

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Power Supply

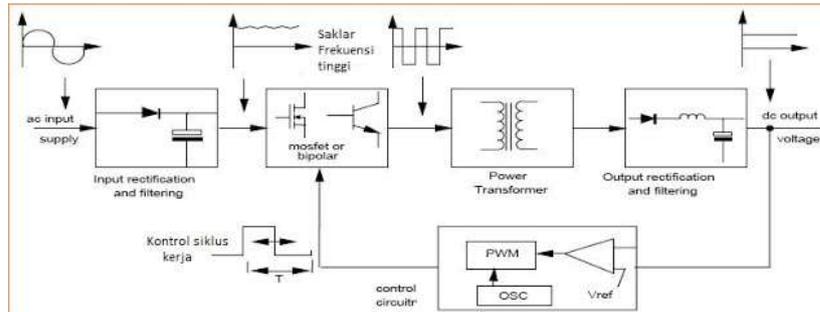
Power supply adalah sebuah peranti elektronika yang berguna sebagai sumber daya untuk peralatan lain, terutama daya listrik. Pada dasarnya pencatu daya bukanlah sebuah alat yang menghasilkan energi listrik saja, tetapi ada beberapa pencatu daya yang menghasilkan energi mekanik, dan energi yang lain. Adapun power supply yang digunakan pada penelitian ialah jenis switch mode power supply.



Gambar 2.1 Switch Mode Power Supply

Sumber : id.rsdeliver.com

Switch Mode Power Supply (SMPS) adalah jenis power supply yang langsung menyearahkan (Rectify) dan menyaring tegangan input AC untuk mendapatkan tegangan DC. Tegangan DC tersebut kemudian di Swich ON dan OFF pada frekuensi tinggi dengan sirkuit frekuensi tinggi sehingga menghasilkan arus AC yang dapat melewati transformator frekuensi tinggi. Keuntungan utama dari metode ini adalah efisiensi yang lebih besar karena switching transistor daya sedikit berkurang ketika berada di luar daerah aktif yaitu, ketika transistor berfungsi seperti tombol dan juga memiliki diabaikan jatuh tegangan atau arus yang dapat diabaikan melaluinya. Keuntungan lain termasuk ukuran yang lebih kecil dan bobot yang lebih ringan dari pengurangan transformator frekuensi rendah yang memiliki berat yang tinggi dan panas yang dihasilkan lebih rendah karena efisiensi yang lebih tinggi. Kerugian meliputi kompleksitas yang lebih besar, generasi amplitudo tinggi, energi frekuensi tinggi yang low-pass filter harus blok untuk menghindari gangguan elektromagnetik (EMI).



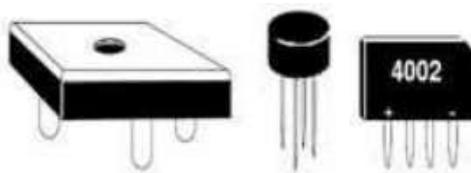
Gambar 2.2 Block Diagram Regulated Power Supply

Sumber: <https://www.google.com/url?sa=i&url=https://jenis-jenis-power-supply>

Adapun bagian-bagian dasar pada switch mode power supply:

2.1.1 Bagian Penyearah

Bagian penyearah pada SMPS berperan menyearahkan tegangan masukan dari listrik ac 220v disearahkan menjadi tegangan dc menggunakan diode bridge 5-8 Ampere dan 3 buah elco filter besar, yaitu sebuah elco dengan besaran berkisar 450V/220uF dan 480V/680uF.



Gambar 2.3 Dioda Bridge

Sumber: <http://jurnal.ar-raniry.ac.id/index.php/circuit/article>

2.1.2 Bagian Pencacah

Bagian pencacah atau power-switching. Tegangan masukan dc dicacah dengan menggunakan “power switch on-off” sehingga menghasilkan tegangan pulsa-pulsa dc dengan frekwensi tinggi.



Gambar 2.4 Mosfet IRFP460

Sumber: <http://jurnal.ar-raniry.ac.id/index.php/circuit/article>

2.1.3 SMPS Controller Driver

SMPS Controller driver yaitu bagian pembangkit pulsa PWM (Pulse Wave Modulation)



Gambar 2.5 IC TL494CJ

Sumber: <http://jurnal.ar-raniry.ac.id/index.php/circuit/article>

2.1.4 Trafo Switching

Banyak jenis model trafo switchig yang digunakan pada Switch Mode Power Supply (SMPS) diantaranya yaitu: E25 dengan ratio 15 : 15, dan lain sebagainya.



