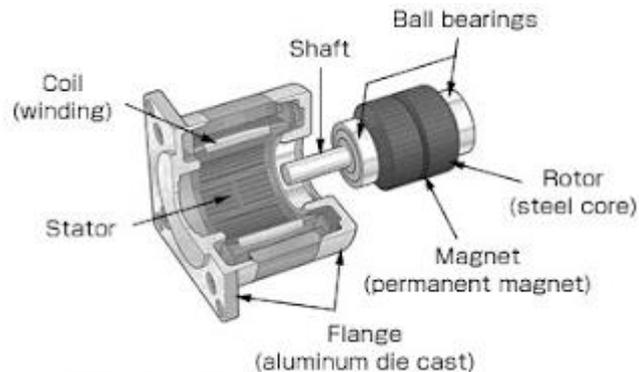
berjenis NEMA 17 yang merupakan motor stepper paling terjangkau dan lazim digunakan pada mesin CNC berskala kecil. NEMA 17 merupakan motor stepper dengan ukuran 1.7 inch x 1.7 inch (sekitar 4.1cm x 4.1cm) pada ukuran plat muka (Prasetyo, dkk, 2020).



**Gambar 2. 1** Motor Nema 17 (Prasetyo, dkk, 2020.)

### 2.2.1 Konstruksi Motor Stepper

Pada dasarnya, motor stepper memiliki konstruksi yang sama dengan motor listrik pada umumnya, yaitu memiliki rotor dan stator. Perbedaannya adalah motor stepper tidak memiliki sikat karena putaran dilakukan dengan memberikan pulsa diskrit pada kumparan motor.



**Gambar 2. 2** Konstruksi Motor Stepper (sumber : *electricaltechnology.org*)

Stator pada motor DC terbuat dari logam yang terdapat belitan di sekelilingnya. Belitan ini tidak dililitkan pada seluruh bagian stator, namun dibelitkan secara individual pada gigi stator, sehingga lebih mirip motor brushless. Belitan inilah yang terhubung pada input dan diberikan pulsa digital.

Sedangkan rotor pada stepper terbuat dari besi lunak atau dari batang magnet. Rotor akan merespon medan magnet pada belitan stator dan bergerak sesuai sudut stepnya. Motor Stepper dapat diatur posisinya tanpa mekanisme umpan balik (*feedback*).

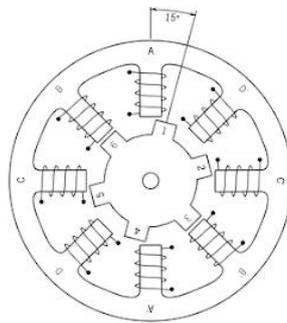
### 2.2.2 Jenis Motor Stepper

Motor stepper memiliki beberapa kategori. Berdasarkan struktur rotor dan statornya, motor stepper terdiri atas 3 jenis umum yaitu:

#### 1. Variable Reluctance (VR)

Stepper jenis ini merupakan jenis yang paling sederhana. Motor Stepper VR terdiri dari motor besi lunak dengan beberapa gerigi dan dikelilingi oleh belitan stator. Stator sendiri terdiri dari beberapa belitan yang terhubung langsung dengan inputnya. Belitan inilah yang menentukan sudut step pada motor.

Rotasi pada motor terjadi ketika gerigi rotor ditarik ke kutub stator akibat dari pulsa digital yang diberikan. Pulsa digital membawa daya listrik sehingga menimbulkan medan elektromagnetik pada kumparan stator.

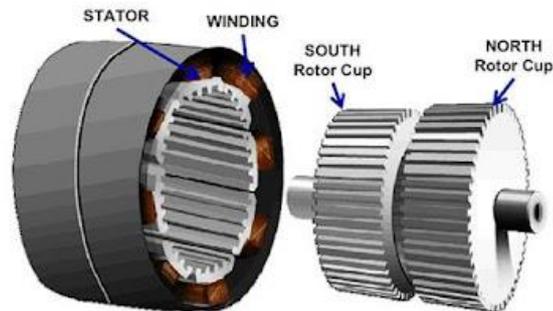


**Gambar 2. 3** Stepper VR (Sumber : *motioncontroltips.com*)

Magnet pada Stepper tipe VR lebih kecil dan ringan daripada jenis permanen magnet, sehingga dapat bergerak lebih cepat. Semakin kecil gap antara rotor dan gigi stator dari stepper VR, maka semakin kecil pula gaya magnetnya.

#### 2. Permanen Magnet (PM)

Stepper ini menggunakan magnet permanen pada rotornya dan bekerja pada atrikan atau tolakan antara rotor dan stator electromagnet. Tidak seperti tipe *Variable Reluctance*, tipe Permanen Magnet tidak memiliki gerigi pada rotornya. Sebagai gantinya, Stepper PM menggunakan magnet dengan *alternating north* dan kutub selatan dengan garis lurus yang sejajar dengan poros rotor. Kutub magnet pada rotor ini menghasilkan peningkatan intensitas fluks sehingga torsiya lebih tinggi dibandingkan stepper tipe VR.



