

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sensor

2.1.1 Pengertian Sensor

Sensor adalah komponen yang dapat digunakan untuk pendeteksian pada saat melakukan pengukuran atau pengendalian. Sensor menjadi komponen utama dari suatu transduser dimana transduser merupakan sistem yang melengkapi agar sensor tersebut mempunyai keluaran sesuai yang kita inginkan dan dapat langsung dibaca pada keluarannya untuk digunakan dalam mengubah besaran mekanis, magnetis, panas, sinar, dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik.

Sensor dalam teknik pengukuran dan pengaturan secara elektronik berfungsi mengubah tegangan fisika (misalnya: temperatur, cahaya, gaya, kecepatan putaran) menjadi besaran listrik yang proposional.

2.1.2 Macam-Macam Sensor

Macam-macam sensor berdasarkan kegunaannya adalah sebagai berikut :

1. Sensor Strain

Pada prinsipnya sensor strain diukur dalam 3 arah yaitu *axial*, *bending*, dan torsional dan *shear*. Regangan biasanya diukur dengan sensor *strain gage* resistif. Sensor ini adalah resistor datar biasanya melekat untuk permukaan yang diharapkan untuk melenturkan atau membbengkok. Satu kasus penggunaan untuk *strain gages* resistif adalah struktur pengujian sayap pesawat. *Strain gages* dapat mengukur tikungan sangat kecil, tikungan, dan menarik pada permukaan. Pasa saat pembuatan jembatan, maka lebih dari satu *strain gage* resistif kabel bersama-sama. Dengan menggunakan sensor *strain gage*, sebuah pengukuran yang lebih sensitif dapat dilakukan dengan menyediakan *strain gages* yang lebih.

2. Sensor Suara

Microphone adalah sensor yang digunakan untuk mengukur suara, tapi terdapat banyak tipe dari sensor suara *microphones*. Sensor suara terdiri dari 4 jenis

yaitu Kondensator Mikrofon, *Piezoelectric Microphones*, *Magnetic Microphones* dan *Electret Microphones*.

3. Sensor Getaran

Pengukuran Getaran atau percepatan paling sering menggunakan sensor piezoelektrik keramik atau *accelerometer*. Tiga faktor utama membedakan sensor getaran: frekuensi natural, koefisien redaman, dan faktor skala. Faktor skala berhubungan *output* ke *input* akselerasi dan terkait dengan sensitivitas. Parameter frekuensi natural dan koefisien redaman menentukan tingkat akurasi dari sensor getaran.

4. Sensor Posisi

Ada berbagai jenis sensor posisi yang bias menjadi pilihan untuk penelitian. Faktor-faktor pendorong dalam memilih sensor posisi adalah eksitasi, penyaringan/*filtering*, lingkungan, dan tidak perlu menyentuh saat mengukur jarak, atau koneksi fisik langsung diperlukan untuk mengukur jarak. Tidak ada satupun jenis sensor universal untuk tekanan atau gaya. Mendeteksi posisi telah dilakukan dengan sensor untuk waktu yang lama, sehingga kedua preferensi dan aplikasi memainkan peran dalam membuat keputusan ini.

5. Sensor Tekanan

Tekanan tinggi atau rendah adalah semua relatif - seperti panas '*heat*'. Hal ini dapat "panas" di sebuah ruangan, tetapi suhu di ruangan itu tidak seberapa dibandingkan dengan suhu di permukaan matahari. Dengan tekanan, perbandingan membuat pengukuran. Ada lima tipe pengukuran tekanan: mutlak, *gauge*, vakum, diferensial, dan tertutup.

6. Sensor Gaya

Load Cell Sejak waktu yang lama penggunaan skala tuas mekanik digunakan untuk mengukur gaya. Namun saat ini, sensor *load cell strain gage* adalah yang paling umum karena sensor jenis ini tidak memerlukan jumlah kalibrasi dan pemeliharaan skala. *Load Cell* dapat berupa dikondisikan atau *nonconditioned*. Namun untuk sensor yang bias dikondisikan biasanya lebih mahal karena mengandung komponen untuk penyaringan, amplifikasi sinyal, serta eksitasi *lead*, dan sirkuit biasa untuk pengukuran. Jika keadaan pengukuran bekerja dengan

sensor berbasis jembatan *nonconditioned*, kebutuhan *hardware* untuk sinyal. Untuk komponen tambahan seperti dokumentasi sensor, maka memerlukan komponen tambahan untuk amplifikasi atau filterisasi/penyaringan.

7. Sensor Suhu

Sensor Suhu atau *Temperature Sensors* adalah suatu komponen yang dapat mengubah besaran panas menjadi besaran listrik sehingga dapat mendeteksi gejala perubahan suhu pada obyek tertentu. Sensor suhu melakukan pengukuran terhadap jumlah energi panas/dingin yang dihasilkan oleh suatu obyek sehingga memungkinkan kita untuk mengetahui atau mendeteksi gejala perubahan-perubahan suhu tersebut dalam bentuk *output* Analog maupun Digital.

Contoh peralatan-peralatan listrik maupun elektronik yang menggunakan Sensor Suhu diantaranya seperti Termometer Suhu Ruangan, Termometer Suhu Badan, *Rice Cooker*, Kulkas, Pendingin Ruangan (AC) dan masih banyak lagi. Sensor temperatur adalah sensor yang berfungsi untuk mengukur suhu suatu ruangan atau tempat. Jenis-jenis sensor temperature antara lain yaitu Termokopel (*Thermocouple*), Sensor RTD (*Resistive Temperature Detector*), Termistor (*Thermistors*) dan Termostat (*Thermostat*).

2.1.3 Sensor Fotodiode

Fotodiode merupakan sebuah diode yang peka terhadap cahaya. Diode pada umumnya hanya mampu mengalirkan arus dari anode ke katode, namun fotodiode dapat mengalirkan arus yang berarah sebaliknya (dari katoda ke anoda) saat diberi cahaya. Pada rangkaian fotodiode, tegangan *output* akan berkurang bila terkena cahaya, dan begitu juga sebaliknya. Adapun Fraden (2004), menyatakan bahwa fotodiode merupakan sebuah piranti semikonduktor yang memiliki sambungan positif dan negatif yang dirancang untuk merespon bila dibiaskan dalam keadaan terbalik untuk mendeteksi cahaya. Komponen ini kemudian akan bekerja sebagai generator arus, yang arusnya sebanding dengan intensitas cahaya yang diberikan. Cahaya yang ada kemudian diserap didaerah penyambungan atau daerah intrinsik dan menimbulkan pasangan *electron hole* yang mengalami perubahan karakteristik

elektris ketika energi cahaya melepaskan pembawa muatan dalam bahan itu, sehingga menyebabkan berubahnya konduktivitas energi.

Pada dasarnya sensor fotodiode sama seperti sensor LDR, yaitu mengubah besaran cahaya yang diterima sensor menjadi perubahan konduktansi (kemampuan suatu benda menghantarkan arus listrik dari suatu bahan). Seperti yang terlihat pada gambar 2.1 merupakan bentuk fisik dari sensor fotodiode.



Gambar 2.1 Bentuk Fisik Fotodiode

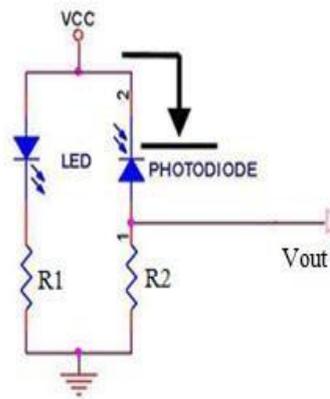
(Edo Paleri, 2015)

Fotodiode terbuat dari bahan semikonduktor. Fotodiode yang sering digunakan pada rangkaian-rangkaian elektronika adalah fotodiode dengan bahan *Silicon* (Si) atau *Gallium Arsenide* (GaAs), dan lain-lain termasuk indium *Antimonide* (InSb), *Indium Arsenide* (InAs), *Lead Selenide* (PbSe), dan Timah *Sulfide* (PBS).