Gambar 2.6 Trafo Switching yang digunakan pada SMPS

Sumber: <http://jurnal.ar-raniry.ac.id/index.php/circuit/article/download/2079/1543>

2.1.5 Penyearahan dan Filtering

Pada bagian ini tegangan yang dikeluarkan dari trafo ke sisi skunder masih berupa pulsa – pulsa frekwensi tinggi, sehingga perlu dirubah menjadi tegangan Direct Current (DC) menggunakan dioda penyearah dan filter elco.

2.1.6 Loop Umpan Balik

Loop Umpan balik adalah bagian circuit umpan balik dari tegangan B+ ke bagian primer Trafo.

2.1.7 Rangkaian Komparator (Pembanding)

Sebuah sirkuit komparator pada bagian skunder Switch Mode Power Supply (SMPS) berfungsi untuk mendeteksi jika terjadi perubahan tegangan keluaran B+. Komparator bekerja dengan cara membandingkan tegangan keluaran B+ dengan sebuah tegangan “referensi” (biasanya berupa tegangan diode zener 6,8V). Kopling menggunakan photocoupler bertujuan untuk mengisolasi ground bagian primer yang menyetrum jika dipegang (HOT chasis) dengan ground bagian sekunder (COLD chasis).

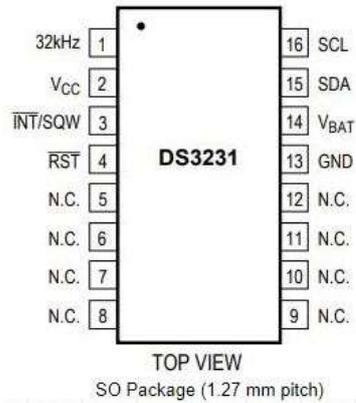
2.2 Real Time Clock DS3231

RTC (Real Time Clock) DS3231 RTC merupakan alat yang digunakan untuk mengakses data waktu dan kalender. RTC yang digunakan adalah DS3231 yang merupakan pengganti dari serial RTC tipe DS1307 dan DS1302. RTC mampu mengakses informasi data waktu mulai dari detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan dan tahun. Akhir tanggal pada setiap bulan akan disesuaikan secara otomatis dengan kurang dari 31 hari dan juga mampu mengoreksi tahun kabisat. Pada DS3231 Operasi jam bisa diformat dalam 24 jam atau 12 jam (AM/ PM). Untuk tatap muka dengan suatu mikroprosesor dapat disederhanakan dengan menggunakan sinkronisasi komunikasi serial I2C dengan kecepatan clock 400Khz. Hanya membutuhkan 2 saluran untuk komunikasi dengan clock/RAM: SCL (serial clock), SDA (Serial I/O data), dan juga dilengkapi dengan keluaran SQW/Out yang dapat diprogram 15 untuk mengetahui perubahan data waktu pada RTC dan pin RST. DS3231 didesain untuk beroperasi pada power yang sangat rendah dan mempertahankan data dan informasi waktu ≤ 1 microwatt. Adapun karakteristik dari RTC tipe DS3231 yaitu:

1. RTC menghitung detik, menit, jam, tanggal, bulan, hari setiap minggu dan tahun dengan benar sampai tahun 2100
2. Serial I2C untuk pin minimum proses komunikasi RTC
3. 2.0-5.5 Volt full operation
4. Mempunyai kemasan 16 pin SOICs
5. 3 simple wire interface (I2C dan SQW/Out)
6. Square wave output yang dapat diprogram

7. Mempunyai sensor temperatur dengan akurasi $\pm 3^\circ$ Celcius.

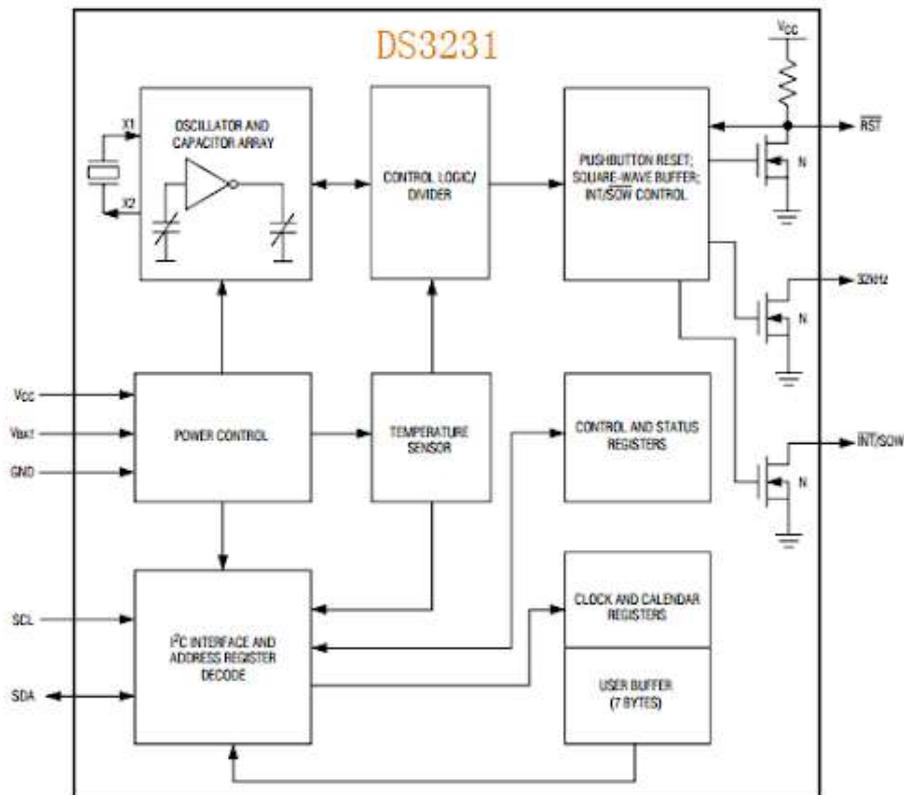
Adapun konfigurasi pin dari RTC DS3231 ditunjukkan sebagaimana gambar :