**Gambar 2. 4 Stepper PM** (Sumber : [linearmotiontips.com](http://linearmotiontips.com))

### 3. Stepper Hybrid

*Stepper Hybrid* adalah gabungan dari dua jenis stepper diatas. Penggabungan jenis *Variable Reluctance* dan Permanen magnet bertujuan untuk memberikan daya maksimum dalam kemasan yang kecil. Karena konstruksi yang digabungkan maka harga dari *stepper Hybrid* lebih mahal dari dua jenis yang lain. Namun, Stepper ini memiliki kombinasi sifat terbaik dari keduanya.

Jenis *Hybrid* memberikan kinerja yang lebih baik dalam hal tingkat resolusi, torsi dan kecepatan. Rotor dari Stepper ini memiliki multi-gerigi seperti tipe VR dan berisi magnet konsentrik aksial disekitar porosnya.



**Gambar 2. 5 Stepper Hybrid** (sumber : [motioncontroltips.com](http://motioncontroltips.com))

Stepper ini dapat menghasilkan sudut step yang tinggi, antara  $3.6^\circ$  hingga  $0.9^\circ$  per step. Artinya, diperlukan 100 hingga 400 langkah untuk setiap putaran penuh pada motor.

#### 2.2.3 Jenis Stepper Utama

##### 1. Stepper Unipolar

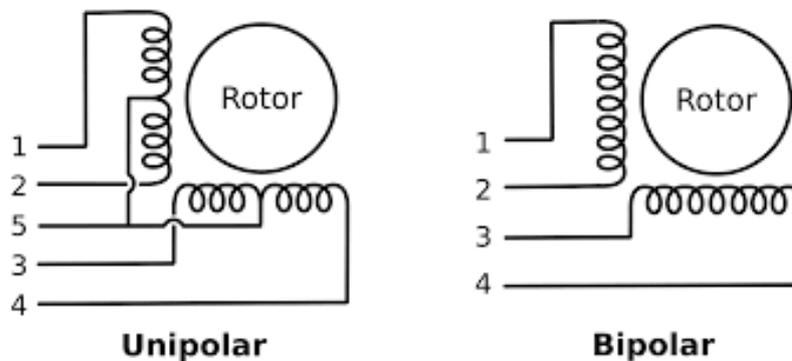
Stepper jenis ini terdiri dari dua lilitan yang memiliki cabang tengah atau center tap. Cabang tengah dari masing-masing lilitan terdapat bersatu ataupun

terpisah, tergantung dari *datasheet* motor. Biasanya yang dijumpai adalah stepper unipolar dengan cabang tengah yang disatukan sehingga terdapat 5 input. Cabang tengah pada stepper ini dapat dihubungkan dengan ground atau ke VCC, tergantung dari spesifikasi pada *datasheet* motor dan driver yang digunakan.

## 2. Stepper Bipolar

Stepper bipolar tidak memiliki cabang tengah (*center tap*). Jenis ini memiliki kelebihan yakni torsi yang lebih besar apabila dibandingkan dengan unipolar dengan ukuran yang sama. Motor stepper bipolar hanya memiliki empat buah *input*. Namun demikian untuk mengendalikan motor jenis ini lebih rumit dibandingkan motor jenis bipolar.

Untuk mengendalikan stepper bipolar, diperlukan sinyal digital yang berubah-ubah dari positif ke negatif dan sebaliknya pada setiap lilitannya. Hal ini bertujuan untuk menghasilkan fluktuasi magnetik yang berubah ubah sehingga rotor dapat berputar sesuai sudut stepnya.



**Gambar 2. 6** Jenis Stepper Utama

### 2.2.4 Cara Kerja Motor Stepper

Pada dasarnya, cara kerja motor stepper berbeda beda, tergantung pada konstruksi rotor dan stator serta sistem lilitan pada statornya. Namun setiap stepper digerakkan oleh pulsa digital yang diubah setiap waktu. Kecepatan sinyal pulsa digital atau lebih tepatnya frekuensi sinyal mempengaruhi kecepatannya. Semakin cepat frekuensi sinyal, maka semakin cepat pula RPM pada stepper.

Sinyal digital ini dapat pula digunakan untuk menentukan posisi pada motor stepper. Misalnya saja, stepper dengan sudut step  $1.8^\circ$  maka untuk satu putaran penuh diperlukan 200 step, sehingga untuk setengah putaran stepper memerlukan

100 step dan untuk satu setengah putaran diperlukan 300 *step*. Hal inilah yang menjadikan stepper banyak dipakai pada mesin printer 3D dan CNC *Engraving*.

Sinyal digital yang diberikan pada rotor menghasilkan medan magnetik yang berinteraksi dengan rotor pada motor stepper. Hal ini menyebabkan motor bergerak dalam satu sudut stepnya, dan bertahan sampai sinyal digital berikutnya.

### 2.2.5 Metode Pengendalian Motor Stepper

Motor stepper mengubah sinyal elektronik menjadi gerakan mekanis setiap kali pulsa digital diberikan pada *input*. Setiap sinyal menggerakkan setiap *step* secara teratur. Seperti yang dijelaskan diatas, Apabila pada spesifikasi stepper tercantum sudut step  $1.8^\circ$  maka untuk satu putaran penuh diperlukan  $360/1.8=200$  *step*. Untuk menggerakkan setiap step pada stepper ada beberapa metode yang dapat dilakukan, diantaranya adalah:

#### 1. Full Step

Pada metode *full step*, motor beroperasi hanya dengan satu fase berenergi pada satu waktu. Pada metode *full step* belitan yang aktif hanya satu. Namun, dapat pula mengaktifkan dua belitan untuk torsi yang lebih besar. *Full step* memberikan putaran motor yang lebih kasar dibandingkan dengan *half step*. Namun, Metode ini membutuhkan daya yang paling sedikit dari driver. Contoh sinyal input pada *full step* dapat dilihat pada gambar dibawah.