2.1.3.1 Prinsip Kerja Fotodiode

Prinsip kerja dari fotodiode jika sebuah sambungan pn (positifnegatif) diberikan cahaya, maka akan mengakibatkan terjadinya pergeseran foton yang akan menghasilkan pasangan *electron-hole* di kedua sisi dari sambungan, *hole* terjadi karena adanya suatu molekul atau atom yang kekurangan elektron. Ketika elektron-elektron yang dihasilkan itu masuk ke pita konduksi maka elektron-elektron itu akan mengalir ke arah positif sumber tegangan sedangkan *hole* yang dihasilkan mengalir ke arah negatif sumber tegangan sehingga arus akan mengalir di dalam

rangkaian. Besarnya pasangan elektron ataupun *hole* yang dihasilkan tergantung dari besarnya intensitas cahaya yang dikenakan pada fotodiode (Widjanarka, 2006).



Gambar 2.2 Rangkaian Prinsip Kerja Sensor Fotodiode
(Edo Paleri, 2015)

Seperti yang terlihat pada gambar 2.2 merupakan rangkaian dasar dari sensor fotodiode, pada kondisi awal LED sebagai *transmitter* cahaya akan menyinari fotodiode sebagai *receiver* sehingga nilai resistansi pada sensor photodiode akan minimum dengan kata lain nilai V_{out} akan mendekati logika 0 (*low*). Sedangkan pada kondisi cahaya pada LED terhalang oleh permukaan hitam sehingga fotodiode tidak dapat menerima cahaya dari led maka nilai resistansi R1 maksimum, sehingga nilai V_{out} akan mendekati V_{cc} yang berlogika 1 (*high*). Suatu jenis dioda resistansinya akan berubah-ubah apabila terkena sinar cahaya yang dikirim oleh transmitter “LED”. Resistansi dari fotodiode dipengaruhi oleh intensitas cahaya yang diterimanya, semakin banyak cahaya yang diterima maka semakin kecil resistansi dari fotodiode dan juga sebaliknya jika semakin sedikit intensitas cahaya yang diterima oleh sensor fotodiode maka semakin besar nilai resistansinya.

Adapun rumus perhitungan untuk menghitung nilai dari V_{out} fotodiode ataupun untuk menghitung nilai resistansi dari fotodiode tersebut yaitu :

$$V_{out} = \frac{R_{photodiode}}{R_{photodiode} + R_2} \times V_{in}$$

Keterangan :

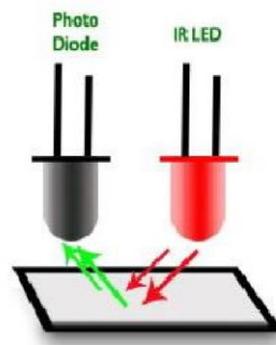
V_{in} = tegangan masukan pada rangkaian sensor fotodiode

V_{out} = tegangan keluaran pada rangkaian sensor fotodiode

$R_{photodiode}$ = resistansi dari fotodiode

R_2 = resistansi resistor pada rangkaian sensor fotodiode

Aplikasi dari rangkaian sensor fotodiode yang telah dijelaskan sebelumnya dapat terlihat pada gambar 2.3 berikut.



Gambar 2.3 Aplikasi Sensor Fotodiode

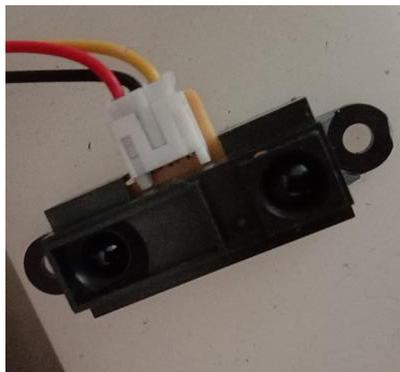
(Edo Paleri, 2015)

Gambar 2.3 merupakan desain fotodiode untuk memberikan *output* pada fotodiode agar berlogika *low* atau berlogika *high* yang disebabkan oleh warna permukaan yang fungsinya sebagai pemantul cahaya dari LED sebagai *transmitter*. Fotodiode dipasang secara berdampingan antara photodiode (*receiver*) dan LED (*transmitter*). Didepan fotodiode dan LED diletakkan kertas putih sehingga cahaya yang dipancarkan dari LED akan dipantulkan oleh kertas dan cahaya akan diterima

oleh fotodiode sehingga *output* dari fotodiode berlogika 0 (*low*). Jika fotodiode dan LED diletakkan secara berdampingan dan didepannya diletakkan kertas berwarna hitam sehingga cahaya yang dipancarkan oleh LED akan diserap oleh kertas berwarna hitam sehingga fotodiode tidak dapat menerima cahaya. Dan itu menyebabkan *output* dari fotodiode berlogika 1 (*high*).

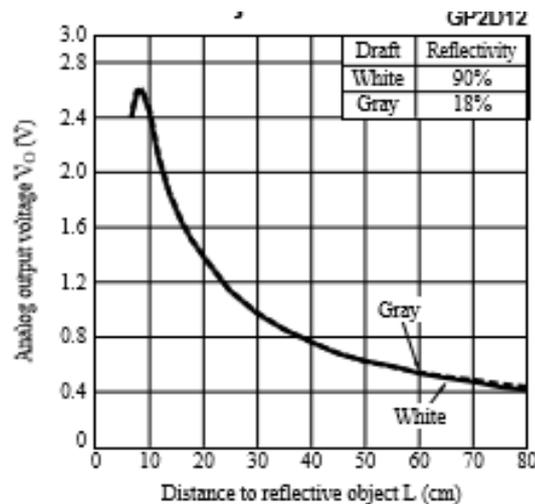
2.1.4 Sensor *Sharp* GP2D12

Sensor *Sharp* GP2D12 berfungsi untuk mendeteksi jarak benda yang menghalangi sensor. Sensor ini termasuk pada sensor jarak kategori optik. Menurut *datasheet* Sensor *Sharp* GP2D12 sensor ini sama seperti sensor *Infra Red* (IR) konvensional, GP2D12 memiliki bagian *transmitter/emitter* dan *receiver* (detektor). Bagian *transmitter* akan memancarkan sinyal IR yang telah dimodulasi, sedangkan pantulan dari IR (apabila mengenai sebuah objek) akan ditangkap oleh bagian detektor yang terdiri dari lensa pemfokus dan sebuah *position-sensitive detector*. Sensor *Sharp* GP2D12 dapat mengukur jarak halangan pada daerah 10 cm – 80 cm dengan memanfaatkan pemancaran dan penerimaan gelombang infra merah sebagai media untuk mengestimasi jarak. Pada gambar 2.4 dibawah ini merupakan bentuk fisik dari sensor *Sharp* GP2D12.



Gambar 2.4 Sensor *Sharp* GP2D12

Berdasarkan *datasheet* Sensor *Sharp GP2D12*, perbandingan tegangan keluaran sensor terhadap jarak dengan rentang jarak 10 cm – 80 cm yaitu dapat dilihat pada gambar 2.5. Terlihat bahwa nilai tegangan sensor akan mengalami penurunan nilai ketika jarak yang diterima sensor saat mendeteksi semakin jauh.



Grafik 2.5 Perbandingan Nilai Tegangan Keluaran Sensor Terhadap Jarak
(*Datasheet* Sensor *Sharp GP2D12*)

2.1.4.1 Prinsip Kerja Sensor *Sharp GP2D12*

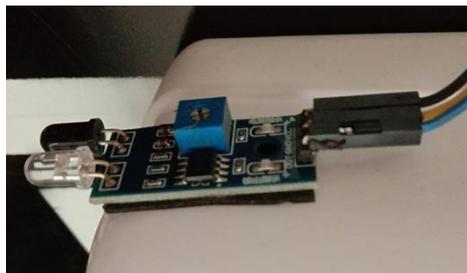
Prinsip kerja sensor *Sharp GP2D12* adalah bagian *Transmitter* atau *Emitter* akan mengirimkan sinyal IR yang telah dimodulasi, sedangkan pantulan IR (apabila mengenai sebuah objek) akan ditangkap oleh bagian detektor yang terdiri dari lensa pemfokus dan sebuah *position-sensitive detector* (PSD). Jika sensor mengeluarkan tegangan melebihi tegangan referensi, maka keluaran dari komparator akan berlogika rendah. Jika tegangan referensi lebih besar dari tegangan sensor maka keluaran dari komparator akan berlogika tinggi. Selain menggunakan komparator, untuk mengakases sensor jarak *Sharp GP2D12* dapat dengan menggunakan prinsip ADC, atau dengan kata lain mengolah sinyal analog dari pembacaan sensor *Sharp GP2D12* ke bentuk digital dengan bantuan pemrograman.