Gambar 2.7 : Bagian-bagian RTC DS3132

Sumber : os.mbed.com

Berikut diagram blok dari RTC DS3231 yang terdapat pada gambar



Gambar 2.8 Blok Diagramm RTC DS3231

Sumber : wiki.sunfounder.com

2.3 Arduino

Arduino adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat open-source, diturunkan dari *Wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan dalam berbagai bidang terutama bidang elektronik. *Hardware*nya memiliki prosesor Atmel AVR dan *software*nya memiliki bahasa pemrograman sendiri. Maksud dari pengendali mikro *single-board* adalah perangkat khusus berupa modul elektronik yang bentuk dan komponennya sudah jadi dan siap digunakan. Maksud dari open-source yaitu perangkat yang bebas dikembangkan oleh siapa saja dan dibuat oleh siapa saja. Namun, tetap ada standar dari pembuatnya. Maksud dari *Wiring platform* adalah platform elektronik *open source* yang terdiri dari tiga komponen yaitu bahasa pemrograman, software IDE (*integrated development environment*), dan sebuah perangkat mikrokontroler. Jadi dari penjelasan diatas Arduino memiliki 3 komponen khusus yaitu Alatnya khusus, Bahasa pemrograman khusus, dan *Software* untuk memprogram juga khusus.

Arduino menggunakan keluarga mikrokontroler ATmega yang dirilis oleh Atmel sebagai basis, namun ada individu atau perusahaan yang membuat Arduino dengan menggunakan mikrokontroler lain dan tetap kompatibel dengan arduino pada level *hardware*. Untuk fleksibilitas, program dimasukkan melalui *bootloader* meskipun ada opsi untuk *bypass bootloader* dan menggunakan downloader untuk memprogram mikrokontroler secara langsung melalui port ISP.

Bahasa pemrograman yang digunakan Arduino menggunakan bahasa C. Untuk orang yang pernah menggunakan bahasa pemrograman C, C++, Java, PHP, Javascript, maka mungkin akan sedikit familiar. Akan tetapi, bahasa pemrograman Arduino memiliki fungsi-fungsi khusus yang hanya ada di Arduino seperti `pinMode()`, `digitalWrite()`, dan lain-lain.

Ada beberapa jenis Arduino yang sudah umum digunakan, anatar lain Arduino UNO , Arduino MEGA, Arduino NANO, Arduino DUE, Arduino LEONARDO, Arduino FIO, Arduino LILYPAD, Arduino MINI, Arduino MIKRO dan yang lainnya. Berikut ini dijelaskan mengenai Arduino UNO:

2.3.1. Arduino UNO

Arduino Uno adalah *board* mikrokontroler berbasis ATmega328 (datasheet). Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP *header*, dan tombol *reset*. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik tegangan AC ke adaptor DC atau baterai untuk menjalankannya. Pada gambar 2.13 Merupakan bentuk fisik dari arduino uno



Gambar 2.9 Arduino uno

Sumber : <https://illearning.me/sample-page-162/arduino/pengertian-arduino-uno/>

Arduino Uno berbeda dengan semua board sebelumnya dalam hal koneksi USB-to-serial yaitu menggunakan fitur Atmega8U2 yang diprogram sebagai konverter USB-to-serial, berbeda dengan board sebelumnya yang menggunakan chip FTDI driver USB-to-serial. Spesifikasi arduino dapat dilihat pada tabel 2.1 dibawah ini :

Tabel 2. 1 Penjelasan Spesifikasi arduino

Mikrokontroler	ATmega 328
Tegangan Pengoperasian	5 V
Tegangan Input yang disarankan	7 – 12 V
Batas Tegangan Input	6 – 20 V
Jumlah pin I/O digital	14 pin digital (6 diantaranya menyediakan keluaran PWM)
Jumlah pin input Analog	6 pin
Arus DC tiap pin I/O	40mA
Arus DC untuk pin 3,3 V	50mA
<i>Memori Flash</i>	32 KB (ATmega 328) sekitar 0,5 KB digunakan oleh bootloader
SRAM	2 KB (ATmega 328)
EPROM	1 KB (ATmega 328)
<i>Clock Speed</i>	16 MHz

2.3.2 Power

Arduino dapat diberikan power melalui koneksi USB atau power supply. Powernya diaktifkan 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 :

1. Pin

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

2. 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.