	Input 1	Input 2	Input 3	Input 4
NA	0	1	1	1
NB	1	0	1	1
NC	1	1	0	1
ND	1	1	1	0

**Gambar 2. 7 Full Step Digital Input**

#### 2. Half Step

Metode *Half step* menggunakan belitan ganda untuk pengoperasiannya. Metode ini adalah kombinasi dari satu fase dan dua fase pada metode *full step*. Sudut langkah yang dihasilkan akan lebih kecil, sehingga menghasilkan

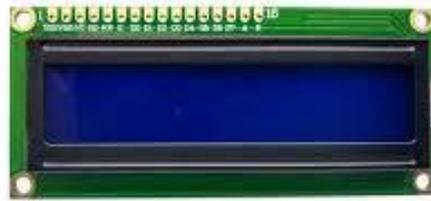
putaran yang lebih halus. Contoh sinyal input pada *half step* padat dilihat pada gambar dibawah.

	Input 1	Input 2	Input 3	Input 4
NA	0	1	1	1
NB	0	0	1	1
NC	1	0	1	1
ND	1	0	0	1
NA	1	1	0	1
NB	1	1	0	0
NC	1	1	1	0
ND	0	1	1	0

**Gambar 2. 8** *Half Step Digital Input*

### 2.3 LCD (Liquid Crystal Display)

*Light Crystal Display* (LCD) yang digunakan ialah LCD dot matrik dengan jumlah karakter 16 x 2. LCD memiliki fungsi utama untuk menampilkan output berupa karakter atau status kerja alat. Untuk menghemat pin - pin pada mikrokontroler yang digunakan ada 1 modul LCD yang bisa dimanfaatkan untuk alternatif mengakses LCD yaitu modul LCD PCF8574. Modul PCF8574 ini menggunakan antarmuka atau *interface* I2C, sehingga hanya membutuhkan 2 pin saja yaitu SDA dan SCL untuk dapat beroperasi. LCD yang telah terintegrasi dengan modul I2C bersifat kompatibel dengan semua jenis mikrokontroler, sehingga memungkinkan untuk digunakan dalam proyek kami kali ini. LCD yang telah terintegrasi dengan modul PCF8574 ini memiliki tegangan operasi antara 2-5 Vdc pada saat kondisi *standby* dengan arus yang dibutuhkan sebesar 10 uA dan kendali sebesar 8 bit (Istiqamah Qalbi dkk, 2020).



**Gambar 2. 9** LCD (*Liquid Crystal Display*) (Istiqamah Qalbi dkk, 2020)

#### 2.4 Extruder Kit 1.75mm

*Extruder* adalah komponen yang sangat penting pada alat cetak tiga dimensi karena berfungsi untuk memanaskan dan memotong *filament* pada alat cetak tiga dimensi berbahan *acrylic*. Extruder terdiri dari beberapa komponen penting yaitu *Stepper motor*, *thermistor*, *heater*, *fan* dan *nozzle*.(Andi Wijaya, 2017).

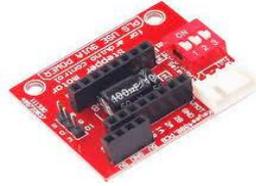


**Gambar 2. 10** *Motor Driver* (Andi Wijaya, 2017.)

#### 2.5 Drive A4988

A4988 adalah *driver microstepping*. *Motor driver* ini dilengkapi dengan *built in translator* untuk memudahkan pengoperasian motor. Hal ini dirancang untuk pengoperasian *stepper motor* tipe bipolar pada saat penuh, setengah, seperempat, seperdelapan, dan seperenambelas dengan kapasitas *drive output* hingga 35 V dan  $\pm 2A$ . A4988 termasuk arus rendah yang memiliki kemampuan untuk beroperasi di saat cepat ataupun lambatnya mengaktifkan motor. Dibawah ini merupakan gambar dari *Driver Motor A4988*. *Translator* adalah kunci untuk memudahkan pengoperasian A4988. Cukup memasukkan satu pulsa pada *input driver motor* maka motor bergerak satu *microstep* *Interface A4988* adalah pilihan yang sesuai untuk aplikasi di mana mikroprosesor kompleks tidak tersedia atau

terbebani. Gambar di bawah ini merupakan Aplikasi diagram *driver motor* pololu A4988 yang di sambungkan dengan *microcontroller*. (Prasetyo, dkk, 2020).



**Gambar 2. 11** *Drive A4988* (Prasetyo, dkk, 2020).

## 2.6 Mikrokontroler

### 2.6.1 Pengertian Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah komputer di dalam *chip* yang digunakan untuk mengendalikan peralatan elektronik, yang mengatur efisiensi dan efektivitas biaya. Secara teknis mikrokontroler dibagi menjadi 2 jenis yaitu RISC (*Reduced Instruction Set Computer*) dan CISC (*Computer Complex Instruction Collection*), yang masing-masing memiliki keluarga. RISC terbatas tetapi dengan lebih banyak fasilitas. CISC yaitu instruksi yang lebih lengkap dengan fasilitas terbatas. Jadi, mikrokontroler adalah alat yang dibuat oleh seorang programmer. Program ini menginstruksikan mikrokontroler untuk melakukan *interlacing* panjang dari tindakan sederhana untuk melakukan tugas yang lebih kompleks sesuai keinginan programmer (Hafidhin dkk., 2020).