2.1.5 IR *Infrared* Modul Sensor Deteksi Rintangan FC-51

IR *Infrared* Modul Sensor Deteksi Rintangan FC-51 adalah suatu jenis sensor yang mampu mendeteksi suatu benda berdasarkan jarak benda tersebut terhadap sensor. Sensor ini memiliki jarak deteksi yang cukup panjang yaitu sekitar 2 cm – 30 cm dengan sudut deteksi sebesar 35 ° C. Rentang jarak deteksi sensor dapat disesuaikan melalui potensiometer, dapat dilihat pada gambar 2.6. Adapun cara meningkatkan jaraknya ialah dengan memutar searah jarum jam, sedangkan untuk pemutaran kearah sebaliknya dapat mengurangi jarak deteksi sensor tersebut. Keluaran sinyalnya berbentuk digital.

Spesifikasi:

- Tegangan kerja: 3 V - 5V DC
- Jenis keluaran: *Output* perpindahan digital (0 dan 1)
- lubang sekrup 3 mm untuk pemasangan yang mudah
- Ukuran papan: 3,2 x 1,4 cm



Gambar 2.6 IR *Infrared* Modul Sensor Deteksi Rintangan FC-51

Tabel 2.1 berikut menjelaskan mengenai apa saja yang ada pada IR *Infrared* Modul Sensor Deteksi Rintangan FC-51:

Tabel 2.1 Pin dan Indikator Pengontrolan IR *Infrared* Modul Sensor Deteksi Rintangan FC-51

Pin, Indikator Pengontrolan	Deskripsi
Vcc	Input 3,3 Vdc sampai 5 Vdc
Gnd	<i>Ground Input</i>
<i>Out</i>	Keluaran yang rendah saat hambatan berada dalam jangkauan
<i>Power LED</i>	Menyala ketika daya diterapkan
<i>Obstacle LED</i>	Menyala ketika rintangan terdeteksi
<i>Distance Adjust</i>	Menyesuaikan jarak deteksi. CCW mengurangi jarak CW meningkatkan jarak
<i>IR Emitter</i>	<i>Emitter</i> LED Inframerah
<i>IR Receiver</i>	Penerima inframerah yang menerima sinyal yang dikirim oleh pemancar inframerah

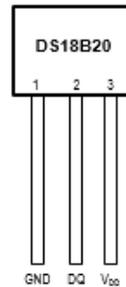
2.1.5.1 Prinsip Kerja IR *Infrared* Modul Sensor Deteksi Rintangan FC-51

IR *Infrared* Modul Sensor Deteksi Rintangan FC-51 memiliki prinsip kerja yaitu bahwa mula-mula IR *Emitter* yaitu LED yang berperan sebagai *Emitter* akan mengirimkan sinyal ke IR *Receiver* untuk diterima sinyalnya. Jika tidak ada objek yang terdeteksi maka sinyal tersebut akan dipantulkan kembali ke IR *Emitter* untuk melakukan pendeteksian kembali. Sedangkan, jika ada objek yang terdeteksi maka sensor akan aktif dengan ditandai adanya LED yang menyala.

2.1.6 Termometer Digital DS18B20

Termometer digital DS18B20 memiliki pengukuran suhu 9-bit hingga 12-bit Celcius dan memiliki fungsi alarm dengan titik pemicu atas dan bawah yang dapat diprogram pengguna serta tidak mudah menguap. DS18B20 berkomunikasi melalui bus 1-kawat yang menurut definisi hanya membutuhkan satu jalur data (dan

ground) untuk komunikasi dengan prosesor mikro pusat. Gambar 2.7 berikut merupakan Termometer digital DS18B20.



Gambar 2.7 Termometer Digital DS18B20

(*Datasheet* Termometer Digital DS18B20)

Selain itu, DS18B20 dapat memperoleh daya langsung dari jalur data ("*parasite power*"), menghilangkan kebutuhan untuk catu daya eksternal. Setiap DS18B20 memiliki kode serial 64-bit yang unik, yang memungkinkan beberapa DS18B20 berfungsi pada bus 1-kawat yang sama. Dengan demikian, mudah untuk menggunakan satu mikroprosesor untuk mengontrol banyak DS18B20 yang didistribusikan di area yang luas. Aplikasi yang dapat memanfaatkan fitur ini termasuk kontrol lingkungan HVAC, sistem pemantauan suhu di dalam gedung,

peralatan, atau mesin, dan sistem pemantauan dan kontrol sistem. Aplikasi-aplikasi termometer digital DS18B20 :

- Kontrol Termostatik
- Sistem Industri
- Produk Konsumen
- Termometer
- Sistem Termal Sensitif

Manfaat dan fitur termometer digital DS18B20 :

- Antarmuka *1-wire*® unik hanya membutuhkan satu *port* pin untuk komunikasi
- Mengurangi hitungan komponen dengan sensor suhu dan EEPROM terpadu
- Mengukur suhu dari $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ hingga $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-67\text{ }^{\circ}\text{F}$ hingga $+257\text{ }^{\circ}\text{F}$)
- $\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ akurasi dari $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ hingga $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Resolusi yang dapat diprogram dari 9 bit hingga 12 bit
- Tidak diperlukan komponen eksternal
- Mode daya parasitik hanya memerlukan 2 pin untuk operasi (Dq dan Gnd)
- Menyederhanakan temperatur terdistribusi
- *Sensing* aplikasi dengan kemampuan *multidrop*
- Setiap perangkat memiliki kode serial 64-bit yang unik disimpan dalam ROM On-Board
- Pengaturan alarm fleksibel *Nonvolatile* Pengguna (Nv) pengguna dengan perintah pencarian alarm mengidentifikasi perangkat dengan suhu di luar batas diprogram
- Tersedia dalam 8- Pin SO (150 mil), paket 8-Pin μ SOP, dan 3-Pin TO-9

2.2 Mikrokontroler

Istilah mikrokontroler berasal dari *microcontroller* yang berarti pengendali mikro. Disebut sebagai pengendali mikro karena mikrokontroler secara fisik adalah sebuah keping kecil (*microchip*) yang merupakan komponen elektronika

terintegrasi dan berfungsi untuk mengendalikan sebuah pekerjaan tertentu secara terprogram.

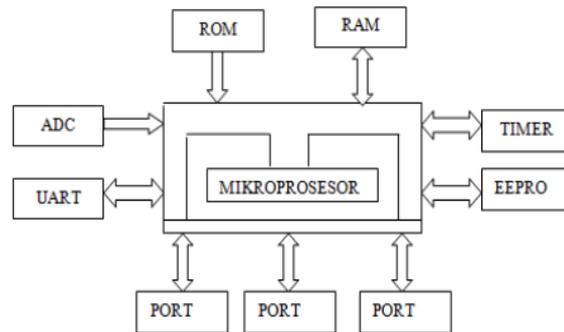
Mikrokontroler adalah *single chip* komputer yang memiliki kemampuan untuk diprogram dan digunakan untuk tugas-tugas yang berorientasi kendali (*control*). Mikrokontroler pada dasarnya adalah komputer dalam satu chip, yang di dalamnya terdapat mikroprosesor, I/O pendukung, memori bahkan perangkat ADC.

Mikrokontroler merupakan komputer didalam *chip* yang digunakan untuk mengontrol peralatan elektronik, yang menekankan efisiensi dan efektifitas biaya. Secara harfiah Mikrokontroler bisa disebut “Pengendali Kecil” dimana sebuah sistem elektronik yang sebelumnya banyak memerlukan komponen-komponen pendukung seperti IC TTL dan CMOS dapat direduksi/diperkecil dan akhirnya terpusat serta dikendalikan oleh mikrokontroler ini.

Mikrokontroler digunakan dalam produk dan alat yang dikendalikan secara otomatis, seperti *handphone*, MP3 *player*, DVD, Televisi, AC, robot dll. Dengan penggunaan mikrokontroler ini maka:

- Sistem elektronik akan menjadi lebih ringkas
- Rancang bangun sistem elektronik akan lebih cepat karena sebagian besar dari sistem adalah perangkat lunak yang mudah dimodifikasi
- Pencarian gangguan lebih mudah ditelusuri karena sistemnya yang kompak.

