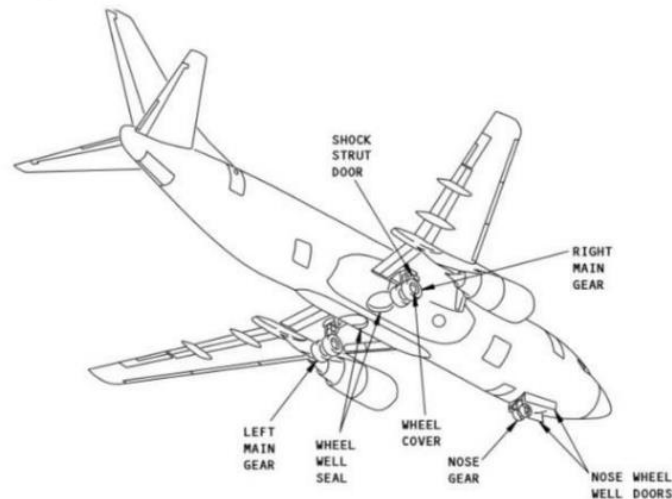


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Landing Gear*



Gambar 2.1 *Landing Gear Boeing 737 Classic*
(sumber: *Aircraft Maintenance Manual Chapter 32*)

Landing gear merupakan salah satu komponen penting dalam struktur pesawat terbang. *Landing gear* berfungsi menahan beban pesawat terbang pada saat pesawat terbang berada di darat dan menahan beban *impact* pada saat pesawat terbang melakukan pendaratan atau *landing* (Nofi dan Herry, 2014). Selain itu, fungsi *landing gear* ialah menahan beban saat pesawat di darat, menyerap energi kinetik yang terjadi sehubungan dengan kecepatan jatuh dan merubah gerakan terbang menjadi gerakan gelinding saat menghentikan pesawat dalam posisi *landing*.

Pesawat penumpang komersial umumnya memiliki *landing gear* yang dapat diturunkan menjelang mendarat dan dinaikkan setelah lepas landas (*retractable landing gear*). Untuk menggerakkan roda jadi keluar dan masuk (*extend and retract*) bekerja dengan baik tidak hanya bersumber dari satu tenaga, tetapi tiga atau lebih sumber tenaga yang berasal dari sumber tenaga mekanik, elektrik dan hidrolik.

Sistem *landing gear* yang digunakan di pesawat berpenumpang terus berkembang, mulai dari mekanikal ke hidrolik dan sekarang dikombinasikan

electro-hydraulic yang di dunia penerbangan dikenal dengan sebutan *control by wire*. Sistem itu memungkinkan pesawat dapat mengangkut lebih besar penumpang dan barang. Bobot pesawat juga lebih ringan, karena peralatan mekanik *landing gear* tidak lagi digunakan. Dalam sistem yang lama, *landing gear* memerlukan peralatan kontrol dalam jumlah yang banyak dan tempat.

Berikut beberapa poin utama fungsi *landing gear*:

1. Menjaga agar pesawat tetap stabil ditanah atau pada saat parkir.
2. Memberikan jarak aman antara komponen pesawat lainnya seperti sayap dan badan saat pesawat berada diatas tanah untuk mencegah kerusakan.
3. Memungkinkan pesawat untuk bergerak bebas selama *taxing*.
4. Untuk menyerap guncangan selama pesawat mendarat.
5. Memudahkan pesawat dalam lepas landas dengan memungkinkan pesawat untuk mempercepat laju dengan gesekan yang rendah.

2.2 Brake System



Gambar 2.2 *Drum Brake* dan *Disc Brake*
(sumber: Abyan Ahmad, 2020)

Brake system atau sistem pengereman pada pesawat merupakan hal yang sangat penting dan vital. Berfungsi untuk memperlambat ataupun menghentikan roda pesawat pada saat pesawat melakukan *landing* maupun *taxiing*. *Aircraft brakes* adalah *friction brakes*, artinya bagian dari energi kinetik selama *landing* ditransformasikan menjadi panas oleh gesekan. Jumlah gesekan tersebut dapat dipengaruhi dari *flight deck* dengan meregulasi *fluid pressure* ataupun *air pressure*.

Dengan menggunakan *pressure*, gaya yang diberikan oleh bagian stasioner (stator) melawan bagian yang berputar dengan roda (rotor), meningkat atau menurun. *Power* ini disebut *actuating power*. Hal ini dapat diarahkan pada 90 derajat ke poros roda (radial) atau sejajar dengan garis lurus as roda roda (axial). Pada kasus pertama, hal ini berbicara tentang *drum brake* atau radial. Dalam kasus kedua, berbicara tentang *disc* (cakram) atau *axial brakes*. Dalam dunia aviasi *axial brakes* lebih banyak ditemui daripada *drum brake*.

2.2.1 Automatic Brake System

Jumlah rem di pesawat modern telah meningkat pesat akibat bertambahnya massa pesawat terbang, maka sulit bagi pilot untuk menerapkan tingkat deselerasi yang berbeda dengan bantuan pedal. Oleh karena itu, pesawat dilengkapi dengan *Auto Brake System*. Sistem ini terdiri dari *Auto Slave Sliding Disorder Selection*, *Auto Brake Control Box*. Pilot mengaktifkan sistem dengan menggunakan *Auto Brake Selection Switch*. Dalam melakukan ini, pilot juga memilih tingkat deselerasi yang diinginkan mampu mengerem secara otomatis dan benar saat pendaratan atau setelah *rejected take-off*. Untuk mengaktifkan *Automatic Brake System* saat pendaratan atau *landing* kecepatan putar roda atau *wheel speed* harus lebih dari 60 knots. Untuk satuan kecepatan angin dalam meter per detik, kilometer per jam atau knot ($1 \text{ m/s} = 1,9438 \text{ knots} = 3,6 \text{ km/jam}$).



Gambar 2.3 Automatic Brake Control Panel B737
(sumber: Abyan Ahmad, 2020)

2.2.2 Sejarah Antiskid Braking System

Anti-skid braking system pertama kali dikembangkan untuk pesawat digunakan pada tahun 1929. *Anti-skid braking system* dikembangkan oleh *Gabriel Voisin, French Automobile and Aircraft Pioneer*. *Anti-skid braking system* digunakan sebagai *limit braking* (batas pengereman) yang bertujuan untuk memperoleh efisiensi maksimum pada pengereman. Yang dimaksud efisiensi maksimum adalah roda diperlambat oleh rem, tetapi tidak mengakibatkan slip (*skid*). *Anti-skid braking system* ini saat lebih dikenal dengan sebutan *Anti-lock Braking System* (ABS).

Sudah bertahun-tahun, pesawat menggunakan *Anti-skid Braking System*. Bahkan saat ini, seluruh jenis pesawat komersial penumpang maupun pesawat militer dilengkapi dengan *Anti-skid Braking System* dengan berbagai jenis perangkat pengontrol. Pada awalnya, *anti-skid* dirancang untuk mencegah terjadinya roda terkunci ketika melakukan. Penggunaan *Anti-skid Braking System* secara prosedural harus selalu dalam aktif ketika pesawat beroperasi. Hal ini menunjukkan *Anti-skid Braking System* merupakan suatu teknologi yang memiliki keefektifan tinggi dan dapat diandalkan. Oleh karena itu, teknologi *Anti-skid Braking System* ini menjadi salah satu standarisasi internasional dalam dunia penerbangan oleh *Federal Aviation Administration* (FAA), demi standarisasi keamanan transportasi udara.