### 2.6.2 Arduino Nano

Arduino Nano adalah salah satu papan pengembangan mikrokontroler yang berukuran kecil, lengkap dan mendukung penggunaan *breadboard*. Arduino Nano diciptakan dengan basis mikrokontroler ATmega328 (untuk Arduino Nano versi 3.x) atau ATmega 168 (untuk Arduino versi 2.x). Arduino Nano kurang lebih memiliki fungsi yang sama dengan Arduino *Duemilanove*, tetapi dalam paket yang berbeda. Arduino Nano tidak menyertakan colokan DC berjenis *Barrel Jack*, dan dihubungkan ke komputer menggunakan *port* USB Mini-B. Arduino Nano dirancang dan diproduksi oleh perusahaan *Gravitech*. (Wicaksana, 2017.)



**Gambar 2. 12** Arduino Nano (Wicaksana, 2017.).

### 2.6.2.1 Spesifikasi

Arduino Nano ini memiliki beberapa spesifikasi, antara lain:

1. Chip Mikrokontroler menggunakan ATmega328p atau Atmega168.
2. Tegangan operasi sebesar 5volt.
3. Tegangan *input* (yang disarankan) sebesar 7volt – 12 volt.
4. Terdapat pin digital I/O 14 buah dan 6 diantaranya sebagai *output* PWM.
5. 8 Pin *Input* Analog.
6. 40 Ma Arus DC per pin I/O
7. *Flash Memory* 16KB (Atmega168) atau 32KB (Atmega328) 2KB digunakan oleh *Bootloader*.
8. 1 KbyteSRAM (Atmega168) atau 2 Kbyte 32KB (Atmega328).
9. 512 Byte EEPROM (Atmega168) atau 1 Kbyte (Atmega328).
10. 16MHz *Clock Speed*.
11. Ukuran 1.85cm x 4.3cm.

### 2.6.2.2 Sumber Daya Arduino

Arduino Nano dapat diaktifkan melalui koneksi USB Mini-B, atau melalui catu daya eksternal dengan tegangan belum teregulasi antara 6-20 Volt yang dihubungkan melalui pin 30 atau pin VIN, atau melalui catu daya eksternal dengan tegangan teregulasi 5 volt melalui pin 27 atau pin 5V. Sumber daya akan secara otomatis dipilih dari sumber tegangan yang lebih tinggi. Chip FT232RL pada Arduino Nano akan aktif apabila memperoleh daya melalui USB, ketika Arduino Nano diberikan daya dari luar (*Non-USB*) maka Chip FTDI tidak aktif dan pin 3.3V pun tidak tersedia (tidak mengeluarkan tegangan), sedangkan LED TX dan RX pun berkedip apabila pin digital 0 dan 1 berada pada posisi *HIGH*.

### 2.6.2.3 Memori Arduino Nano

Arduino nano menggunakan mikrokontroler Atmega 168 yang dilengkapi dengan *flash* memori sebesar 16 kbyte dan dapat digunakan untuk menyimpan kode program utama. *Flash* memori ini sudah terpakai 2 kbyte untuk program *bootloader* sedangkan Atmega328 dilengkapi dengan *flash* memori sebesar 32 kbyte dan dikurangi sebesar 2 kbyte untuk *bootloader*. Selain dilengkapi dengan *flash* memori, mikrokontroler ATmega168 dan ATmega328 juga dilengkapi dengan SRAM dan EEPROM. SRAM dan EEPROM dapat digunakan untuk menyimpan data selama program utama bekerja. Besar SRAM untuk ATmega168 adalah 1 kb dan untuk ATmega328 adalah 2 kb sedangkan besar EEPROM untuk ATmega168 adalah 512 b dan untuk ATmega328 adalah 1 kb.

### 2.6.2.4 Konfigurasi Pin Arduino

Konfigurasi pin Arduino Nano. Arduino Nano memiliki 30 Pin. Berikut Konfigurasi pin Arduino Nano.

1. VCC merupakan pin yang berfungsi sebagai pin masukan catu daya digital.
2. GND merupakan pin *ground* untuk catu daya digital
3. AREF merupakan Referensi tegangan untuk *input* analog. Digunakan dengan fungsi *analogReference()*.
4. *RESET* merupakan Jalur *LOW* ini digunakan untuk *me-reset* (menghidupkan ulang) mikrokontroler. Biasanya digunakan untuk menambahkan tombol *reset* pada *shield* yang menghalangi papan utama Arduino.
5. Serial RX (0) merupakan pin sebagai penerima TTL data serial.
6. Serial TX (1) merupakan pin sebagai pengirim TT data serial.
7. *External Interrupt* (Interupsi Eksternal) merupakan pin yang dapat dikonfigurasi untuk memicu sebuah interupsi pada nilai yang rendah, meningkat atau menurun, atau perubahan nilai.
8. *Output PWM 8 Bit* merupakan pin yang berfungsi untuk *dataanalogWrite()*.
9. SPI merupakan pin yang berfungsi sebagai pendukung komunikasi.