3. 3V3 Suplai

3.3 Volt didapat oleh FTDI chip yang ada di board. Arus maximumnya adalah 50 mA

4. Pin Ground berfungsi sebagai jalur ground pada arduino

2.3.3. Memori

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

2.3.4. Input & Output

Setiap 14 pin digital pada arduino dapat digunakan sebagai input atau output, menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()`, dan `digitalRead()`. Input/output dioperasikan pada 5 volt. Setiap pin dapat menghasilkan atau menerima maximum 40 mA dan memiliki internal pull-up resistor (disconnected oleh default) 20-50K Ohm. Beberapa pin memiliki fungsi sebagai berikut :

1. Serial : 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirim (TX) TTL data serial. Pin ini terhubung pada pin yang koresponding dari USB ke TTL chip serial.
2. Interrupt eksternal : 2 dan 3. Pin ini dapat dikonfigurasi untuk trigger sebuah interap pada low value, rising atau falling edge, atau perubahan nilai.
3. PWM : 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Mendukung 8-bit output PWM dengan fungsi `analogWrite()`.
4. 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.
5. LED : 13. Ini adalah dibuat untuk koneksi LED ke digital pin 13. Ketika pin bernilai HIGH, LED hidup, ketika pin LOW, LED mati.

2.3.5. Komunikasi

Uno Arduino 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). Firmware Arduino menggunakan USB driver standar COM, dan tidak ada driver eksternal yang dibutuhkan. Namun, pada Windows, file. Ini 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.

2.3.6. Software Arduino

Arduino Uno dapat diprogram dengan perangkat lunak Arduino . Pada ATmega328 di Arduino terdapat bootloader yang memungkinkan Anda untuk meng-upload kode baru untuk itu tanpa menggunakan programmer hardware eksternal. IDE Arduino adalah software yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan Java. IDE Arduino terdiri dari:

1. Editor program, sebuah window yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa Processing.
2. Compiler, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa Processing) menjadi kode biner. Bagaimanapun sebuah mikrokontroler tidak akan bisa memahami bahasa Processing. Yang bisa dipahami oleh mikrokontroler adalah kode biner. Itulah sebabnya compiler diperlukan dalam hal ini.
3. Uploader, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memory didalam papan Arduino. Sebuah kode program Arduino umumnya disebut dengan istilah sketch. Kata “sketch” digunakan secara bergantian dengan “kode program” dimana keduanya memiliki arti yang sama.

2.3.7. Bahasa Pemrograman Arduino Berbasis Bahasa C

Seperti yang telah dijelaskan diatas program Arduino sendiri menggunakan bahasa C. walaupun banyak sekali terdapat bahasa pemrograman tingkat tinggi (high level language) seperti pascal, basic, cobol, dan lainnya. Walaupun

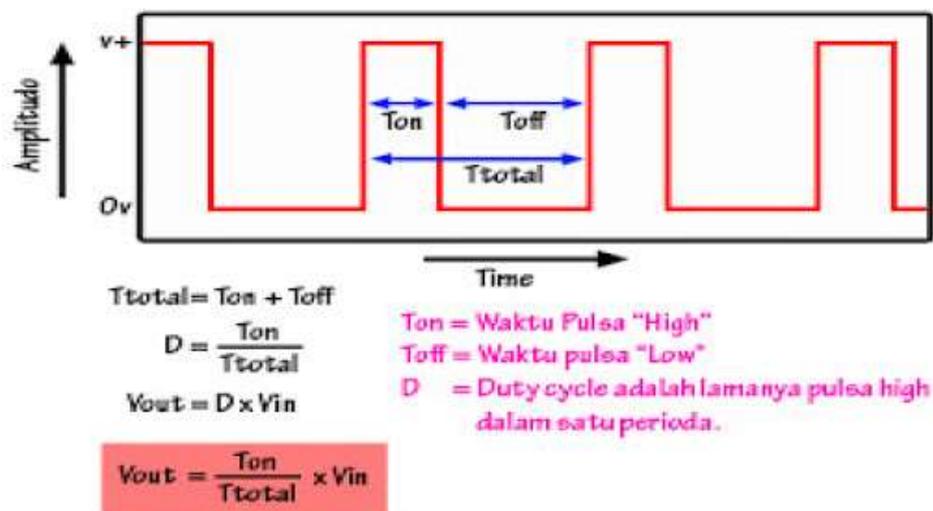
demikian, sebagian besar dari paraprogramer profesional masih tetap memilih bahasa C sebagai bahasa yang lebih unggul, berikut alasan-alasannya:

1. Bahasa C merupakan bahasa yang powerful dan fleksibel yang telah terbukti dapat menyelesaikan program-program besar seperti pembuatan sistem operasi, pengolah gambar (seperti pembuatan game) dan juga pembuatan kompilator bahasa pemrograman baru.
2. Bahasa C merupakan bahasa yang portabel sehingga dapat dijalankan di beberapa sistem operasi yang berbeda. Sebagai contoh program yang ditulis dalam sistem operasi windows dapat kita kompilasi di dalam sistem operasi linux dengan sedikit ataupun tanpa perubahan sama sekali.
3. Bahasa C merupakan bahasa yang sangat populer dan banyak digunakan oleh programmer berpengalaman sehingga kemungkinan besar library pemrograman telah banyak disediakan oleh pihak luar/lain dan dapat diperoleh dengan mudah.
4. Bahasa C merupakan bahasa yang bersifat modular, yaitu tersusun atas rutin-rutin tertentu yang dinamakan dengan fungsi (function) dan fungsifungsi tersebut dapat digunakan kembali untuk pembuatan program-program lainnya tanpa harus menulis ulang implementasinya.
5. Bahasa C merupakan bahasa tingkat menengah (middle level language) sehingga mudah untuk melakukan interface (pembuatan program antarmuka) ke perangkat keras.
6. Struktur penulisan program dalam bahasa C harus memiliki fungsi utama, yang bernama main(). Fungsi inilah yang akan dipanggil pertama kali pada saat proses eksekusi program. Artinya apabila kita mempunyai fungsi lain selain fungsi utama, maka fungsi lain tersebut baru akan dipanggil pada saat digunakan.

2.4 Pulse Width Module

Pulse Width Modulation (PWM) secara umum adalah sebuah cara memanipulasi lebar sinyal yang dinyatakan dengan pulsa dalam suatu periode, untuk mendapatkan tegangan rata-rata yang berbeda. Beberapa contoh aplikasi

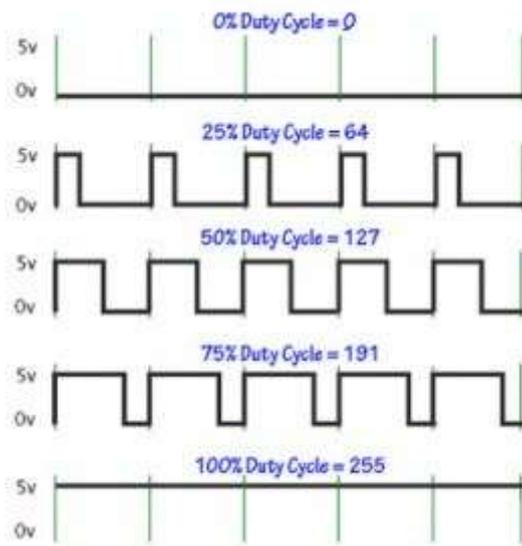
PWM adalah pemodulasian data untuk telekomunikasi, pengontrolan daya atau tegangan yang masuk ke beban, regulator tegangan, audio effect dan penguatan, serta aplikasi-aplikasi lainnya. Aplikasi PWM berbasis mikrokontroler biasanya berupa pengendalian kecepatan motor DC, pengendalian motor servo, pengaturan nyala terang LED dan lain sebagainya. Sinyal PWM pada umumnya memiliki amplitudo dan frekuensi dasar yang tetap, namun memiliki lebar pulsa yang bervariasi. Lebar Pulsa PWM berbanding lurus dengan amplitudo sinyal asli yang belum termodulasi. Artinya, Sinyal PWM memiliki frekuensi gelombang yang tetap namun duty cycle bervariasi (antara 0% hingga 100%).



Gambar.2.10 sinyal PWM dan Perhitungannya

Sumber : kl801.ilearning.me

Sinyal PWM dan rumus perhitungannya merupakan salah satu teknik untuk mendapatkan signal analog dari sebuah piranti digital. Sebenarnya Sinyal PWM dapat dibangkitkan dengan banyak cara, dapat menggunakan metode analog dengan menggunakan rangkaian op-amp atau dengan menggunakan metode digital. Dengan metode analog setiap perubahan PWM-nya sangat halus, sedangkan menggunakan metode digital setiap perubahan PWM dipengaruhi oleh resolusi dari PWM itu sendiri. Resolusi adalah jumlah variasi perubahan nilai dalam PWM tersebut. Misalkan suatu PWM memiliki resolusi 8 bit berarti PWM ini memiliki variasi perubahan nilai sebanyak $2^8 = 256$ variasi mulai dari 0 – 255 perubahan nilai yang mewakili duty cycle 0 – 100% dari keluaran PWM tersebut.