Agar sebuah mikrokontroler dapat berfungsi, maka mikrokontroler tersebut memerlukan komponen eksternal yang kemudian disebut dengan sistem minimum. Untuk membuat sistem minimal paling tidak dibutuhkan sistem *clock* dan *reset*, walaupun pada beberapa mikrokontroler sudah menyediakan sistem *clock internal*, sehingga tanpa rangkaian eksternal pun mikrokontroler sudah beroperasi. Yang dimaksud dengan sistem minimum adalah sebuah rangkaian mikrokontroler yang sudah dapat digunakan untuk menjalankan sebuah aplikasi (lihat gambar 2.8).



Gambar 2.8 Blok Rangkaian Internal Mikrokontroler

(Suhendra MA. 2017)

2.2.1 Arduino

Arduino adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open source*, diturunkan dari *wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. *Hardware*-nya memiliki prosesor atmel AVR dan *software*-nya memiliki bahasa pemrograman sendiri.

1. Secara *Software*: *open source* IDE yang digunakan untuk men-*develop* aplikasi mikrokontroler yang berbasis *arduino platform*.
2. Secara *Sardware*: *single board* mikrokontroler yang bersifat *open source hardware* yang dikembangkan untuk arsitektur mikrokontroler AVR 8 bit dan ARM 32 bit.

Dari pengertian arduino diatas, dapat disimpulkan bahwa arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik *open source* yang didalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah *chip* mikrokontroler dengan jenis AVR. Mikrokontroler bertugas sebagai otak yang mengendalikan *input*, proses dan *output* sebuah rangkaian elektronik.

Arduino memiliki kelebihan dibandingkan dengan perangkat *controller* lainnya diantaranya adalah :

1. Tidak perlu perangkat *chip programmer* karena didalamnya sudah ada *bootloader* yang akan menangani *upload* program dari 10l ternat.
2. Sudah memiliki sarana komunikasi USB, sehingga pengguna laptop yang tidak memiliki *port serial /RS323* bisa menggunakannya.

3. Memiliki modul siap pakai (*shield*) yang bias ditancapkan pada *board* arduino. Contohnya *shield* GPS, *Ethernet*, dll.

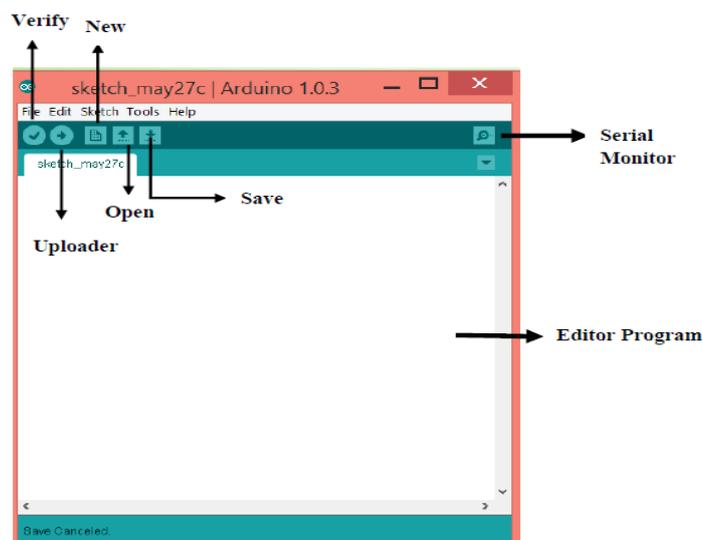
2.2.1.1 Jenis-Jenis Arduino

Arduino sendiri telah mengeluarkan bermacam-macam produk dan tipe sesuai dengan kebutuhan para perancang elektronik. Macam-macam arduino tersebut diciptakan berdasarkan *skill* dan keahlian para perancang sampai dimana kemahirannya dalam menggunakan perangkat arduino itu sendiri mulai dari segi pemrograman, dari segi elektronik, dan dari segi seberapa luas pengaplikasiannya terhadap perangkat elektronik. Jenis-jenis arduino tersebut diantaranya adalah :

- a. Arduino UNO
- b. Arduino MEGA
- c. Arduino YUN
- d. Arduino Esplora
- e. Arduino *Lilypad*
- f. Arduino Promini
- g. Arduino Nano
- h. Arduino Fio
- i. Arduino *Due*

2.2.1.2 Software Arduino

Software arduino yang digunakan adalah *driver* dan IDE, walaupun masih ada beberapa *software* lain yang sangat berguna selama pengembangan arduino. IDE atau *Integrated Development Environment* merupakan suatu program khusus untuk suatu komputer agar dapat membuat suatu rancangan atau sketsa program untuk papan Arduino. IDE arduino merupakan *software* yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan java. Pada gambar 2.9 dibawah ini merupakan tampilan *toolbar* IDE yang terdapat dalam arduino :



Gambar 2.9 Tampilan *Toolbar* Arduino

(Syahwil, 2013)

Keterangan :

1. Editor Program, Sebuah *window* yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa *processing*.
2. *Verify*, Mengecek kode *sketch* yang *error* sebelum mengupload ke *board* arduino.
3. *Uploader*, Sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memori di dalam papan arduino.
4. *New*, Membuat sebuah *sketch* baru.
5. *Open*, Membuka daftar *sketch* pada *sketchbook* arduino.
6. *Save*, Menyimpan kode *sketch* pada *sketchbook*.
7. Serial Monitor, Menampilkan data serial yang dikirimkan dari *board* arduino.

2.3 Arduino Uno

Arduino Uno adalah board berbasis mikrokontroler pada ATmega328 (lihat gambar 2.10). *Board* ini memiliki 14 digital *input / output* pin (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai *output PWM*), 6 *input analog*, 16 MHz *osilator* kristal, koneksi USB, jack listrik tombol reset. Pin-pin ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, hanya terhubung ke komputer dengan kabel USB atau

sumber tegangan bisa didapat dari adaptor AC-DC atau menggunakan baterai untuk memulainya.



Gambar 2.10 Board Arduino Uno

(*Datasheet* Arduino Uno, 2018)

Spesifikasi:

- Mikrokontroler : Atmega 328
- Operasi *Voltage* : 5 V
- *Input Voltage* (disarankan) : 7 V - 12 V (Rekomendasi)
- *Input Voltage* (batas) : 6 V - 20 V (limit)
- Digital I/O : 14 pin (6 pin untuk PWM)
- Analog *Input* : Pin 6
- DC *Current* per I/O : Pin 40 mA
- DC *Current* for 3.3V : Pin 50 mA
- *Flash Memory* : 32KB : Yang 0.5 KB digunakan oleh *bootloader*
- *Bootloader* SRAM : 2 KB (ATMega328)
- EEPROM : 1 KB (ATMega328)
- *Clock Speed* : 16 MHz

Board *Arduino Uno* memiliki fitur-fitur baru sebagai berikut:

- 1,0 pinout: tambah SDA dan SCL pin yang dekat ke pin aref dan dua pin baru lainnya ditempatkan dekat ke pin *RESET*, dengan IO REF yang memungkinkan sebagai *buffer* untuk beradaptasi dengan tegangan yang disediakan dari *board* sistem. Pengembangannya, sistem akan lebih

kompatibel dengan *Prosesor* yang menggunakan AVR, yang beroperasi dengan 5 V dan dengan Arduino karena yang beroperasi dengan 3.3 V. Yang kedua adalah pin tidak terhubung, yang disediakan untuk tujuan pengembangannya.

- *Circuit Reset* yang lebih kuat.

2.3.1 Catu Daya Arduino Uno

Arduino Uno dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal. Sumber listrik dipilih secara otomatis. Eksternal (non- USB) daya dapat datang baik dari AC-DC adaptor atau baterai. Adaptor ini dapat dihubungkan dengan cara menghubungkannya *plug* pusat-positif 2.1 mm ke dalam *board* colokan listrik. *Lead* dari baterai dapat dimasukkan ke dalam *header* pin Gnd dan V in dari konektor *Power*.

Board dapat beroperasi pada pasokan daya dari 6 V - 20 V. Jika diberikan dengan kurang dari 7 V, bagaimanapun, pin 5 V dapat men-*supply* kurang dari 5 V dan *board* mungkin tidak stabil. Jika menggunakan lebih dari 12 V, regulator tegangan bisa panas dan merusak *board*. Rentang yang dianjurkan adalah 7 V - 12 V.