10. LED merupakan pin yang berfungsi sebagai pin yang diset bernilai *HIGH*, maka LED akan menyala, ketika pin diset bernilai *LOW* maka LED padam. LED Tersedia secara built-in pada papan Arduino Nano.

11. *Input Analog (A0-A7)* merupakan pin yang berfungsi sebagai pin yang dapat diukur/diatur dari mulai *Ground* sampai dengan 5 Volt, juga memungkinkan untuk mengubah titik jangkauan tertinggi atau terendah mereka menggunakan fungsi *analogReference()*.

**Tabel 2. 1** Konfigurasi Pin Arduino Nano

Nomor Pin Arduino Nano	Nama Pin Arduino
1	Digital Pin 0 (TX)
2	Digital Pin 0 (RX)
3 & 28	Reset
4 & 29	GND
5	Digital Pin 2
6	Digital Pin 3 (PWM)
7	Digital Pin 4
8	Digital Pin 5 (PWM)
9	Digital Pin 6 (PWM)
10	Digital Pin 7
11	Digital Pin 8
12	Digital Pin 9 (PWM)
13	Digital Pin 10 (PWM-SS)
14	Digital Pin 11 (PWM-MOSI)
15	Digital Pin 12 (MISO)
16	Digital Pin 13 (SCK)
17	3V3
18	AREF
19	Analog Input 0
20	Analog Input 1
21	Analog Input 2

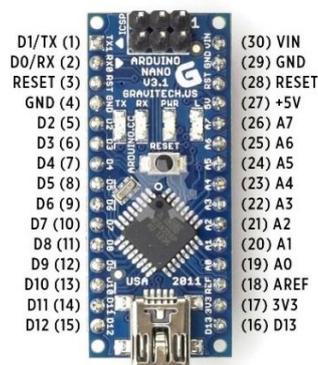
Nomor Pin Arduino Nano	Nama Pin Arduino
22	Analog Input 3
23	Analog Input 4
24	Analog Input 5
25	Analog Input 6
26	Analog Input 7
27	VCC
30	VIN

### 2.6.2.5 Konfigurasi Pin Arduino Nano

Konfigurasi pin Arduino Nano. Arduino Nano memiliki 30 Pin. Berikut Konfigurasi pin Arduino Nano.

1. VCC merupakan pin yang berfungsi sebagai pin masukan catu daya digital.
2. GND merupakan pin *ground* untuk catu daya digital.
3. AREF merupakan Referensi tegangan untuk *input* analog. Digunakan dengan fungsi *analogReference()*.
4. *RESET* merupakan Jalur *LOW* ini digunakan untuk *me-reset* (menghidupkan ulang) mikrokontroler. Biasanya digunakan untuk menambahkan tombol *reset* pada *shield* yang menghalangi papan utama Arduino.
5. Serial RX (0) merupakan pin sebagai penerima TTL data serial.
6. Serial TX (1) merupakan pin sebagai pengirim TT data serial.
7. *External Interrupt* (Interupsi Eksternal) merupakan pin yang dapat dikonfigurasi untuk memicu sebuah interupsi pada nilai yang rendah, meningkat atau menurun, atau perubahan nilai.
8. *Output PWM 8 Bit* merupakan pin yang berfungsi untuk *dataanalogWrite()*.
9. SPI merupakan pin yang berfungsi sebagai pendukung komunikasi.

10. LED merupakan pin yang berfungsi sebagai pin yang diset bernilai *HIGH*, maka LED akan menyala, ketika pin diset bernilai *LOW* maka LED padam. LED Tersedia secara *built-in* pada papan Arduino Nano.
11. *Input Analog* (A0-A7) merupakan pin yang berfungsi sebagai pin yang dapat diukur/diatur dari mulai *Ground* sampai dengan 5 Volt, juga memungkinkan untuk mengubah titik jangkauan tertinggi atau terendah mereka menggunakan fungsi *analogReference()*.

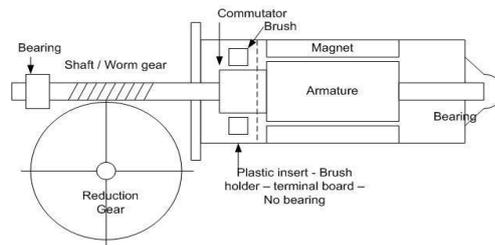


**Gambar 2. 13** Konfigurasi Pin

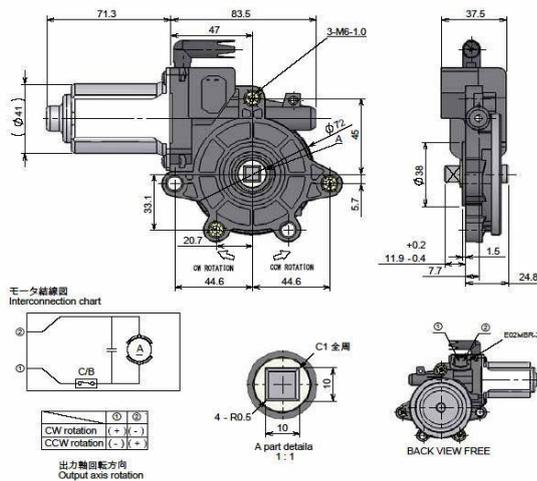
<https://henduino.github.io/library/board/mengenal-arduino-nano/>

## 2.7 Power Window

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. Sistem *power window* adalah sistem untuk membuka dan menutup jendela secara elektrik dengan menggunakan saklar. Motor DC *power window* berputar ketika saklar *power window* ditekan. Perputaran motor DC *power window* akan berubah naik dan turun melalui regulator jendela untuk membuka atau menutup jendela (Aryanto, dkk. 2016).