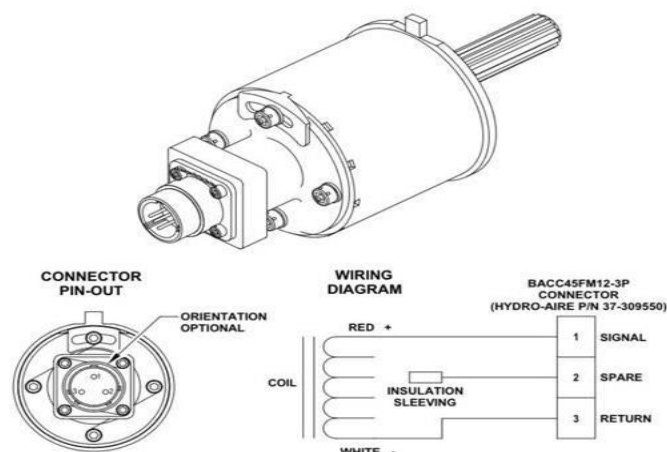
2.2.3 Antiskid System

Sistem pengereman pesawat paling modern dilengkapi dengan sarana untuk mencegah roda dari *skidding* atau selip yang dikenal dengan *antiskid system*. *Anti-skid system* memiliki dua fungsi lainnya yaitu perlindungan selip (*anti-skid protection*) dan *touch down locked wheel protection*. *Anti-skid protection* mencegah roda terkunci saat pengereman. Roda yang terkunci saat melakukan pendaratan bisa disebabkan oleh es, salju atau air di landasan. Roda yang terkunci juga bisa menyebabkan ban meledak. *Touch Down Locked Wheel Protection System* memastikan bahwa pesawat tidak mendarat dengan roda terkunci. *Antiskid system* digunakan untuk membatasi kekuatan yang dikeluarkan oleh sistem pengereman

terhadap roda pesawat. Sehingga proses pengereman dapat dilakukan secara optimal dalam keadaan apapun dan dalam keadaan yang aman.

Antiskid system berisi tiga jenis komponen utama yaitu *wheel speed transducer*, *antiskid/Auto brake control unit (ACCU)* dan *antiskid control valve*. *Wheel Speed Transducer* berfungsi untuk mengetahui kecepatan putaran roda. Data dari *wheel speed transducer* ini digunakan sebagai masukan pada *antiskid/auto brake control unit (AACU)* yang dianggap sebagai otak dari *antiskid system* ketika melakukan *anti-skid braking system*. Masukan data yang dikirimkan ke AACU yang bertujuan untuk mengatur operasi otomatis dari tekanan rem pada *antiskid control valve*.

2.3 Wheel Speed Transducer

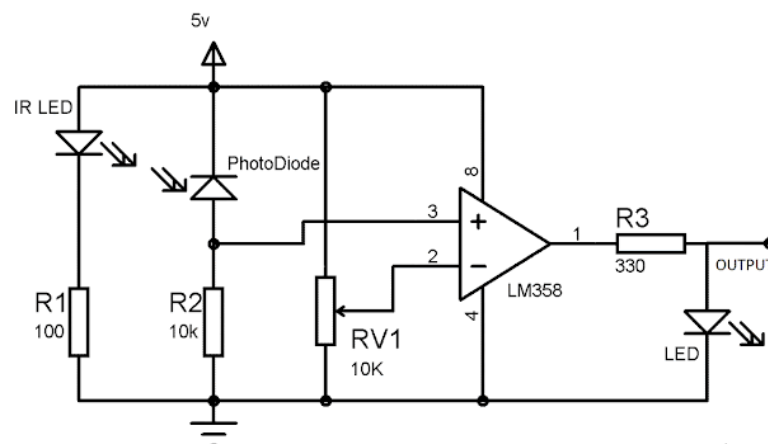


Gambar 2.4 *Wheel Speed Transducer (WST)*
(sumber: *Component Maintenance Manual Chapter 32*)

Wheel Speed Transducer (WST) adalah sensor kecepatan roda pesawat yang terpasang pada setiap *main landing gear wheel*. *Wheel Speed Transducer* berfungsi untuk mengetahui kecepatan putaran roda dan menghasilkan sinyal gelombang sinus dengan frekuensi secara langsung sebanding dengan kecepatan roda. Data dari *wheel speed transducer* ini digunakan sebagai masukan pada *antiskid/auto brake control unit (AACU)* ketika melakukan *antiskid braking system*. Data berupa sinyal dan frekuensi tersebut dikirimkan ke AACU yang bertujuan untuk mengatur operasi otomatis dari tekanan rem pada *antiskid control valve*.

2.4 Sensor Infrared (IR)

Sensor *infrared* adalah sensor untuk mendeteksi objek dan hambatan di depan sensor. Sensor mentransmisikan cahaya inframerah ketika terdapat objek atau benda mendekat, benda terdeteksi oleh sensor dengan memanfaatkan cahaya yang dipantulkan dari objek. Sensor ini dapat digunakan pada pengembangan robot yang bertujuan untuk menghindari rintangan, untuk pintu otomatis, alat bantu parkir atau untuk sistem alarm keamanan, atau memanfaatkan sensor ini sebagai *tachometer* dengan mengukur *RPM* suatu objek yang berotasi.



Gambar 2.5 Skema Rangkaian Sensor *Infrared*
(sumber: Juhaidi Kulon, 2018)

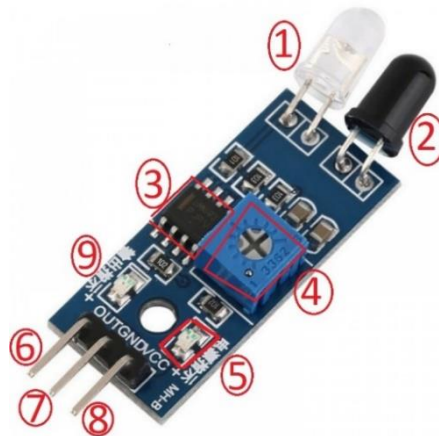
Sensor IR bekerja pada prinsip di mana LED IR (*IR transmitter*) memancarkan radiasi IR, dan *IR receiver* (berupa *photodiode*) merasakan radiasi IR. Resistansi *photodiode* berubah sesuai dengan jumlah radiasi IR yang jatuh di atasnya, maka jatuhnya tegangan juga berubah dan dengan menggunakan komparator tegangan (seperti LM358) sebagai amplifiier operasional (Op-Amp) untuk merasakan perubahan voltase dan menghasilkan output yang sesuai.

Penempatan LED IR dan *Photodiode* dapat dilakukan dengan salah satu cara yaitu tidak langsung. Pada kejadian tidak langsung, LED IR dan *Photodiode* ditempatkan secara paralel (berdampingan), menghadap ke arah yang sama. Dengan cara itu, ketika sebuah objek ditempatkan di depan LED IR dan *Photodiode*, cahaya IR akan tercermin oleh objek dan diserap oleh *Photodiode*. Umumnya, LED IR dan *Photodiode* ditempatkan dengan mode ini di modul sensor *infrared*.