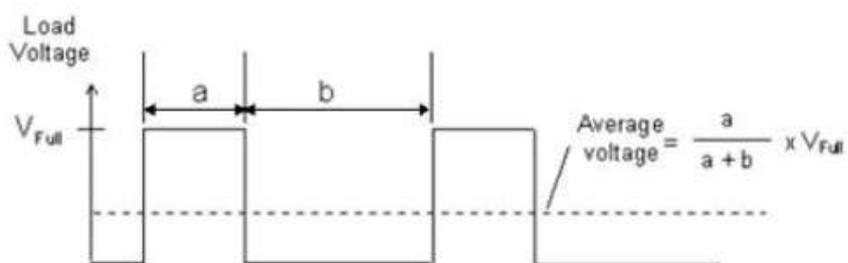
Gambar 2.11 Pulsa PWM

Sumber : globalenergizer.com

Pulsa PWM Dengan cara mengatur lebar pulsa “on” dan “off” dalam satu perioda gelombang melalui pemberian besar sinyal referensi output dari suatu PWM akan didapat duty cycle yang diinginkan. Duty cycle dari PWM dapat dinyatakan sebagai:

$$\text{DutyCycle} = \frac{t_{\text{ON}}}{(t_{\text{ON}} + t_{\text{OFF}})} \times 100\%$$

Duty cycle 100% berarti sinyal tegangan pengatur motor dilewatkan seluruhnya. Jika tegangan catu 100V, maka motor akan mendapat tegangan 100V. pada duty cycle 50%, tegangan pada motor hanya akan diberikan 50% dari total tegangan yang ada, begitu seterusnya. Untuk melakukan perhitungan pengontrolan tegangan output motor dengan metode PWM cukup sederhana sebagaimana dapat dilihat pada ilustrasi Gambar 2. di bawah ini.



Gambar 2.12. Pengontrolan tegangan Pulsa

Sumber : energizer.wordpress.com

Pengontrolan tegangan Pulsa PWM Dengan menghitung duty cycle yang diberikan, akan didapat tegangan output yang dihasilkan. Sesuai dengan rumus yang telah dijelaskan pada gambar.

$$V_{rata-rata} = (a/a+b) \times V_{total}$$

Tegangan rata-rata merupakan tegangan output pada motor yang dikontrol oleh sinyal PWM. a adalah nilai duty cycle saat kondisi sinyal “on”. b adalah nilai duty cycle saat kondisi sinyal “off”. V_{full} adalah tegangan maksimum pada motor. Dengan page 3 / 4 menggunakan rumus diatas, maka akan didapatkan tegangan output sesuai dengan sinyal kontrol PWM yang dibangkitkan.

2.5 Relay

Relay adalah sebuah saklar yang dikendalikan oleh arus. Relay memiliki sebuah kumparan tegangan rendah yang dililitkan pada sebuah inti. Terdapat sebuah armatur besi yang akan tertarik menuju inti apabila arus mengalir melewati kumparan. Armatur ini terpasang pada sebuah tuas berpegas. Ketika armatur tertarik menuju ini, kontak jalur bersama akan berubah posisinya dari kontak normal-tertutup ke kontak normal-terbuka.



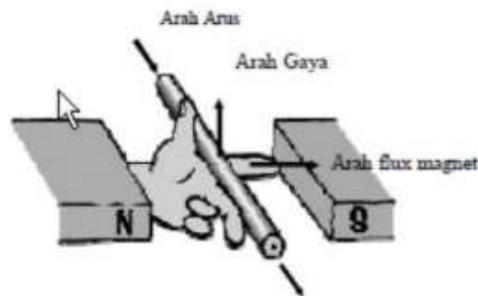
Gambar 2.13 Relay module

Sumber: robotdyn.com

2.6 Motor DC

Motor DC adalah suatu perangkat mengubah energi listrik arus searah (DC) menjadi energi mekanik atau gerakan. Motor DC memiliki dua terminal dan memerlukan tegangan arus searah (DC) untuk dapat menggerakannya. Motor DC terdapat dua prinsip yang melatar belakangi kinerjanya, yang pertama adanya aliran arus yang melewati sebuah konduktor atau penghantar yang akan timbul

medan magnet yang mengelilingi konduktor tersebut. Arah garis gaya magnet (fluks magnet) ini sesuai dengan kaidah tangan kiri seperti berikut :