Pin catu daya adalah sebagai berikut:

- VIN. Tegangan *input* ke *board* Arduino ketika menggunakan sumber daya eksternal (sebagai lawan dari 5 V dari koneksi USB atau sumber daya lainnya diatur). Anda dapat menyediakan tegangan melalui pin ini, atau, jika memasok tegangan melalui colokan listrik, mengaksesnya melalui pin ini.
- 5 V. Catu daya diatur digunakan untuk daya mikrokontroler dan komponen lainnya di *board*. Hal ini dapat terjadi baik dari VIN melalui regulator *onboard*, atau diberikan oleh USB .
- 3,3 V pasokan yang dihasilkan oleh regulator *on-board*. Menarik arus maksimum adalah 50 mA.
- GND. Pin *ground*.
- IOREF. Pin ini di papan Arduino memberikan tegangan referensi dengan yang mikrokontroler beroperasi. Sebuah perisai dikonfigurasi dengan benar

dapat membaca pin tegangan IOREF dan pilih sumber daya yang tepat atau mengaktifkan penerjemah tegangan pada *output* untuk bekerja dengan 5V atau 3.3V.

2.3.2 Memori

Mikrokontroler ATmega328 memiliki 3 jenis memori, yaitu memori program, memori data dan memori EEPROM. Ketiganya memiliki ruang sendiri dan terpisah. 1. Memori program ATmega328 memiliki kapasitas memori program sebesar 8K *byte* yang terpetakan dari alamat 0x0000 – 0x3FFF dimana masing-masing alamat memiliki lebar data 32 bit. Memori program ini terbagi menjadi 2 bagian yaitu bagian program *boot* dan bagian program aplikasi. 2. Memori data Memori data ATmega328 terbagi menjadi 3 bagian yaitu register serba guna, register I/O dan SRAM. ATmega328 memiliki 32 register serba guna, 64 register I/O yang dapat diakses sebagai bagian dari memori RAM (menggunakan instuksi LD atau ST) atau dapat juga diakses sebagai I/O (menggunakan instruksi IN atau OUT), dan 2048 *byte* memori data SRAM. 3. Memori EEPROM ATmega328 memiliki memori EEPROM sebesar 1K *byte* yang terpisah dari memori program maupun memori data. Memori EEPROM ini hanya dapat diakses dengan menggunakan register-register I/O yaitu register EEPROM *Address*, register EEPROM *Data*, dan register EEPROM *Control*. Untuk mengakses memori EEPROM ini diperlakukan seperti mengakses data eksternal, 10 sehingga waktu eksekusinya relatif lebih lama bila dibandingkan dengan mengakses data dari SRAM.

2.3.3 Input & Output

Masing-masing dari 14 pin digital pada Uno dapat digunakan sebagai *input* atau *output*, menggunakan fungsi *pinMode()*, *digitalWrite()*, dan *digitalRead()*. Mereka beroperasi di 5 V. Setiap pin dapat memberikan atau menerima maksimum 40 mA dan memiliki resistor *pull-up* internal dari 20-50 K. Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus:

- Serial: 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) data TTL serial. Pin ini terhubung ke pin yang sesuai dari *chip* ATmega8U2 USB-to-Serial TTL.
- Eksternal Interupsi: 2 dan 3. Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu interupsi pada nilai yang rendah, tepi naik atau jatuh, atau perubahan nilai. Lihat *attachInterrupt ()* fungsi untuk rincian.
- PWM: 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Menyediakan 8-bit *output* PWM dengan *analogWrite ()* fungsi.
- SPI: 10 (SS), 11 (mosi), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan perpustakaan SPI.
- LED: 13. Ada *built-in* LED terhubung ke pin digital 13. Ketika pin adalah nilai TINGGI, LED menyala, ketika pin adalah RENDAH, itu *off*.

Uno memiliki 6 *input* analog, diberi label A0 melalui A5, masing-masing menyediakan 10 bit resolusi yaitu 1024 nilai yang berbeda. Secara *default* sistem mengukur dari tanah sampai 5 V.

- TWI: A4 atau SDA pin dan A5 atau SCL pin. Mendukung komunikasi TWI
- *Aref*. Referensi tegangan untuk input analog. Digunakan dengan *analogReference ()*.
- *Reset*. Lihat juga pemetaan antara pin Arduino dan Atmega 328 *port*. Pemetaan untuk ATmega8, 168 dan 328 adalah identik.

2.3.4 Komunikasi

Arduino Uno memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lain. ATmega328 ini menyediakan UART TTL (5V) komunikasi serial, yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Sebuah Atmega 16U2 pada saluran *board* ini komunikasi serial melalui USB dan muncul sebagai *com port virtual* untuk perangkat lunak pada komputer. *Firmware* Arduino menggunakan USB *driver* standar COM, dan tidak ada *driver* eksternal yang dibutuhkan. Namun, pada *Windows*, file. *Inf* diperlukan. Perangkat lunak Arduino termasuk monitor serial yang memungkinkan data sederhana yang

akan dikirim ke *board* Arduino. RX dan TX LED di *board* akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui *chip* USB-to-serial dan koneksi USB ke komputer. ATmega328 ini juga mendukung komunikasi I2C (TWI) dan SPI. Fungsi ini digunakan untuk melakukan komunikasi *interface* pada sistem.

2.3.5 Bahasa Pemrograman

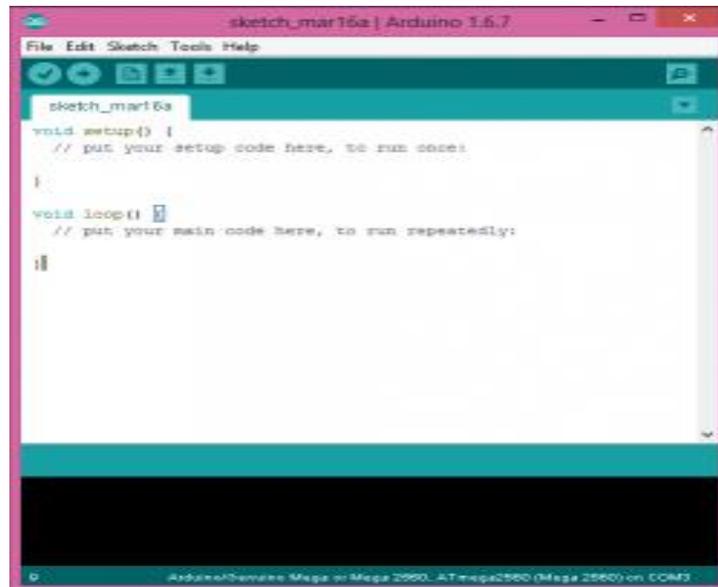
Bahasa pemrograman Arduino IDE merupakan kependekan dari *Integrated Development Environment*, atau secara bahasa mudahnya merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Disebut sebagai lingkungan karena melalui *software* inilah Arduino dilakukan pemrograman untuk melakukan fungsi-fungsi yang dinamakan melalui sintaks pemrograman. Arduino menggunakan bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai bahasa C. Bahasa pemrograman Arduino (*Sketch*) sudah dilakukan perubahan untuk memudahkan pemula dalam melakukan pemrograman dari bahasa aslinya. Sebelum dijual ke pasaran, IC mikrokontroler Arduino telah ditanamkan suatu program bernama *Bootlader* yang berfungsi sebagai penengah antara *compiler* Arduino dengan mikrokontroler.

Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA. Arduino IDE juga dilengkapi dengan *library* C/C++ yang biasa disebut *Wiring* yang membuat operasi *input* dan *output* menjadi lebih mudah. Arduino IDE ini dikembangkan dari *software* *Processing* yang dirombak menjadi Arduino IDE khusus untuk pemrograman dengan Arduino.

Program yang ditulis dengan menggunakan Arduino *Software* (IDE) disebut sebagai *sketch*. *Sketch* ditulis dalam suatu editor teks dan disimpan dalam *file* dengan ekstensi *.ino*. Teks editor pada Arduino *Software* memiliki fitur” seperti *cutting/paste* dan *seraching/replacing* sehingga memudahkan kamu dalam menulis kode program.