2.4.1 Modul Sensor IR

Sensor IR memiliki dua bagian utama yaitu *IR Transmitter* dan *IR Receiver*. *IR Transmitter* berfungsi untuk memancarkan radiasi inframerah kepada sebuah objek ataupun hambatan. *IR Receiver* yang menggunakan photodiode berfungsi untuk menerima dan mendeteksi radiasi yang telah dipantulkan oleh objek yang berasal dari *IR Transmitter*. Pada bagian *IR Transmitter* tampilannya sama seperti dengan LED pada umumnya, namun radiasi yang dipancarkan tidak dapat terlihat oleh mata manusia. Selain terdapat *IR Transmitter* dan *IR Receiver*, pada sensor IR terdapat beberapa bagian yang berupa potensiometer, IC komparator, LED *Obstacle* dan LED *power*.

Berikut ini penjelasan bagian-bagian modul sensor IR



Gambar 2.6 Modul Sensor *Infrared*
(sumber: *Technology and Electronics*, 2019)

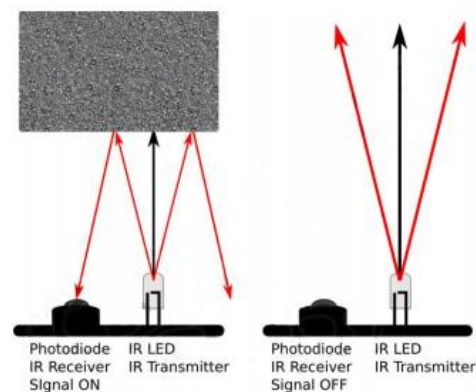
Tabel 2.1 Bagian-bagian Modul Sensor *Infrared*

No	Deskripsi Fitur
1	Lampu LED Infrared Transmitter Lampu LED yang memancarkan sinar inframerah
2	Lampu LED Photodiode Photodiode yang menangkap sinar inframerah yang terpantul
3	IC Komparator Digunakan untuk membandingkan sinyal analog dan menghasilkan sinyal digital. Biasanya menggunakan tipe LM393 atau LM358

4	<p>Trimmer Variable Resistor</p> <p>Resistor yang dapat dirubah nilainya. Putar potensiometer ini untuk merubah jarak pembacaan sensor dalam jangkauan 2-30 cm.</p>
5	<p>Power LED</p> <p>Lampu LED yang menyala menunjukkan module sensor ini sedang berjalan</p>
6	<p>Kaki Pin Output</p> <p>Kaki pin yang mengeluarkan sinyal hasil pembacaan sensor. High atau 1 saat tidak ada rintangan didepan sensor dan Low atau 0 saat ada rintangan.</p>
7	<p>Kaki Pin GND</p> <p>Kaki pin negatif kutub tegangan. GND atau ground, hubungkan pin ini ke kutub negatif sumber daya listrik</p>
8	<p>Kaki Pin VCC</p> <p>Kaki pin positif kutub tegangan. Hubungkan ke kutub positif sumber daya 3.0 - 5.0 Volt</p>
9	<p>Lampu LED Indikator</p> <p>Lampu LED ini menyala menunjukkan adanya rintangan di depan sensor. Jadi selain pin output, pembacaan sensor dapat dilihat dari menyala tidaknya lampu ini.</p>

2.4.2 Cara Kerja Sensor Infrared

Berikut adalah gambar 2.7 cara kerja dari sensor infrared:



Gambar 2.7 Cara Kerja Sensor Infrared
(sumber: Sutiono, 2021)

Cara kerja sensor ini adalah ketika ada objek menghalangi sensor pada jarak tertentu (mulai dari 2 cm sampai 30 cm). Objek ini akan memantulkan cahaya infrared dari *IR transmitter*, dan dideteksi oleh *IR receiver* (berupa photodiode). Jika objek tidak ada atau jarak yang tidak dijangkau oleh *transmitter*, maka tidak ada pantulan cahaya, mengakibatkan *receiver* tidak memberikan signal. Sebaliknya jika ada benda atau objek yang dipantulkan yang berasal dari *IR Transmitter*, sehingga *receiver* mendapatkan sinar pantulan, maka *receiver* memberikan signal. Potensiometer yang terdapat pada sensor adalah untuk mengatur seberapa jauh atau dekat objek yang bisa dideteksi.

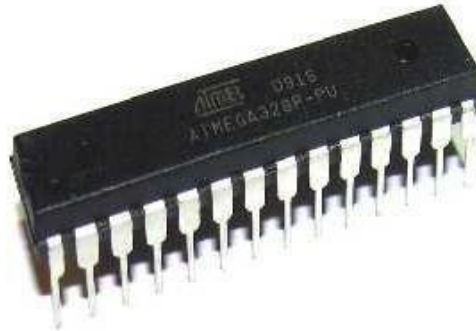
2.5 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah komputer kecil (*“special purpose computers”*) di dalam satu IC yang berisi CPU, memori, *timer*, saluran komunikasi serial dan parallel, Port input/output, ADC. Mikrokontroler digunakan untuk suatu tugas dan menjalankan suatu program. Mikrokontroler adalah pengendali utama dalam rancang bangun *wheel speed transducer*. Mikrokontroler mengolah data yang diterima dari masing-masing input dan kemudian diproses di dalam mikrokontroler itu sendiri yang kemudian menggerakkan *outputnya*. Mikrokontroler yang digunakan dalam perancangan *wheel speed transducer* adalah Arduino Nano.

2.5.1 Mikrokontroler ATmega 328

ATmega328 adalah mikrokontroler keluaran Atmel yang merupakan anggota dari keluarga AVR 32-bit. Mikrokontroler ini memiliki kapasitas flash (*memory program*) sebesar 32 Kb (32.768 bytes), memori (static RAM) 2 Kb (2.048 bytes), dan EEPROM (*non-volatile memory*) sebesar 1024 bytes. Kecepatan clock yang dapat dicapai adalah 16 MHz.

ATmega328 adalah prosesor yang kaya fitur. Dalam chip yang dipaketkan dalam bentuk DIP-28 ini terdapat 20 pin Input/Output (21 pin bila pin reset tidak digunakan, 23 pin bila tidak menggunakan osilator eksternal), dengan 6 di antaranya dapat berfungsi sebagai pin ADC (*analog-to-digital converter*), dan 6 lainnya memiliki fungsi PWM (*pulse width modulation*).



Gambar 2.8 Mikrokontroler ATmega328
(sumber : Atmel Corporation, 2020)

Mikrokontroler di atas ini diproduksi oleh Atmel dari seri AVR. Untuk seri ini terdapat bermacam-macam seri yaitu Atmega 328, Atmega 8535, Mega 8515, Mega 16, dan lain-lain.

ATMega328 memiliki 28 Pin, yang masing-masing pinnya memiliki fungsi yang berbeda-beda baik sebagai port maupun fungsi yang lainnya. Berikut akan dijelaskan fungsi dari masing-masing kaki ATmega8 yaitu sebagai berikut :

- VCC
Merupakan supply tegangan digital.
- GND
Merupakan ground untuk semua komponen yang membutuhkan grounding.
- Port B (PB7...PB0)

Didalam Port B terdapat XTAL1, XTAL2, TOSC1, TOSC2. Jumlah Port B adalah 8 buah pin, mulai dari pin B.0 sampai dengan B.7. Tiap pin dapat di gunakan sebagai input maupun output. Port B merupakan sebuah 8-bit bi-directional I/O dengan internal pull-up resistor. Sebagai input, pin-pin yang terdapat pada port B yang secara eksternal diturunkan, maka akan mengeluarkan arus jika pull-up resistor diaktifkan. Khusus PB6 dapat digunakan sebagai input Kristal (inverting oscillator amplifier) dan input kerangkaian clock internal, bergantung pada pengaturan Fuse bit yang digunakan untuk memilih sumber clock. Sedangkan untuk PB7 dapat digunakan sebagai output Kristal (output oscillator amplifier) bergantung pada pengaturan Fuse bit yang digunakan untuk memilih sumber clock. Jika sumber clock yang dipilih dari oscillator internal, PB7 dan PB6 dapat

digunakan sebagai I/O atau jika menggunakan Asynchronous Timer/Counter2 maka PB6 dan PB7 (TOSC2 dan TOSC1) digunakan untuk saluran input timer.