**Gambar 2. 14** Dasar *Power Window*



**Gambar 2. 15** Kontruksi Motor *Power Windows*

Motor *power window* banyak dipergunakan karena torsi tinggi dengan rating tegangan input yang rendah yaitu 12 VDC dan dimensi motor yang relatif sederhana dilengkapi dengan interval *gearbox* sehingga memudahkan untuk instalasi mekanik. Prinsip kerja motor DC *power window* mempunyai bagian *stator* yang berupa magnet permanen dan bagian yang bergerak *rotor* yang berupa koil atau gulungan kawat tembaga. Dimana setiap ujungnya tersambung dengan komutator ini dihubungkan dengan kutub *positive* (+) dan kutub *negative* (-) dari catu daya.

Prinsip kerja dari arus searah adalah membalik fasa tegangan dari gelombang yang mempunyai nilai positif dengan menggunakan komutator, dengan demikian arus yang berbalik arah dengan kumparan jangkar yang berputar dalam medan magnet. Bentuk motor dc paling sederhana memiliki kumparan satu lilitan yang bisa berputar bebas di antara kutub-kutub magnet permanen. Catu tegangan dc dari baterai menuju ke lilitan melalui sikat yang menyentuh komutator, dua segmen yang terhubung dengan dua ujung lilitan pada gambar 2.3 disebut *Angker*

*dynamo*. *Angker dynamo* adalah sebutan untuk komponen yang berputar di antara medan magnet. Motor DC memiliki 2 bagian dasar:

1. Bagian yang tetap atau stasioner yang disebut stator. stator ini menghasilkan medan magnet baik yang dibangkitkan dari sebuah koil (elektro magnet) ataupun magnet permanen.
2. Bagian yang berputar disebut rotor. Rotor ini berupa sebuah koil dimana arus listrik mengalir.

Gaya elektromagnetik pada motor DC timbul saat ada arus yang mengalir pada penghantar yang berada dalam medan magnet. Medan magnet itu sendiri ditimbulkan oleh magnet permanen. Garis-garis gaya magnet mengalir diantara dua kutub magnet dari kutub utara ke kutub selatan. Menurut hukum gaya *Lourentz*, arus yang mengalir pada penghantar yang terletak dalam medan magnet akan menimbulkan gaya. Gaya (F), timbul tergantung pada arah arus (I), dan arah medan magnet (B).

Karena putaran *rotor*, arus listrik di dalam kawat akan berjalan bolak-balik karena jalannya sesuai dengan medan magnet, maka *rotor* akan selalu berputar terus menerus selama arus listrik tetap mengalir di dalam kawat. Untuk karakteristik pada motor dc antara lain:

#### 1. Kutub Medan

Secara langsung sederhana digambarkan bahwa interaksi dua kutub magnet akan menyebabkan perputaran pada motor dc. Motor DC memiliki kutub medan yang stasioner dan *dynamo* yang menggerakkan *bearing* pada ruang diantara kutub medan. Motor DC sederhana memiliki dua kutub medan yaitu utara dan selatan. Garis *magneticenergy* membesar melintasi bukan di antara kutub-kutub dari utara ke selatan. Untuk motor yang lebih besar atau lebih kompleks terdapat satu atau lebih *electromagnet*. *Electromagnet* menerima listrik dari sumber daya dari luar sebagai penyedia struktur medan.

#### 2. *Dynamo*

Bila arus masuk menuju *dynamo*, maka arus ini akan menjadi *electromagnet*. *Dynamo* yang terbentuk silinder, dihubungkan ke as

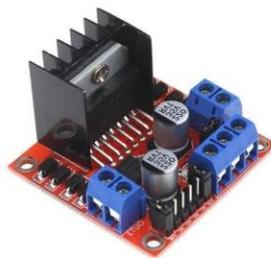
penggerak untuk menggerakkan beban. Untuk kasus motor DC yang kecil, *dynamo* berputar dalam medan magnet yang terbentuk oleh kutub-kutub, sampai kutub utara dan selatan magnet berganti lokasi. Jika hal ini terjadi, arusnya berbalik untuk merubah kutub-kutub utara dan selatan *dynamo*.

### 3. *Commutator*

Komponen ini terutama ditemukan dalam motor DC. Kegunaannya adalah untuk membalikan arah arus listrik dalam *dynamo*. *Commutator* juga membantu dalam transmisi arus antara *dynamo* dan sumber daya. Keuntungan utama motor DC adalah sebagai pengendali kecepatan yang tidak mempengaruhi kualitas pasokan daya. Motor ini dapat dikendalikan dengan mengatur tegangan *dynamo* (meningkatkan tegangan *dynamo* yang dimana akan meningkatkan kecepatan), arus medan (menurunkan arus medan akan meningkatkan kecepatan).