Pada *Software* Arduino IDE, terdapat semacam *message box* berwarna hitam yang berfungsi menampilkan status, seperti pesan *error*, *compile*, dan *upload* program. Di bagian bawah paling kanan *Software* Arduino IDE, menunjukkan *board*

yang terkonfigurasi beserta COM *Ports* yang digunakan. Gambar 2.11 dibawah ini merupakan tampilan dari *Software Arduino IDE*.



Gambar 2.11 *Arduino Software (IDE)*

(Deny Setiawan, 2017)



Verify berfungsi untuk melakukan *checking* kode yang kamu buat apakah sudah sesuai dengan kaidah pemrograman yang ada atau belum.



Upload berfungsi untuk melakukan kompilasi program atau kode yang kamu buat menjadi bahasa yang dapat dipahami oleh mesin alias si Arduino.



New berfungsi untuk membuat *Sketch* baru.



Open berfungsi untuk membuka *sketch* yang pernah kamu buat dan membuka kembali untuk dilakukan *editing* atau sekedar *upload* ulang ke Arduino.



Save berfungsi untuk menyimpan *Sketch* yang telah kamu buat.

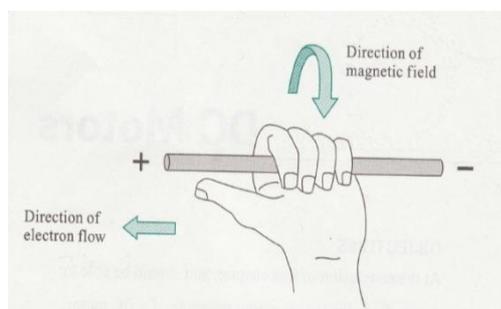


Serial Monitor berfungsi untuk membuka serial monitor. Serial monitor disini merupakan jendela yang menampilkan data apa saja yang dikirimkan atau dipertukarkan antara arduino dengan *sketch* pada *port* serialnya. Serial Monitor ini sangat berguna sekali ketika kamu ingin membuat program atau melakukan *debugging* tanpa menggunakan LCD pada Arduino. Serial monitor ini dapat digunakan untuk menampilkan nilai proses, nilai pembacaan, bahkan pesan *error*.

2.4 Motor DC

Motor DC atau Motor Arus Searah adalah mesin listrik yang mengubah energi listrik arus searah menjadi energi mekanik. Terdapat 2 (dua) prinsip dasar yang melatarbelakangi kerja motor DC.

Pada gambar 2.12 akan dijelaskan mengenai kaidah tangan kiri. Pertama, yaitu adanya aliran arus yang melewati sebuah konduktor atau penghantar. Dimana, akan timbul medan magnet mengelilingi penghantar tersebut. Arah garis gaya magnet (*fluks* magnet) ini sesuai kaidah tangan kiri yang ditunjukkan pada gambar 1. Ibu jari menandakan arah arus elektron yang mengalir dan jari-jari menunjukkan arah dari garis gaya magnet (*fluks*) yang mengelilingi penghantar.



Gambar 2.12 Kaidah Tangan Kiri

(Muhammad Zamroni, 2010)

Yang kedua adalah gaya pada penghantar bergerak dalam medan magnet. Besarnya gaya yang didesakkan untuk menggerakkan berubah sebanding dengan kekuatan medan magnet, besarnya arus yang mengalir pada penghantar, dan panjang penghantar. gaya tersebut sering disebut gaya Lorentz.

Sesuai dengan rumus: $F = B \times I \times l$ (*Newton*)

Dimana:

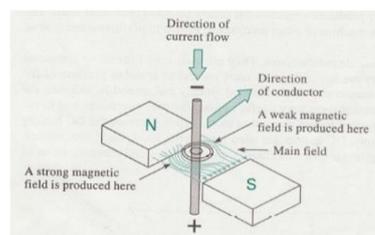
F = Gaya pada kumparan (*Newton*)

B = Kuat medan magnet (*Tesla*)

I = Arus yang mengalir (*Ampere*) l = Panjang kumparan (meter)

Arah dari garis gaya magnet tergantung dari arah arus yang mengalir pada kumparan dan arah dari garis-garis *fluks* magnet antara dua kutub. Sebagaimana diilustrasikan pada gambar 2.13. Medan magnet mengembang diantara dua kutub dari magnet permanen atau induksi elektromagnet. Ketika penghantar berarus ditempatkan diantara dua kutub magnet, maka menghasilkan pembengkokan garis gaya.

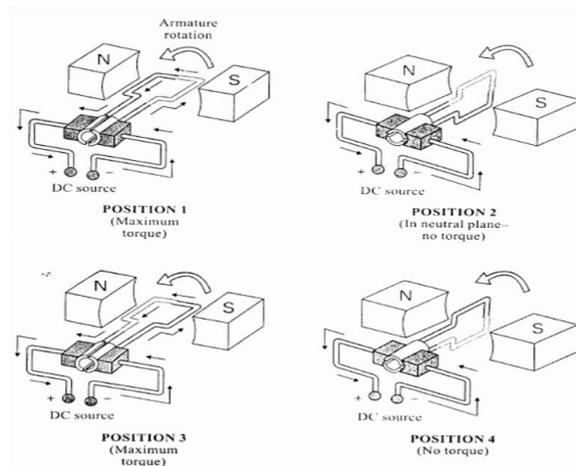
Sehingga, di satu sisi memusatkan kedua medan magnet menimbulkan medan magnet yang kuat dan disisi lain berlawanan menimbulkan medan magnet yang lemah. Garis gaya magnet yang kuat cenderung lurus keluar dan menekan kearah garis gaya magnet yang lemah. Dan menyebabkan penghantar tersebut berputar berlawanan arah jarum jam.



Gambar 2.13 Interaksi Penghantar Berarus Diantara Medan Magnet
(Muhammad Zamroni, 2010)

2.4.1 Prinsip Kerja Motor Dc

Arus mengalir melalui kumparan jangkar dari sumber tegangan dc, menyebabkan jangkar beraksi sebagai magnet. Gambar 2.14 menjelaskan prinsip kerja motor dc magnet permanen.



Gambar 2.14 Prinsip Kerja Motor DC

(Muhammad Zamroni, 2010)

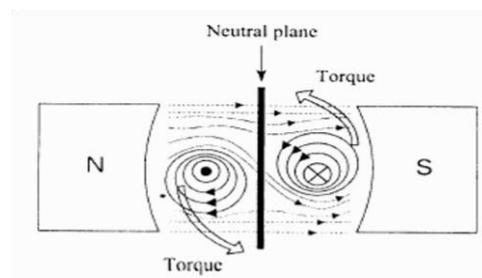
1. Pada posisi 1 arus electron mengalir dari sikat negatif menuju ke sikat positif. Akan timbul torsi yang menyebabkan jangkar berputar berlawanan arah jarum jam.
2. Ketika jangkar pada posisi 2, sikat terhubung dengan kedua segmen komutator. Aliran arus pada jangkar terputus sehingga tidak ada torsi yang dihasilkan . Tetapi, kelembaman menyebabkan jangkar tetap berputar melewati titik netral.
3. Pada posisi 3, letak sisi jangkar berkebalikan dari letak sisi jangkar pada posisi 1. Segmen komutator membalik arah arus elektron yang mengalir pada kumparan jangkar.Oleh karena itu arah arus yang mengalir pada kumparan jangkar sama dengan posisi 1.Torsi akan timbul yang menyebabkan jangkar tetap berputar berlawanan arah jarum jam.

4. Jangkar berada pada titik netral. Karena adanya kelembaman pada poros jangkar, maka jangkar berputar terus-menerus.

2.4.2 Putaran Motor DC

Pada gambar 2.15 dijelaskan mengenai arah perputaran dari motor DC. Motor DC magnet permanen dapat berputar apabila ada arus yang mengalir pada kumparan jangkar sehingga menimbulkan *fluks* jangkar. *Fluks* jangkar tersebut berinteraksi dengan *fluks* magnet utama yang menghasilkan gaya untuk memutar jangkar (torsi). Arah dari putaran jangkar tersebut tergantung dari arah arus elektron yang mengalir pada kumparan jangkar.