- Port C (PC5...PC0)

Port C merupakan sebuah 7-bit bi-directional I/O port yang di dalam masing-masing pin terdapat pull-up resistor. Jumlah pinnya hanya 7 buah mulai dari pin C.0 sampai dengan pin C.6. Sebagai keluaran/output port C memiliki karakteristik yang sama dalam hal menyerap arus (sink) ataupun mengeluarkan arus (source).

- RESET/PC6

Jika RSTDISBL Fuse diprogram, maka PC6 akan berfungsi sebagai pin I/O. Pin ini memiliki karakteristik yang berbeda dengan pin-pin yang terdapat pada port C lainnya. Namun jika RSTDISBL Fuse tidak diprogram, maka pin ini akan berfungsi sebagai input reset. Dan jika level tegangan yang masuk ke pin ini rendah dan pulsa yang ada lebih pendek dari pulsa minimum, maka akan menghasilkan suatu kondisi reset meskipun clock-nya tidak bekerja.

- Port D (PD7...PD0)

Port D merupakan 8-bit bi-directional I/O dengan internal pull-up resistor. Fungsi dari port ini sama dengan port-port yang lain. Hanya saja pada port ini tidak terdapat kegunaan-kegunaan yang lain. Pada port ini hanya berfungsi sebagai masukan dan keluaran saja atau biasa disebut dengan I/O.

- Avcc

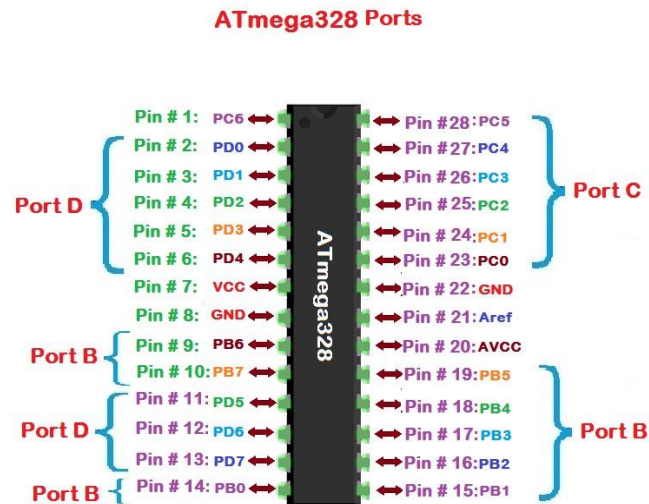
Pin ini berfungsi sebagai supply tegangan untuk ADC. Untuk pin ini harus dihubungkan secara terpisah dengan VCC karena pin ini digunakan untuk analog saja. Bahkan jika ADC pada AVR tidak digunakan tetap saja disarankan untuk menghubungkannya secara terpisah dengan VCC. Jika ADC digunakan, maka AVcc harus dihubungkan ke VCC melalui low passfilter.

- AREF

AREF adalah pin referensi analog untuk A/D Converter.

(Atmel Corporation ATmega 328 Datasheet, 2014: 9)

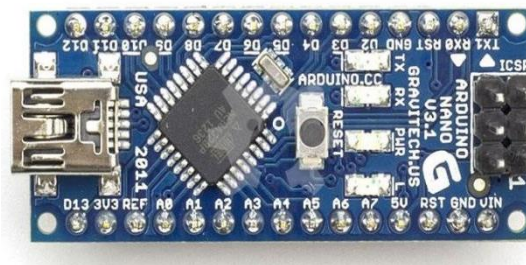
Gambar di bawah ini secara sederhana menunjukkan port yang dimiliki oleh ATmega328.



Gambar 2.9 Konfigurasi Pin ATmega328
(sumber : Syed Zain Nasir, 2017)

2.5.2 Arduino Nano

Arduino Nano adalah salah satu varian dari produk board mikrokontroler keluaran Arduino. Arduino Nano adalah board Arduino terkecil, menggunakan mikrokontroler Atmega 328 untuk Arduino Nano 3.x dan Atmega168 untuk Arduino Nano 2.x. Varian ini mempunyai rangkaian yang sama dengan jenis Arduino Duemilanove, tetapi dengan ukuran dan desain PCB yang berbeda. Arduino Nano tidak dilengkapi dengan soket catudaya, tetapi terdapat pin untuk catu daya luar atau dapat menggunakan catu daya dari mini USB port.



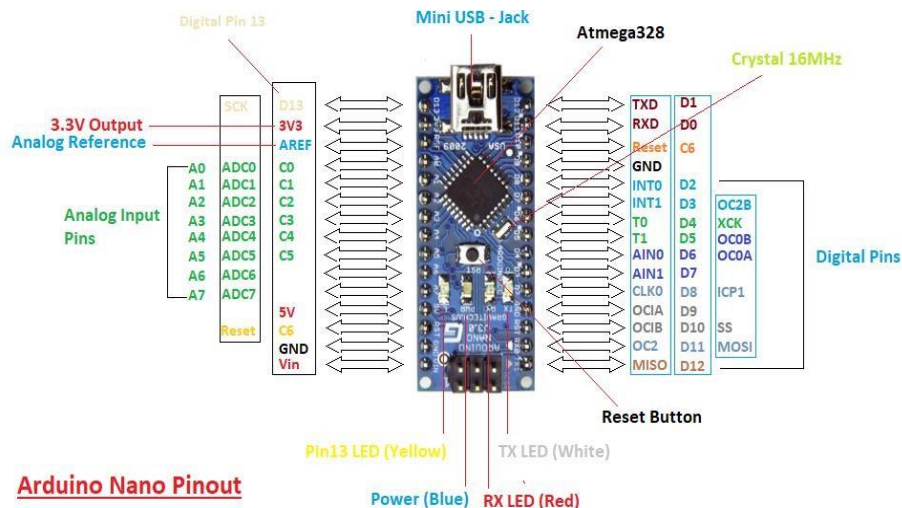
Gambar 2.10 Bentuk Fisik Arduino Nano
(sumber: Dede Henduino, 2018)

Tabel 2.2 Spesifikasi Arduino Nano

Keterangan	Spesifikasi
Mikrokontroler	Atmega 328p atau Atmega 168

Tegangan Operasi	5 V
Tegangan Input (disarankan)	7 V – 12 V
Tegangan Input (limit)	6 V – 20 V
Digital Pin I/O	14 Pin (D0 – D13)
Analog Pin I/O	8 Pin (A0 – A7)
Arus Listrik Maksimal	40 mA
<i>Memory Flash</i>	16KB (Atmega168) atau 32KB (Atmega328) 2KB digunakan oleh Bootloader.
SRAM	1 KbyteSRAM (Atmega168) atau 2 Kbyte 32KB (Atmega328)
EEPROM	512 Byte EEPROM (Atmega168) atau 1 Kbyte (Atmega328)
<i>Clock Speed</i>	16 MHz
Ukuran	1.85 cm x 4.3 cm
Berat	5 gram

2.5.3 Konfigurasi Pin Arduino Nano



Gambar 2.11 Pin Arduino Nano
(sumber: Adnan Aqeel, 2018)

Gambar di atas menunjukkan letak posisi setiap pin pada Arduino Nano. Tabel berikut ini yang akan menunjukkan konfigurasi dari pin Arduino Nano.