Gambar 2.14 Arah Garis Gaya Magnet

Sumber : [http://eprints.undip.ac.id/66917/6/BAB_II_\(hal_10-38\)](http://eprints.undip.ac.id/66917/6/BAB_II_(hal_10-38))

Sesuai dengan gambar diatas bahwa ibu jari menandakan arah arus elektron yang mengalir dan jari-jari menunjukkan arah dari gaya magnet (fluks) yang mengelilingi penghantar. Yang kedua adalah gaya pada penghantar bergerak dalam medan magnet. Besarnya gaya yang didesakkan untuk menggerakkan berubah sebanding dengan kekuatan medan magnet, besar arus yang mengalir pada konduktor, dan Panjang penghantar. Gaya tersebut sering dengan gaya Lorentz, dengan rumus :

$$F = B \times I \times l \text{ (Newton)}$$

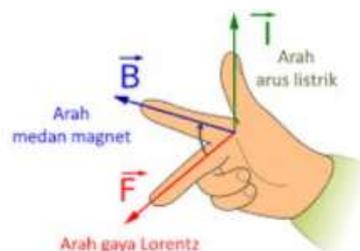
Dimana:

F = Gaya pada kumparan (Newton)

B = Kuat medan magnet (Tesla)

I = Arus yang mengalir (Ampere)

l = Panjang kumparan (meter)



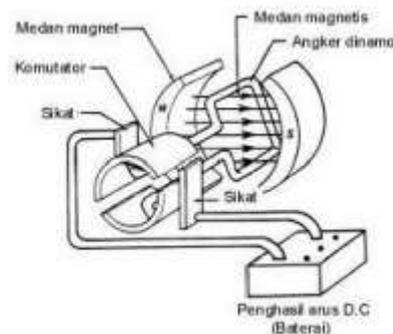
Gambar 2.15 Gaya Lorentz

Sumber : [http://eprints.undip.ac.id/66917/6/BAB_II_\(hal_10-38\)](http://eprints.undip.ac.id/66917/6/BAB_II_(hal_10-38))

Arah dari garis gaya magnet tergantung dari arah arus yang mengalir pada kumparan dan arah dari garis-garis fluks magnet antara dua kutub. Ketika penghantar berarus ditempatkan diantara dua kutub magnet, maka akan menghasilkan pembengkokan garis gaya. Sehingga di satu sisi memusatkan kedua medan magnet menimbulkan medan magnet yang kuat dan disisi lain berlawanan arah 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

2.6.1 Prinsip Kerja Motor DC

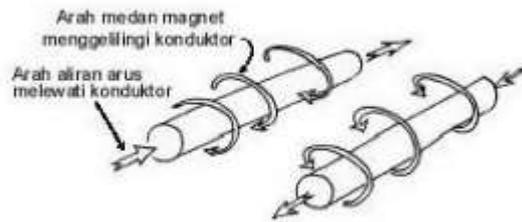
Motor DC memerlukan supply tegangan yang searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Bagian utama motor DC adalah stator (bagian yang tidak berputar) dan rotor (bagian yang berputar). Bentuk motor paling sederhana memiliki kumparan satu lilitan yang bisa berputar bebas di antara kutub-kutub magnet permanen. Catu tegangan DC dari menuju kelilitan melalui sikat yang menyentuh komutator, dua segmen yang terhubung dengan dua ujung lilitan. Kumparan satu lilitan pada gambar disebut angker dinamo. Angker dinamo adalah sebutan untuk komponen yang berputar di antara medan magnet.



Gambar 2.16 Bagian Motor DC Sederhana

Sumber : [http://eprints.undip.ac.id/66917/6/BAB_II_\(hal_10-38\)](http://eprints.undip.ac.id/66917/6/BAB_II_(hal_10-38))

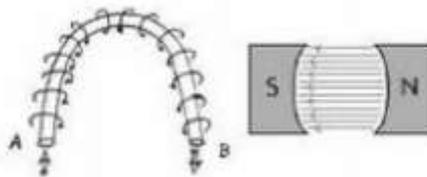
Prinsip dasar cara kerja motor DC yaitu jika arus yang lewat pada suatu konduktor, timbul medan magnet disekitar konduktor. Arah medan magnet ditentukan oleh arah aliran arus pada konduktor. Medan magnet yang membawa arus mengelilingi konduktor seperti gambar berikut :



Gambar 2.17 Medan Magnet yang Membawa Arus pada Konduktor.