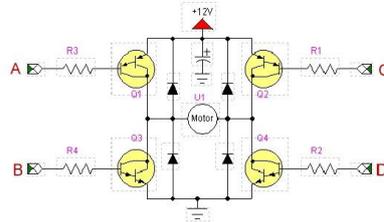
## 2.8 Driver L298N

*Driver motor* L298N merupakan *driver motor* duah 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). (Muhardian, n.d.)



**Gambar 2. 16** *Driver* L298N (Muhardian, n.d.)

Prinsip kerja motor driver ini sesuai dengan bentuk rangkaian transistornya yang berupa H-bridge.



**Gambar 2. 17** H-bridge Transistor

Motor driver ini bekerja untuk menggerakkan maksimal 2 motor DC terpisah atau bisa digunakan untuk 1 motor stepper bipolar 2 fasa, menggunakan masukan logic-level dari Arduino atau jenis kit mikrokontroler yang lain. Pin-pinnya terdiri dari:

- Out 1, Out 2 : mengatur/menjalankan motor DC A
- Out 3, Out 4 : mengatur/menjalankan motor DC B
- GND : penghubung ground
- 5V : sumber suplai tegangan 5V ke modul
- EnA : mengaktifkan PWM untuk motor DC A
- In1, In2 : mengatur masukan ke motor DC A
- In3, In4 : mengatur masukan ke motor DC B
- EnB : mengaktifkan PWM untuk motor DC B

Prinsip kerja dari motor driver L298N dapat ditunjukkan melalui tabel-tabel di bawah berikut ini.

**Tabel 2. 2** Prinsip Kerja Motor Driver L298N Untuk Keluaran Motor A

Input Logika		Keluaran Motor
In1	In2	
0	1	Motor A berputar searah jarum jam (CW)
1	0	Motor A berputar berlawanan arah jarum jam (CCW)
1	1	Motor A tidak berputar
0	0	Motor A tidak berputar

**Tabel 2. 3** Prinsip Kerja Motor Driver L298N Untuk Keluaran Motor B

Input Logika		Keluaran Motor
In3	In4	
0	1	Motor B berputar searah jarum jam (CW)
1	0	Motor B berputar berlawanan arah jarum jam (CCW)
1	1	Motor B tidak berputar
0	0	Motor B tidak berputar

### 2.9 DC-StepDown LM2596

Modul DC-DC *step down* LM2596 adalah modul yang memiliki IC LM2596 sebagai komponen utamanya. Modul DC-DC *step down* LM2596 merupakan modul penurun tegangan masukan DC menjadi tegangan DC lainnya yang lebih rendah (Abadi & Widya, n.d.).

**Gambar 2. 18** DC-StepDown LM2596 (Akbar Abadi, dkk. 2020)

### 2.10 Power Supply

*Power supply* adalah sebuah perangkat yang memasok energi listrik untuk satu atau lebih beban listrik. Umumnya perangkat elektronik adalah perangkat dengan jenis sumber tegangan DC, dan di Indonesia sumber listrik dari PT. PLN adalah energi listrik dengan jenis sumber tegangan AC. Untuk mengubah arus AC menjadi DC yang baik dan stabil diperlukan suatu tahapan proses yang secara umum terdiri dari transformator, penyearah, filter, dan regulator (Akbar Abadi, dkk.2020).



**Gambar 2. 19** *Power Supply* (Akbar Abadi, dkk. 2020)

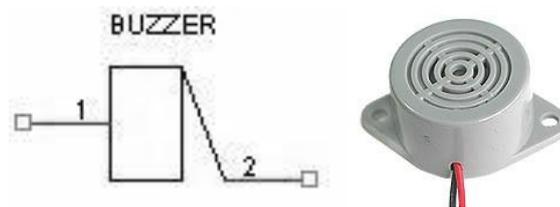
## 2.11 Buzzer

*Buzzer* Elektronika adalah sebuah komponen elektronika yang dapat menghasilkan getaran suara berupa gelombang bunyi. *Buzzer* elektronika akan menghasilkan getaran suara ketika diberikan sejumlah tegangan listrik dengan taraf tertentu sesuai dengan spesifikasi bentuk dan ukuran *buzzer* elektronika itu sendiri. Pada umumnya, *buzzer* elektronika ini sering digunakan sebagai alarm karena penggunaannya yang cukup mudah yaitu dengan memberikan tegangan input maka *buzzer* elektronika akan menghasilkan getaran suara berupa gelombang bunyi yang dapat didengar manusia.

Pada dasarnya, setiap *buzzer* elektronika memerlukan input berupa tegangan listrik yang kemudian diubah menjadi getaran suara atau gelombang bunyi yang memiliki frekuensi berkisar antara 1 - 5 KHz. Jenis *buzzer* elektronika yang sering digunakan dan ditemukan dalam rangkaian adalah *buzzer* yang berjenis *Piezoelectric* (*Piezoelectric Buzzer*). Hal itu karena *Piezoelectric Buzzer* memiliki berbagai kelebihan diantaranya yaitu lebih murah, relatif lebih ringan dan lebih mudah penggunaannya ketika diaplikasikan dalam rangkaian elektronika. Dalam rangkaian elektronika, *piezoelectric buzzer* dapat digunakan pada tegangan listrik sebesar 6 *volt* hingga 12 *volt* dan dengan tipikal arus sebesar 25 mA. *Buzzer* yang termasuk dalam keluarga Transduser ini sering disebut juga dengan *Beeper* (Hidayatullah, 2020).