Tabel 2.3 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)
18	AREF
19	Analog Input 0
20	Analog Input 1
21	Analog Input 2
22	Analog Input 3
23	Analog Input 4
24	Analog Input 5
25	Analog Input 6
26	Analog Input 7
27	VCC
30	Vin

2.5.4 Daya

Arduino dapat diberikan power melalui koneksi USB atau power supply. Powernya secara otomatis. Power supply dapat menggunakan adaptor DC atau baterai. Adaptor dapat dikoneksikan dengan mencolok jack adaptor pada koneksi *port input supply*. Board arduino dapat dioperasikan menggunakan supply dari luar sebesar 6 - 20 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 adalah sebagai berikut :

- **Vin**

Tegangan input ke board arduino ketika menggunakan tegangan dari luar (seperti yang disebutkan 5 volt dari koneksi USB atau tegangan yang d iregulasikan). Pengguna dapat memberikan tegangan melalui pin ini, atau jika tegangan supply menggunakan power jack, aksesnya menggunakan pin ini.

- **5V**

Regulasi power supply digunakan untuk power mikrokontroler dan komponen lainnya pada board. 5V dapat melalui Vin menggunakan regulator pada board, atau supply oleh USB atau supply regulasi 5V lainnya.

- **3V3**

Supply 3.3 volt didapat oleh chip yang ada di board. Arus maksimumnya adalah 50mA.

- **Pin Ground**

Berfungsi sebagai jalur ground pada arduino.

2.5.5 Memori

ATmega328 memiliki 32 KB *flash* memori untuk menyimpan kode, juga 0.5 KB yang digunakan untuk *bootloader*. ATmega328 memiliki 2 KB untuk SRAM dan 1 KB untuk EEPROM.

2.5.6 Input dan Output

Setiap 14 pin digital pada arduino dapat digunakan sebagai input atau output, menggunakan fungsi *pinMode()*, *digitalWrite()*, dan *digitalRead()*. *Input/output* di operasikan pada 5 volt. Setiap pin dapat menghasilkan atau

menerima maksimum 40 mA dan memiliki *internal pullup* resistor (*disconnected* oleh *default*) 20-50 KOhms.

Beberapa pin memiliki fungsi sebagai berikut :

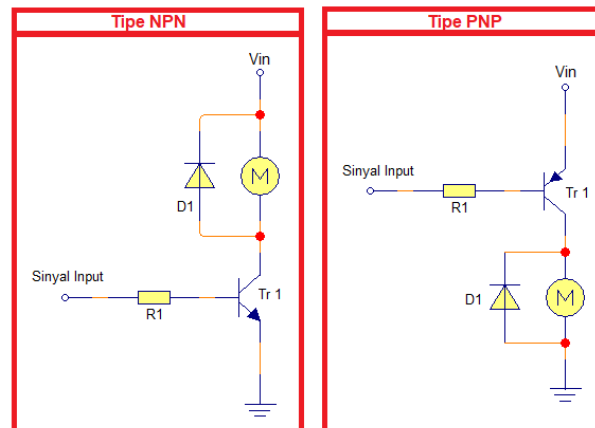
- Serial : 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirim (TX) TTL data serial.
- Interrupt eksternal : 2 dan 3. Pin ini dapat dikonfigurasi untuk trigger sebuah interrupt pada *LOW value*.
- PWM : 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Mendukung 8-bit *output* PWM dengan fungsi *analogWrite()*.
- SPI : 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mensupport komunikasi SPI, yang mana masih mendukung hardware, yang tidak termasuk pada bahasa arduino.
- LED : 13. Ini adalah dibuat untuk koneksi LED ke digital pin 13. Ketika pin bernilai HIGH, LED hidup, ketika pin LOW, LED mati.

2.6 Driver Motor DC

Rangkaian Driver Motor DC adalah sirkuit yang berfungsi memberikan arus listrik yang dibutuhkan oleh motor untuk bekerja. Rangkaian driver bisa dibangun dari komponen seperti *Relay*, Mosfet, IC dan Transistor. Transistor lebih banyak digunakan karena harganya yang relatif murah dan suplai arus yang besar. Berikut ini akan dibahas rangkaian driver menggunakan Transistor.

- Rangkaian Driver Motor 1 Transistor

Rangkaian Driver ini merupakan rangkaian paling sederhana. Rangkaian ini menggunakan satu buah transistor dan satu buah resistor. Resistor akan mengatur jumlah arus yang melewati kaki Basis transistor, sehingga mempengaruhi penguatan pada kolektor dan emitor. Skema Rangkaian dapat dilihat pada gambar dibawah.



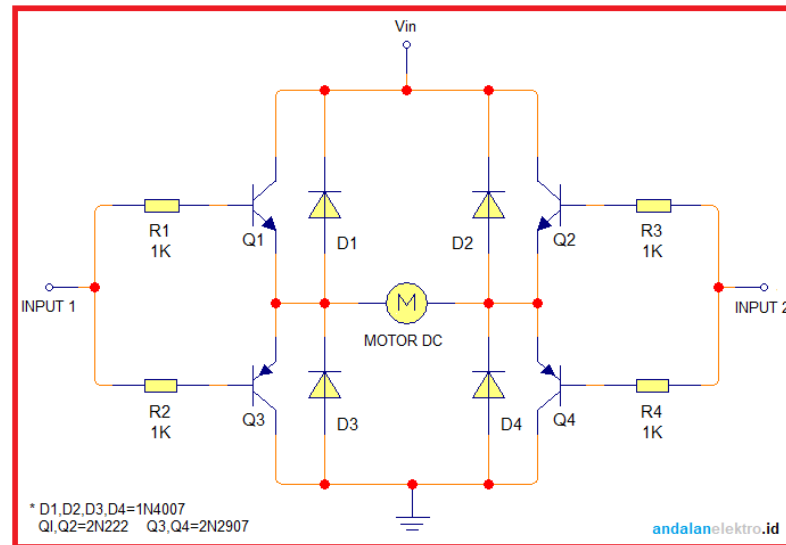
Gambar 2.12 Rangkaian Driver Motor 1 Transistor
(sumber: Andalan Elektro, 2020)

Pada Transistor Tipe NPN, Transistor akan aktif ketika pada kaki basis diberikan tegangan yang lebih besar dari tegangan emitor. Dengan demikian maka bagian kolektor dan emitor terhubung sehingga arus listrik mengalir melalui Motor ke *Ground*. Ketika tegangan pada basis putus, putaran motor berhenti.

Pada Transistor tipe PNP, Transistor akan aktif apabila pada kaki basis diberikan tegangan yang lebih rendah dari tegangan pada emitor, maka bagian kolektor dan emitor terhubung sehingga Arus listrik mengalir melalui Transistor ke Motor menuju *Ground*. Rangkaian ini mempunyai kelemahan yaitu tidak dapat mengatur arah putaran motor DC. Untuk mengatur arah putaran digunakan Rangkaian H-Bridge atau Jembatan-H.