Poros motor dc dapat berputar searah jarum jam dan berlawanan arah jarum jam. Untuk menentukan arah putaran motor diperlihatkan pada gambar 4 tanda (x) menunjukkan arah arus elektron yang menjauhi kita dan tanda (•) menunjukkan arah arus elektron yang mendekati kita. Tanda panah besar menunjukkan arah putaran jangkar yang berlawanan arah jarum jam. Ketika posisi jangkar berada tegak lurus dengan fluks magnet utama, tidak ada reaksi medan magnet antara fluks jangkar dengan fluks magnet utama. Karena momen inersia, putaran jangkar terus berlanjut.



Gambar 2.15 Proses Interaksi Jangkar Untuk Putar Berlawanan Arah Jarum Jam (Muhammad Zamroni, 2010)

Sedangkan untuk putaran motor dc searah jarum jam, arah arus elektron dibalik dengan cara mengubah polaritas sumber tegangan atau mengubah kutub pada ujung kumparan jangkar.

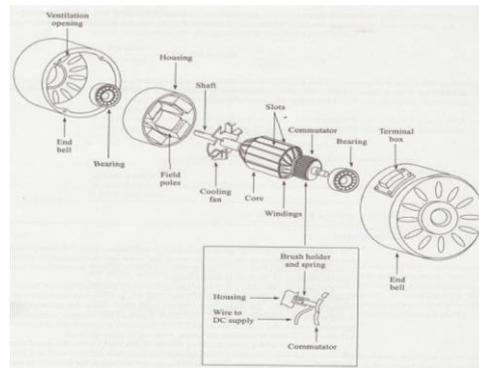
2.4.3 Konstruksi Motor DC

Konstruksi motor DC adalah sebagai berikut:

1. Lubang ventilasi
Untuk sirkulasi udara dalam motor.
2. Bodi, terdiri dari 2 bagian, yaitu:
 - a. Rumah magnet utama (*Housing*).
 - b. Bodi akhir (*End Bell*), untuk melindungi bagian stator dan rotor pada motor.
3. Bantalan (Bearing)
Bantalan berfungsi agar jangkar berputar dengan baik.
4. Kutub magnet utama (*Field Poles*)
Untuk menghasilkan fluks magnet utama pada motor. Apabila terdapat kumparan penguat medan, letaknya berada diantara kutub-kutub magnet utama.
5. Poros
Merupakan bagian dari rotor yang berfungsi meletakkan jangkar agar dapat berputar.
6. Kipas Rotor (*Cooling fan*)
Kipas ikut berputar ketika poros jangkar berputar. Sehingga, menjaga suhu kumparan jangkar agar tetap stabil ketika beroperasi.
7. Jangkar (*Armature*), terdiri dari 3 bagian, yaitu:
 - a. Inti Jangkar
Berfungsi untuk mencegah perputaran arus pusar (*Eddy Current*).
 - b. Belitan jangkar
Berfungsi untuk membangkitkan fluksi jangkar yang bersama-sama dengan fluksi magnet utama berinteraksi menimbulkan putaran.
 - c. Alur jangkar. Berfungsi sebagai tempat belitan jangkar yang ujung-ujungnya dihubungkan ke komutator.
8. Komutator.
Komutator merupakan suatu penyearah mekanik yang membuat arus dari sumber mengalir pada arah yang tetap walaupun belitan medan berputar.

9. Sikat arang(*Brush*)

Berfungsi sebagai terminal penghubung antara sumber tegangan dengan komutator. Pada gambar 2.16 berikut merupakan ilustrasinya.



Gambar 2.16 Konstruksi Motor DC

(Muhammad Zamroni, 2010)

2.4.4 Motor Servo SG90

Motor Servo SG90 merupakan suatu jenis motor yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik *loop* tertutup (*servo*), sehingga dapat di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros *output* motor. Adapun isi dari motor servo yaitu, motor DC, serangkaian *gear*, rangkaian kontrol dan potensiometer (lihat gambar 2.17). Motor Servo dapat memutar sekitar 180 derajat (90 di setiap arah).

Spesifikasi:

- a. Berat: 9 g
- b. Dimensi: 22.2 x 11.8 x 31 mm sekitar.
- c. Torsi *stall*: 1,8 kgf · cm
- d. Kecepatan pengoperasian: 0,1 s / 60 derajat
- e. Tegangan pengoperasian: 4,8 V (~ 5V)
- f. Lebar pita mati: 10 μ s
- g. Kisaran suhu: 0 °C - 55 °C

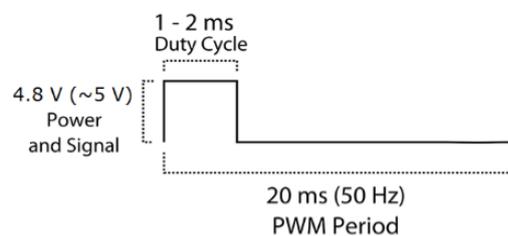


Gambar 2.17 Motor Servo

(*Datasheet* Motor Servo SG90)

2.4.4.1 Prinsip Kerja Motor Servo

Sudut dari motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa (lihat gambar 2.18) yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor. Pada motor servo standar 180° semakin lebar pulsa *off* maka akan semakin besar gerakan sumbu kearah jarum jam dan semakin kecil pulsa *off* maka akan semakin besar gerakan sumbu berlawanan dengan arah jarum jam sehingga semakin besar pulsa yang masuk melalui kaki pin motor servo maka semakin besar sudut yang dihasilkan. Sebagai contoh, dengan pulsa 50 μ s pada periode *delay* selebar 20ms maka sudut dari motor servo akan berada pada posisi netral atau 90° sedangkan pada saat pulsa \leq 20 μ s pada periode *delay* selebar 20ms maka sudut dari motor servo akan berada pada posisi 0° dan untuk pulsa 100 μ s pada periode *delay* sebesar 20ms maka sudut dari motor servo akan berada pada posisi 180°.



Gambar 2.18 Lebar Pulsa Pada Motor Servo

(*Datasheet* Motor Servo SG90)

Pada gambar diatas menyatakan bahwa perputaran motor servo pada posisi "0" (1,5 ms pulsa) berada di tengah, "90" (~ 2 ms pulsa) bergerak ke kanan, "-90" (~ 1 ms pulsa) bergerak ke sebelah kiri.

2.5 *Relay*

Relay merupakan bentuk hambatan terdiri atas titik-titik kontak bawah dengan gulungan *spool*-nya tidak bergerak dan titik kontak bagian atas yang bergerak. Prinsip kerja hambatan adalah menghubungkan titik-titik kontak bagian bawah dengan titik bagian atas yaitu terletak gulungan *spool* dialiri arus listrik yang timbul elektromagnet.

Secara sederhana *relay* elektromekanis ini didefinisikan sebagai berikut:

1. Alat yang menggunakan gaya elektromagnetik untuk menutup (atau membuka) kontak saklar.
2. Saklar yang digerakkan (secara mekanis) oleh daya/energi listrik.

Pada gambar 2.19 dibawah ini adalah gambar dari *Relay* yang sering ditemukan di rangkaian elektronika.



Gambar 2.19 *Relay*

(Handy Wicaksono, 1996)

Bagian titik kontak dibagi menjadi 2 bagian yaitu bagian kontak utama dan kontak bantu yaitu: Bagian kontak utama gunanya untuk menghubungkan dan memutuskan arus listrik bagian yang menuju beban/pemakai. Bagian kontak bantu gunanya untuk menghubungkan dan memutuskan arus listrik ke bagian yang menuju bagian pengendali. Kontak Bantu mempunyai 2 kontak yaitu kontak hubung (NC) dan kontak putus (NO) menandakan masing-masing kontak dan

gulungan *spool*. Secara umum, *relay* digunakan untuk memenuhi fungsi–fungsi berikut :

1. *Remote control*: dapat menyalakan atau mematikan alat dari jarak jauh.
2. Penguatan daya: menguatkan arus atau tegangan.
3. Pengatur logika kontrol suatu sistem. Susunan kontak pada *relay* adalah:
 - a. *Normally Open*: *Relay* akan menutup bila dialiri arus listrik.
 - b. *Normally Close*: *Relay* akan membuka bila dialiri arus listrik.
4. *Changeover*: *Relay* ini memiliki kontak tengah yang akan melepaskan diri dan membuat kontak lainnya berhubungan.