Sumber : [http://eprints.undip.ac.id/66917/6/BAB_II_\(hal_10-38\)](http://eprints.undip.ac.id/66917/6/BAB_II_(hal_10-38))

Aturan genggaman tangan kanan bisa dipakai untuk menentukan arah garis fluks disekitar konduktor. Genggaman konduktor dengan tangan 28 kanan dengan ibu jari mengarah pada aliran arus, maka jari-jari lainnya akan menunjukkan arah garis fluks. Medan magnet yang terbentuk di sekitar konduktor berubah arah karena bentuk U. Medan magnet hanya terjadi disekitar sebuah konduktor jika ada arus yang mengalir pada konduktor tersebut. Konduktor berbentuk U disebut angker dinamo yang diletakkan di antara kutub utara dan selatan yang kuat medan magnet konduktor akan berinteraksi dengan medan magnet kutub.



Gambar 2.18 Medan Magnet Mengeliling Konduktor dan diantara Kutub

Sumber : [http://eprints.undip.ac.id/66917/6/BAB_II_\(hal_10-38\)](http://eprints.undip.ac.id/66917/6/BAB_II_(hal_10-38))



Gambar 2.19 Reaksi Garis Fluks

Sumber : [http://eprints.undip.ac.id/66917/6/BAB_II_\(hal_10-38\)](http://eprints.undip.ac.id/66917/6/BAB_II_(hal_10-38))

Lingkaran bertanda A dan B merupakan ujung konduktor yang dilengkungkan (loop conductor). Arus mengalir masuk melalui ujung A dan keluar melalui ujung B. Medan konduktor A yang searah jarum jam akan menambah medan pada kutub dan menimbulkan medan yang kuat dibawah konduktor. Konduktor akan berusaha bergerak ke atas untuk keluar dari 29 medan kuat ini. Medan konduktor B yang berlawanan arah jarum jam akan menambah medan pada kutub dan menimbulkan medan yang kuat diatas konduktor. Konduktor akan berusaha untuk bergerak turun agar keluar dari medan yang kuat tersebut. Gaya-gaya tersebut lah yang akan membuat angker dinamo berputar searah jarum jam.

2.6.2 Motor DC Power Window

Energi listrik dan energi magnet digunakan untuk menghasilkan energi mekanis pada motor listrik. Kinerja motor tergantung dari interaksi dua medan magnet. Motor listrik bekerja dengan prinsip yaitu dua medan magnet dibuat berinteraksi untuk menghasilkan gerakan. Penggunaan motor sendiri ditujukan untuk menghasilkan gaya yang menggerakkan (torsi). Jenis motor DC yang digunakan pada alat ini yaitu power window. Salah satu keistimewaan motor power window ialah kecepatannya dapat di atur dengan mudah. Sifat dari motor DC bila beban yang digerakkan cukup kecil maka motor DC yang digunakan cukup kecil pula. Motor DC untuk beban kecil pada umumnya menggunakan magnet permanen sedangkan untuk beban besar yang membutuhkan tenaga mekanik besar menggunakan magnet listrik. Motor DC bergerak kedepan dan kebelakang sesuai dengan pengoperasian switching (saklar). Arah putaran motor DC magnet permanen ditentukan oleh arah arus yang mengalir pada kumparan. Kecepatan motor magnet permanen berbanding lurus dengan harga tegangan yang diberikan pada kumparan jangkar. Pengendalian kecepatan putar motor DC dapat dilakukan dengan mengatur besar tegangan terminal pada motor. Metode 30 lain yang biasa digunakan untuk mengendalikan kecepatan motor DC adalah dengan teknik modulasi lebar pulsa atau PWM (Pulse Widht Modulation). Bagian-bagian motor DC pada umumnya terdiri dari :

1. Stator motor DC

Stator merupakan bagian yang diam atau tidak berputar pada motor. Bagian ini menghasilkan medan magnet, baik yang dihasilkan dari koil (elektromagnetik) maupun dari magnet.

2. Rotor

Rotor berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik dalam bentuk gerak putar. Rotor terdiri dari poros baja dimana tumpukan keping-keping inti yang berbentuk silinder dijepit. Pada ini terdapat alur-alur dimana lilitan rotor diletakkan.

3. Komutator

Berfungsi sebagai suatu penyearah mekanik yang membuat arus dari sumber mengalir pada arah yang tetap walaupun belitan medan berputar. Kontruksi dari komutator sendiri terdiri dari lamel-lamel, antar lamel dengan lamel lainnya diisolasi dengan mica.

4. Sikat

Berfungsi untuk jembatan bagi aliran arus dari lilitan jangkar beban, aliaran arus tersebut akan mengalir dari sumber dan diterima oleh kontaktor. 5. Kipas Rotor (Cooling Fan) 31 Ketika poros jangkar berputar makan kipas ikut berputar untuk menjaga suhu kumparan jangkar agar tetap dalam kondisi aman ketika beroperasi.

5. Kipas Rotor (Cooling Fan)

Ketika poros jangkar berputar makan kipas ikut berputar untuk menjaga suhu kumparan jangkar agar tetap dalam kondisi aman ketika beroperasi