- Rangkaian Driver Motor H-Bridge

Driver Motor H-Bridge digunakan untuk mengontrol putaran motor yang dapat diatur arah putarannya *Clock Wise* (searah jarum jam) maupun *Counter Clock Wise* (berlawanan jarum jam). Disebut Jembatan-H (H-Bridge) karena prinsipnya memutus dan menghubungkan motor listrik dengan empat transistor yang menyerupai huruf H. Perhatikan Skema rangkaian dibawah ini:



Gambar 2.13 H-Bridge 4 Transistor
(sumber: Andalan Elektro, 2020)

Skema diatas menggunakan masing-masing dua buah transistor PNP dan NPN.

Cara Kerja Rangkaian :

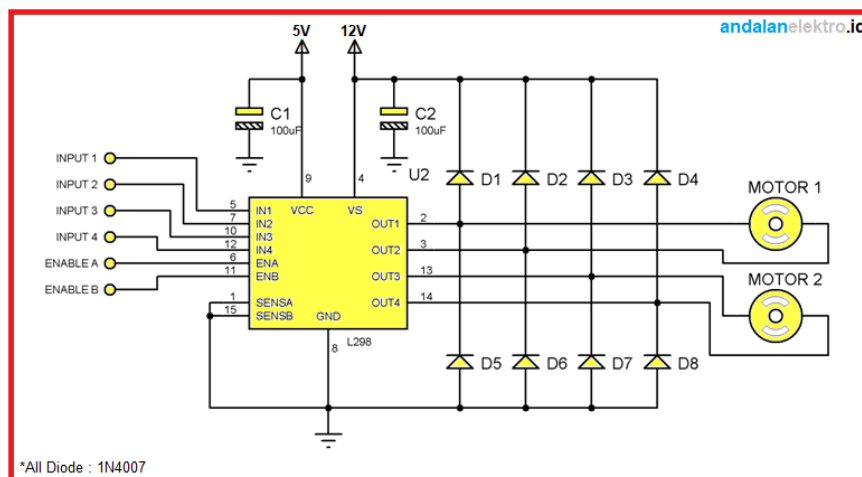
- Pada saat input 1 dan input 2 diberikan nilai logika yang berbeda (*high* dan *low*) maka dua dari empat transistor akan aktif secara berlainan dan membentuk putaran motor.
- Ketika input 1 *high* dan input 2 *low* maka Q1 dan Q4 akan aktif sehingga arus listrik akan mengalir ke motor melalui Q1 dan Q4 sehingga motor berputar.
- Ketika sebaliknya input 1 *low* dan input 2 *high* maka Q2 dan Q3 akan aktif sehingga arus listrik akan mengalir ke motor melalui Q2 dan Q3 sehingga motor berputar kearah sebaliknya.
- Ketika logika padaa kedua input sama *high* atau *low* maka Motor akan diam tidak berputar.
- Putaran motor searah Jarum jam disebut *Clock Wise (CW)* sedangkan putaran yang berlawanan arah jarum jam disebut *Counter Clock Wise (CCW)*

Selain untuk mengontrol putaran motor yang dapat diatur arah putarannya *Clock Wise* (searah jarum jam) maupun *Counter Clock Wise* (berlawanan jarum jam), driver H-Bridge juga dapat difungsikan sebagai driver aktuator. Salah satu jenis driver motor H-Bridge yang sering digunakan adalah driver motor L298N

karena kepresisian dalam mengontrol motor sehingga motor lebih mudah untuk dikontrol.

2.6.1 Driver Motor L298N

Driver motor L298N merupakan driver motor berbasis IC L289, driver motor ini berfungsi untuk mengatur arah ataupun kecepatan motor DC. Driver motor diperlukan untuk *board* Arduino karena Arduino hanya mengeluarkan arus yang kecil sehingga tidak mampu memenuhi kebutuhan motor DC. Driver motor digunakan untuk untuk menyesuaikan tegangan dan arus yang dibutuhkan motor DC.

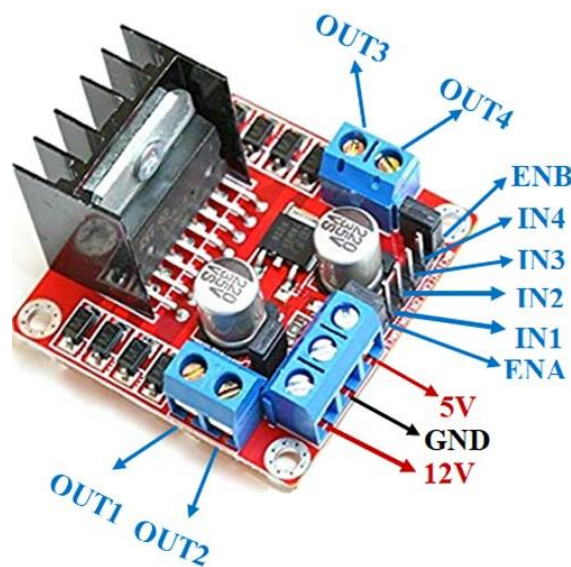


Gambar 2.14 Skema Rangkaian *Motor Driver* L298N
(sumber: Andalan Elektro, 2020)

Cara Kerja Rangkaian:

- Input 1 dan input 2 digunakan untuk mengontrol Motor 1. Motor hanya akan berputar apabila Enable A diberikan logika *high*. Apabila pin *enable* diberikan logika *low* motor tidak akan berputar.
- Jika input 1 *high* dan Input 2 *low* maka motor akan berputar dengan arah tertentu. Sedangkan jika input 1 *low* dan input 2 *high* maka motor akan berputar kearah sebaliknya.
- Jika input 1 dan 2 logikanya sama *high* atau *low* maka motor tidak akan berputar.

- Input 3 dan input 4 digunakan untuk mengontrol motor 2. Motor hanya akan berputar apabila *Enable B* diberikan Logika *high*. Jika pin *enable* diberikan logika *low* motor tidak akan berputar.
- Jika input 3 *high* dan input 4 *low* maka motor akan berputar dengan arah tertentu. Sedangkan jika input 3 *low* dan input 4 *high* maka motor akan berputar kearah sebaliknya.
- Jika input 3 dan 4 logikanya sama *high* atau *low* maka motor tidak akan berputar.
- Kapasitor 1 dan 2 berfungsi sebagai *Decoupling* untung menghilangkan tegangan liar yang berasal dari *power supply*. Sedangkan 8 buah dioda 1N 4007 berfungsi sebagai proteksi terhadap induksi yang diakibatkan oleh perubahan putaran motor secara tiba-tiba.