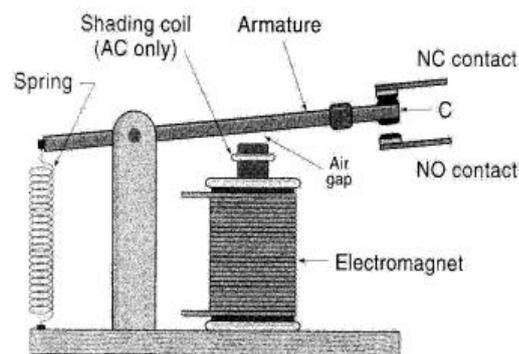
Pada dasarnya, *Relay* terdiri dari 4 komponen dasar yaitu :

1. *Electromagnet (Coil)*
2. *Armature*
3. *Switch Contact Point (Saklar)*
4. *Spring*

Seperti saklar, *relay* juga dibedakan berdasar *pole* dan *throw* yang dimilikinya.

1. *Pole* : banyaknya *contact* yang dimiliki oleh *relay*
2. *Throw* : banyaknya kondisi (*state*) yang mungkin dimiliki *contact*.

Adapun bagian-bagian *Relay* dapat dilihat pada gambar 2.20 dibawah ini :



Gambar 2.20 Struktur Sederhana *Relay*
(Handy Wicaksono, 1996)

Kontak *normally open* akan membuka ketika tidak ada arus mengalir pada kumparan, tetapi tertutup secepatnya setelah kumparan menghantarkan arus atau

diberi tenaga. Kontak *normally close* akan tertutup apabila kumparan tidak diberi tenaga dan membuka ketika kumparan diberi daya. Masing-masing kontak biasanya digambarkan sebagai kontak yang tampak dengan kumparan tidak diberi tenaga atau daya.

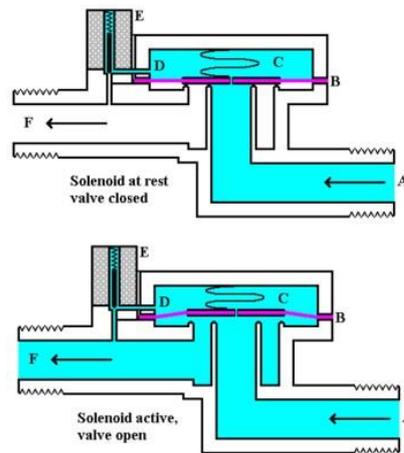
Relay terdiri dari 2 terminal *trigger*, 1 terminal *input* dan 1 terminal *output*.

1. Terminal *trigger*: yaitu terminal yang akan mengaktifkan *relay*, seperti alat elektronik lainnya *relay* akan aktif apabila di aliri arus + dan arus -. Pada contoh *relay* yang kita gunakan terminal *trigger* ini adalah 85 dan 86.
2. Terminal *input*: yaitu terminal tempat kita memberikan masukan, pada contoh adalah terminal 30.
3. Terminal *output*: yaitu tempat keluarnya *output* pada contoh adalah terminal 87.

2.6 Solenoid Valve

Solenoid valve (gambar 2.21) pada perancangan ini berfungsi sebagai buka-tutupnya air. Alat ini akan dikontrol oleh mikrokontroler melalui relai kapan harus *on* dan kapan harus *off*. Sebenarnya *solenoid valve* mempunyai beberapa macam jenis dan beraneka ragam bentuknya di pasaran. Pemasangan *solenoid valve* ini sangat mudah dan menggunakan daya listrik yang sangat kecil. Kran *solenoid* adalah kombinasi dari dua dasar unit fungsional:

1. *Solenoid* (elektromagnet) terdiri atas koil yang berfungsi sebagai kumparan.
2. *Valve* merupakan katup dimana saat solenoid teraliri listrik katup tersebut akan membuka dan menutup dengan sendirinya.



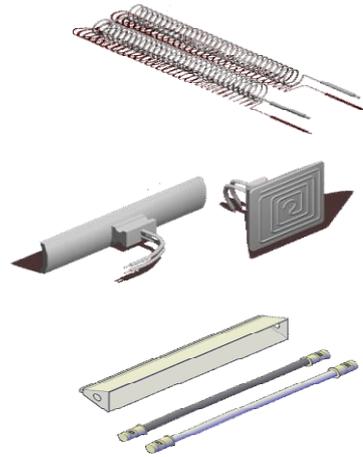
Gambar 2.21 *Solenoid Valve*

(Frendy Yudha Atmaja, 2010)

Katup berfungsi untuk menahan atau melewatkan aliran air. Aliran air dapat mengalir melalui pipa, tergantung pada apakah *solenoid* diberi listrik atau tidak. Apabila kumparan diberi aliran listrik, maka katup akan ditarik ke dalam kumparan *solenoid* untuk membuka kran. Pegas atau *coil* akan kembali ke posisi semula yaitu tertutup apabila tidak ada aliran listrik. Kran *solenoid* dapat mengontrol *hidrolis* (cairan minyak), *Pneumatis* (udara) atau aliran air. *Solenoid* ini menggunakan sebuah alat penyaring untuk mencegah pasir halus atau kotoran masuk pada lubang kran sehingga menjadikan air menjadi jernih. Kran harus dipasang dengan arah atau posisi aliran listrik sesuai dengan anak panah yang terdapat pada sisi *body* kran, atau tanda “Positif” dan “Negatif”.

2.7 Elemen Pemanas

Elemen pemanas listrik yaitu elemen pemanas dimana *Resistance Wire* hanya dilapisi oleh isolator listrik (lihat gambar 2.22), macam-macam elemen pemanas bentuk ini adalah : *Ceramik Heater*, *Infra Red Heater*, *Silica* dan *Quartz Heater*, *Bank Channel heater*, *Black Body Keramik Heater*.



Gambar 2.22 Elemen Pemanas

(Frendy, 2010)

Adapun pada gambar 2.23 merupakan elemen pemanas listrik bentuk lanjut merupakan elemen pemanas dari bentuk dasar yang dilapisi oleh pipa atau lembaran plat logam untuk maksud sebagai penyesuaian terhadap penggunaan dari elemen pemanas tersebut. Bahan logam yang biasa digunakan adalah : *mild stell*, *stainless stell*, tembaga dan kuningan. *Heater* yang termasuk dalam jenis ini adalah :

- *Tubular heater*
- *Catridge heater*
- *Band, nozzle dan stripe heater*



Gambar 2.23 Elemen Pemanas Listrik Bentuk Lanjut

(Frendy, 2010)

Elemen ini dibuat dengan cara menggulung kawat nikelin menyerupai bentuk spiral dan dimasukkan dalam selongsong/pipa sebagai alat pembantu untuk menggulung kawat nikelin. Setelah kawat selesai di gulung kemudian kawat di pasang pada tungku tahan panas, kemudian dialiri arus listrik pada kedua ujungnya dan dilapisi oleh isolator listrik yang mampu meneruskan panas dengan baik hingga aman jika digunakan.

2.8 Pompa

Pompa merupakan alat yang digunakan untuk memindahkan suatu cairan dari suatu tempat ke tempat lain dengan cara menaikkan tekanan cairan tersebut. Kenaikan tekanan cairan tersebut digunakan untuk mengatasi hambatan-hambatan pengaliran. Hambatan-hambatan pengaliran itu dapat berupa perbedaan tekanan, perbedaan ketinggian atau hambatan gesek.

Klasifikasi pompa secara umum dapat diklasifikasikan menjadi 2 bagian yaitu pompa kerja positif (*positive displacement pump*) dan pompa kerja dinamis (*non positive displacement pump*).

1. Pompa pemindah positif (*positive displacement pump*)

Pompa jenis ini merupakan pompa dengan ruangan kerja yang secara periodik berubah dari besar ke kecil atau sebaliknya, selama pompa bekerja. Energi yang diberikan kepada cairan ialah energi potensial, sehingga cairan berpindah volume per volume.

2. Pompa kerja dinamis (*non positive displacement pump*)

Pompa jenis ini adalah suatu pompa dengan volume ruang yang tidak berubah pada saat pompa bekerja. Energi yang diberikan pada cairan adalah energi kecepatan, sehingga cairan berpindah karena adanya perubahan energi kecepatan yang kemudian dirubah menjadi energi dinamis di dalam rumah pompa itu sendiri (lihat gambar 2.24).



Gambar 2.24 Pompa Dinamis
(Jaknot, 2019)