### 2.11.1 Bentuk dan Simbol Buzzer

Pada umumnya *Buzzer* Elektronika memiliki bentuk seperti tabung silinder dengan sebuah lubang kecil di bagian atas dan dua buah pin/kaki di bagian bawah. Berikut adalah bentuk dan simbol *Buzzer* Elektronika:



**Gambar 2. 20** *Buzzer* (Hidayatullah, 2020).

### 2.11.2 Fungsi Buzzer

Pada dasarnya *Buzzer* Elektronika menyerupai *loud speaker* namun memiliki fungsi-fungsi yang lebih sederhana. Berikut adalah beberapa fungsi *buzzer* elektronika (Hidayatullah, 2020):

1. Sebagai bel rumah
2. Alarm pada berbagai peralatan
3. Peringatan mundur pada truk
4. Komponen rangkaian anti maling
5. Indikator suara sebagai tanda bahaya atau yang lainnya
6. Timer, dan lain-lain

### 2.11.3 Prinsip Kerja Buzzer

Pada dasarnya, prinsip kerja dari *buzzer* elektronika hampir sama dengan *loud speaker* dimana *buzzer* juga terdiri dari kumparan yang terpasang secara diafragma. Ketika kumparan tersebut dialiri listrik maka akan menjadi elektromagnet sehingga mengakibatkan kumparan tertarik ke dalam ataupun ke luar tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya. Karena kumparan dipasang secara diafragma maka setiap kumparan akan menggerakkan diafragma tersebut secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara.

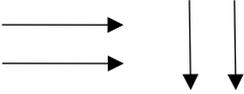
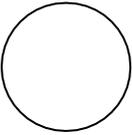
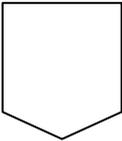
Namun dibandingkan dengan *loud speaker*, *buzzer* elektronika relatif lebih mudah untuk digerakkan. Sebagai contoh, *buzzer* elektronika dapat langsung diberikan tegangan listrik dengan taraf tertentu untuk dapat menghasilkan suara. Hal ini tentu berbeda dengan *loud speaker* yang memerlukan rangkaian penguat khusus untuk menggerakkan *speaker* agar menghasilkan suara yang dapat didengar oleh manusia (Hidayatullah, 2020).

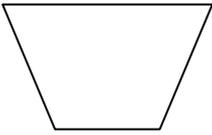
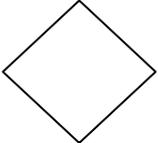
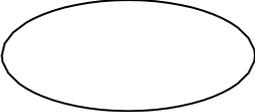
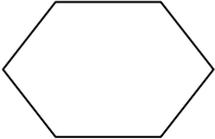
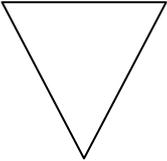
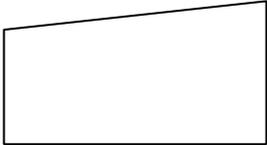
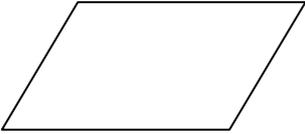
## 2.12 Flowchart

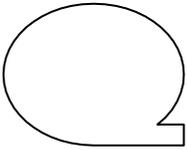
*Flowchart* atau bagan alur adalah diagram yang menampilkan langkah-langkah dan keputusan untuk melakukan sebuah proses dari suatu program. Setiap langkah digambarkan dalam bentuk diagram dan dihubungkan dengan garis atau arah panah. *Flowchart* berperan penting dalam memutuskan sebuah langkah atau fungsionalitas dari sebuah proyek pembuatan program yang melibatkan banyak orang sekaligus. Selain itu dengan menggunakan bagan alur proses dari sebuah program akan lebih jelas, ringkas, dan mengurangi kemungkinan untuk salah penafsiran. Penggunaan *flowchart* dalam dunia pemrograman juga merupakan cara yang bagus untuk menghubungkan antara kebutuhan teknis dan *non-teknis* (Setiawan, 2021).

Berikut di bawah ini adalah simbol-simbol yang digunakan dalam *flowchart* disertai dengan keterangan fungsinya sebagaimana dijelaskan pada **Tabel 2.1**.

**Tabel 2. 4** 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 computer

No	Simbol	Keterangan
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>terminal</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>manual input</i> , berfungsi untuk memasukkan data secara manual dengan menggunakan <i>online keyboard</i>
12		Simbol <i>input/output</i> , berfungsi untuk menyatakan proses <i>input</i> atau <i>output</i> tanpa tergantung jenis peralatannya

No	Simbol	Keterangan
13		Simbol <i>magnetic tape</i> , berfungsi untuk menyatakan <i>input</i> berasal dari pita magnetis atau <i>output</i> disimpan ke pita magnetis
14		Simbol <i>disk storage</i> , berfungsi untuk menyatakan <i>input</i> berasal dari <i>disk</i> atau <i>output</i> disimpan ke <i>disk</i> .
15		Simbol <i>document</i> , berfungsi untuk mencetak keluaran dalam bentuk dokumen (melalui <i>printer</i> )
16		Simbol <i>punched card</i> , berfungsi untuk menyatakan <i>input</i> berasal dari kartu atau <i>output</i> ditulis ke kartu