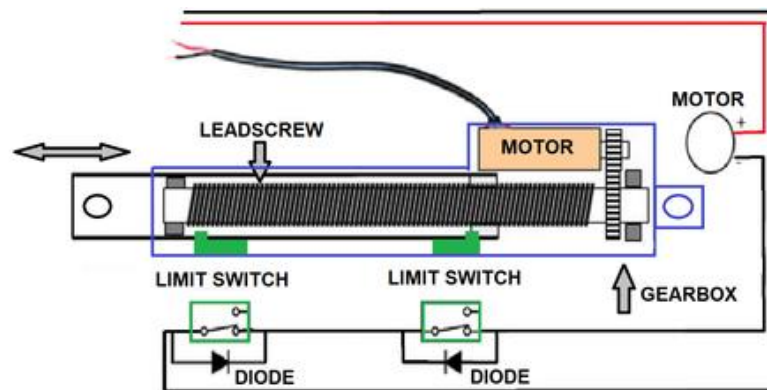
Gambar 2.15 Modul Driver Motor L298N
(sumber: Elga Aris, 2020)

2.7 Aktuator

Aktuator adalah perangkat yang bertanggung jawab atas elemen gerakan dalam suatu sistem yaitu, bertanggung jawab atas semua bagian yang terkait dengan gerakan dalam suatu mekanisme atau sistem. Ada banyak macam gerakan dalam suatu sistem, seperti gerakan linier, gerakan berputar, gerakan getar, dan gerakan melingkar. Semua ini dijalankan menggunakan aktuator yang melakukan tugas yang diperlukan.

2.7.1 Linear Actuator

Elektrik *linear actuator* adalah perangkat yang mengkonversikan gerak rotasi dari elektrik motor ke gerak *linear* (gerakan dorong dan Tarik). Elektrik *linear actuator* dapat digunakan dimanapun baik itu mesin mendorong ataupun menarik beban, menaikkan atau menurunkan beban, secara kasar memposisikan beban, atau memutar beban (Mueller & Pocock, 2016). Saat ini, *linear actuator* secara umum digunakan pada berbagai macam aplikasi dan menjadi bermanfaat di banyak area, terutama di bidang industri seperti transportasi, manufaktur, dan robotik (Krishnan & Hong Sun Lim R, 2008). Sistem pergerakan untuk menurunkan dan menaikkan roda pada penelitian ini menggunakan *linear actuator* karena sangat mudah untuk digunakan dengan kemampuan untuk mengangkat beban dari yang ringan sampai yang berat.

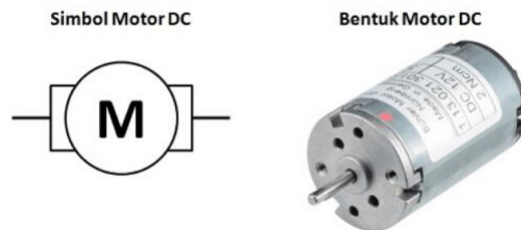


Gambar 2.16 Diagram *Linear Actuator*
(sumber: Firgelli Automations, 2018)

2.8 Motor DC

Motor DC adalah suatu perangkat yang mengubah energi listrik menjadi energi kinetik atau gerakan (*motion*). Motor DC ini juga dapat disebut sebagai Motor Arus Searah. Seperti namanya, motor DC memiliki dua terminal dan memerlukan tegangan arus searah atau DC (*Direct Current*) untuk dapat menggerakannya. Motor DC ini menghasilkan sejumlah putaran per menit atau biasanya dikenal dengan istilah RPM (*Revolutions per minute*) dan dapat dibuat berputar searah jarum jam maupun berlawanan arah jarum jam apabila polaritas listrik yang diberikan pada motor DC tersebut dibalik. Motor DC tersedia dalam berbagai ukuran rpm dan bentuk. Kebanyakan motor DC memberikan kecepatan

rotasi sekitar 3000 rpm hingga 8000 rpm dengan tegangan operasional dari 1,5V hingga 24V.



Gambar 2.17 Simbol dan Bentuk Motor DC
(sumber: Dickson Kho, 2015)

2.8.1 Prinsip Kerja Motor DC

Prinsip kerja motor DC sangat bergantung pada dua bagian utama motor DC, yaitu stator dan rotor. Stator adalah bagian motor yang tidak berputar, bagian yang statis ini terdiri dari rangka dan kumparan-kumparan medan, sedangkan rotor adalah bagian yang berputar, bagian rotor ini terdiri dari kumparan jangkar. Dua bagian utama ini dapat dibagi lagi menjadi beberapa komponen penting yaitu *Yoke* (kerangka magnet), *Poles* (kutub motor), *Field winding* (kumparan medan magnet), *Armature Winding* (kumparan jangkar), *Commutator* (komutator), *Brushes* (kuas/sikat arang).

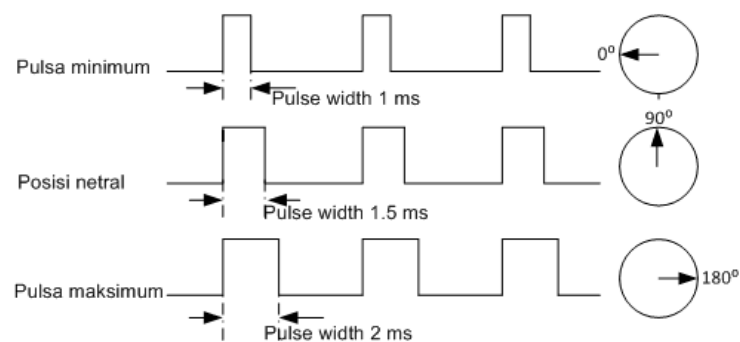
Pada prinsipnya motor DC menggunakan induksi elektromagnetik untuk bergerak, ketika arus listrik dialirkan pada kumparan, maka bagian yang disebut utara pada kumparan akan menghadap ke bagian selatan magnet. Selanjutnya akan terjadi saling tarik menarik yang menyebabkan pergerakan pada saat kumparan berhenti. Hal ini dikarenakan kutub utara magnet bertemu dengan kutub selatan magnet. Agar bisa menggerakannya kembali, pada saat kutub kumparan saling berhadapan dengan kutub magnet, maka arah arus kumparan dibalik. Pada saat kondisi ini terjadi, maka kutub utara kumparan akan berubah menjadi kutub selatan, dan sebaliknya, kutub selatan menjadi kutub utara. Ketika kutub utara saling berhadapan dengan kutub utara, dan kutub selatan berhadapan dengan kutub selatan, di sinilah terjadi tolak menolak sehingga otomatis kumparan bergerak memutar. Alhasil, kutub selatan pada kumparan akan berhadapan kembali dengan kutub selatan, begitu juga sebaliknya. Siklus ini yang akan terus berulang-ulang hingga arus listrik pada kumparan tersebut diputuskan.

2.9 Motor Servo

Motor Servo merupakan motor yang mampu bekerja secara dua arah, motor servo bekerja dengan sistem closed feedback dimana posisi dari motor servo akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada didalam motor servo. Motor servo terdiri dari tiga bagian utama yaitu motor, sistem kontrol dan potensiometer/encoder yang terhubung dengan satu set roda gigi ke poros output. Sensor yang paling umum digunakan pada motor servo standar adalah berupa potensiometer. Potensiometer pada motor servo berfungsi sebagai penentu batas sudut dari putaran servo. Potensiometer ini terdiri dari tiga kabel yaitu kabel berwarna merah adalah kabel *power*, kabel berwarna hitam/cokelat adalah kabel *ground* dan kabel berwarna oranye/kuning adalah kabel pulsa/data. Pada perancangan alat ini menggunakan motor servo sebagai pengganti *disc* (cakram) atau *axial brakes* yang banyak ditemui dalam dunia aviasi.

2.9.1 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). Lebih jelasnya perhatikan gambar berikut ini:



Gambar 2.18 Pulsa Kendali Motor Servo
(sumber: Ahmad Rifqi, 2020)

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

2.9.2 Servo TowerPro MS-SG90S

TowerPro SG90S merupakan servo memiliki bentuk yang kecil dan ringan dengan daya output tinggi . Servo dapat memutar sekitar 180 derajat (90° ke arah kanandan 90° ke arah kiri). Spesifikasi dari TowerPro SG90S adalah sebagai berikut:

- Dimensi : 22.8mm x 12.2mm x 28.5mm
- Sudut : maksimal 180°
- Torsi : 1.8kg/cm(4.8V)2.2kg/cm(6V)
- Operating speed : 0.1 sec / 60° (4.8v), 0.08 sec/ 60° (6v)
- Operating voltage : 4.8-6.0V
- Dead band width : 5us

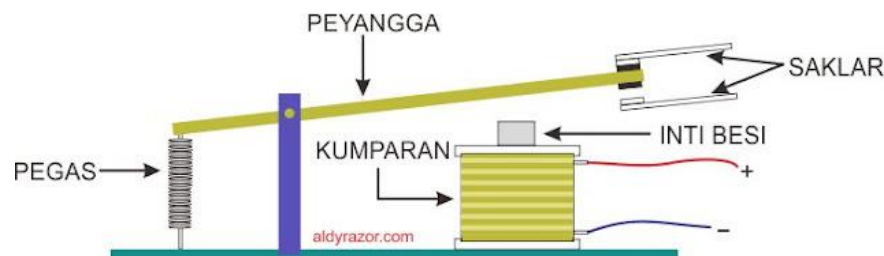


Gambar 2.19 Servo TowerPro MS-SG90S
(sumber: Components101, 2020)

2.10 Relay

Relay adalah saklar yang dikendalikan secara elektro-mekanik (*electromechanical switch*) dan merupakan komponen elektro-mekanik yang terdiri dari dua bagian utama yakni elektromagnet (*Coil*) dan mekanikal (seperangkat kontak saklar/*Switch*). *Relay* adalah komponen yang bekerja berdasarkan induksi elektromagnet.

Berikut ini komponen yang terdapat pada *relay* yaitu penyangga (*Armature*), kumparan (*Coil*), pegas (*Spring*), saklar (*Switch Contact*), dan inti besi (*Iron Core*).



Gambar 2.20 Struktur Sederhana *Relay*
(sumber: Aldy Razor, 2020)

Berdasarkan gambar komponen *relay* tersebut, kita dapat memahami bahwa relay dapat bekerja karena adanya gaya elektromagnetik. Ini tercipta dari inti besi yang dililitkan kawat kumparan dan dialiri aliran listrik. Saat kumparan dialiri listrik, maka otomatis inti besi akan jadi magnet dan menarik penyangga sehingga kondisi yang awalnya tertutup jadi terbuka (*Open*). Sementara pada saat kumparan tak lagi dialiri listrik, maka pegas akan menarik ujung penyangga dan menyebabkan kondisi yang awalnya terbuka menjadi kondisi tertutup atau (*Close*). Secara umum kondisi atau posisi pada *relay* terbagi menjadi dua, yaitu:

- **NC (*Normally Close*)**, adalah kondisi awal atau kondisi dimana *relay* dalam posisi tertutup karena tak menerima arus listrik.
- **NO (*Normally Open*)**, adalah kondisi dimana *relay* dalam posisi terbuka karena menerima arus listrik.

2.11 Liquid Crystal Display

LCD (*Liquid Crystal Display*). *Liquid Crystal Display* yaitu suatu jenis display yang menggunakan *Liquid Crystal* untuk media refleksinya. LCD dapat di

gunakan dalam berbagai bidang, sebagai contoh: monitor, TV, kalkulator. Pada LCD berwarna semacam monitor terdapat puluhan ribu pixel. Pixel adalah satuan terkecil di dalam suatu LCD. Pixel-pixel yang berjumlah puluhan ribu inilah yang membentuk suatu gambar dengan bantuan perangkat controller, yang terdapat di dalam suatu monitor.

Dalam dunia elektronika LCD di gunakan sebagai tampilan atau layar yang lebih hemat energi. (LCD) itu sendiri merupakan teknologi layar digital yang menghasilkan citra pada sebuah permukaan yang rata (flat) dengan memberi sinar pada kristal cair dan filter berwarna, yang mempunyai struktur molekul polar, diapit antara dua elektroda yang transparan. Tapi Liquid Crystal itu tidak secara langsung memancarkan cahaya. Bila medan listrik diberikan, molekul menyesuaikan posisinya pada medan, membentuk susunan kristalin yang mempolarisasi cahaya yang melaluinya.



Gambar 2.21 *Liquid Crystal Display*
(sumber: electronica caribe, 2020)

Keterangan :

1. **GND** : catu daya 0Vdc
2. **VCC** : catu daya positif
3. **Contrate** : untuk kontras tulisan pada LCD
4. **RS** atau **Register Select** :
 - High : untuk mengirim data
 - Low : untuk mengirim instruksi

5. **R/W** atau **Read/Write**

- High : mengirim data
- Low : mengirim instruksi
- Disambungkan dengan LOW untuk pengiriman data ke layar

6. **E (enable)** : untuk mengontrol ke LCD ketika bernilai LOW, LCD tidak dapat diakses

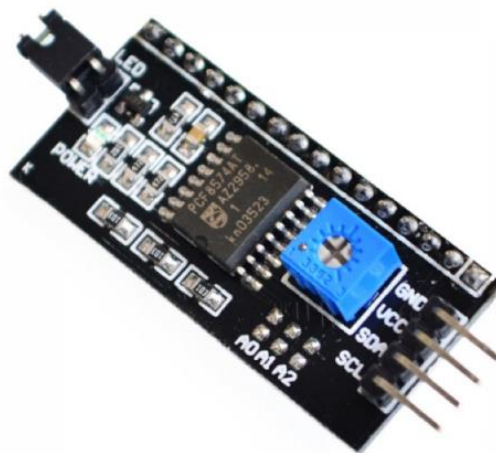
7. **D0 – D7** = Data Bus 0 – 7

8. **Backlight +** (Pin 15) : disambungkan ke VCC untuk menyalakan lampu latar

9. **Backlight –** (Pin 16) : disambungkan ke GND untuk menyalakan lampu latar

2.12 Modul I2C

Dalam membuat rangkaian LCD dengan kontroler, biasanya memerlukan komponen tambahan agar data dari kotroler dapat terkirim ke LCD dengan baik. Pada komponen tambahan inilah biasanya menggunakan beberapa kabel dan komponen lain agar sesuai dengan sinyal kaki *output* pada LCD. Sehingga untuk menghemat jumlah kabel koneksi dan mempermudah perangkaian, maka menggunakan komponen yang disebut dengan modul I2C sebagai jembatan koneksi antara LCD dengan kontroller. Berikut ini adalah gambar 2.22 yang merupakan gambaran dari modul I2C:



Gambar 2.22 I2C Module
(sumber: electronics lab, 2022)

Pada umumnya, Inter Integrated Circuit atau biasa disebut dengan I2C digunakan untuk menjembatani antara minimum system dan LCD. Sistem pada modul ini terdiri dari saluran SCL (Serial Clock) dan SDA (Serial Data) yang

berfungsi untuk membawa informasi data antara I2C dengan kontrollernya. Oleh karena itu I2C mengurangi penggunaan pin pada mikrokontroler yang hanya membutuhkan 4 pin saja yaitu 5V, GND, SCL, dan SDA (Najoan, Wuwung, & Manembu, 2017).