

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Dalam pembuatan alat ini penulis melakukan kajian dari penelitian-penelitian terdahulu, sehingga bisa dijadikan referensi dalam penelitian dengan tujuan agar diperoleh perbandingan kelebihan dan kekurangan pada masing-masing perancangan.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Sinaga, 2013) dalam skripsi yang berjudul **“Rancang Bangun Sistem Jendela Otomatis Berbasis Programmable Logic Controller Tipe Omron Zen 20C1AR-A-V1”**. Pada zaman modern seperti sekarang ini, teknologi berkembang sangat cepat. Perkembangan teknologi ini sangat bermanfaat bagi manusia disegala bidang. Dalam kehidupan kita banyak ditemukan bangunan-bangunan di mana bangunan yang ada tidak lepas dari keberadaan jendela sebagai lubang sirkulasi udara dan sumber masuknya cahaya dari luar ke dalam ruangan, di mana kita harus membuka jendela di pagi hari dan akan menutup kembali di sore hari, yang kadang membuat kita lupa ataupun enggan membuka atau menutup jendela sehingga dapat menyebabkan penggunaan listrik yang berlebihan karena kita menyalakan lampu dan pengatur sirkulasi udara lebih lama.

PLC merupakan alat yang digunakan untuk menggantikan rangkaian sederetan *relay* yang dijumpai pada sistem kendali proses konvensional. Pengguna membuat program yang kemudian dijalankan oleh PLC. Program yang digunakan untuk pembuatan *ladder diagram* bagi perintah PLC adalah menggunakan program *ZEN Support Software*. Komponen utama sebagai perintah *input* PLC dan sebagai pemicu program adalah *Light Dependent Resistor (LDR)*, sensor suhu *LM35* dan penggunaan *weekly timer*. Sedangkan *output* yang digunakan sebagai perintah lanjutan dari keluaran PLC adalah *relay* yang disusun membentuk *H-Bridge* sebagai pemicu kerja motor DC untuk menggerakkan jendela dan tirai.

Realisasi alat bekerja dengan baik dengan pengaturan program yang sesuai dan sistem hardware yang baik.. Namun pengaruh eksternal sangat mempengaruhi

sehingga perlu ada pengaturan besar torsi motor agar sistem dapat menggerakkan jendela atau tirai yang lebih besar.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Albet dkk, 2014) dalam jurnal yang berjudul **“Pembuatan Jendela Otomatis Menggunakan Sensor Cahaya”**. Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah untuk membuka dan menutup jendela secara otomatis dengan menggunakan sensor cahaya. Perangkat lunak yang digunakan meliputi sistem operasi, bahasa pemrograman dan perangkat lunak pengelolah data. Sistem operasi yang digunakan Microsoft Windows 7 sebagai sistem operasi. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa Pemrograman Basic – Bascom AVR, Visual basic 6.0. Prinsip kerja jendela otomatis dengan menggunakan sensor cahaya adalah ketika sensor cahaya yang digunakan pada alat terkena cahaya terang maka jendela akan terbuka secara otomatis dan sebaliknya, ketika sensor tidak mendapat cahaya terang maka jendela akan tertutup secara otomatis juga.

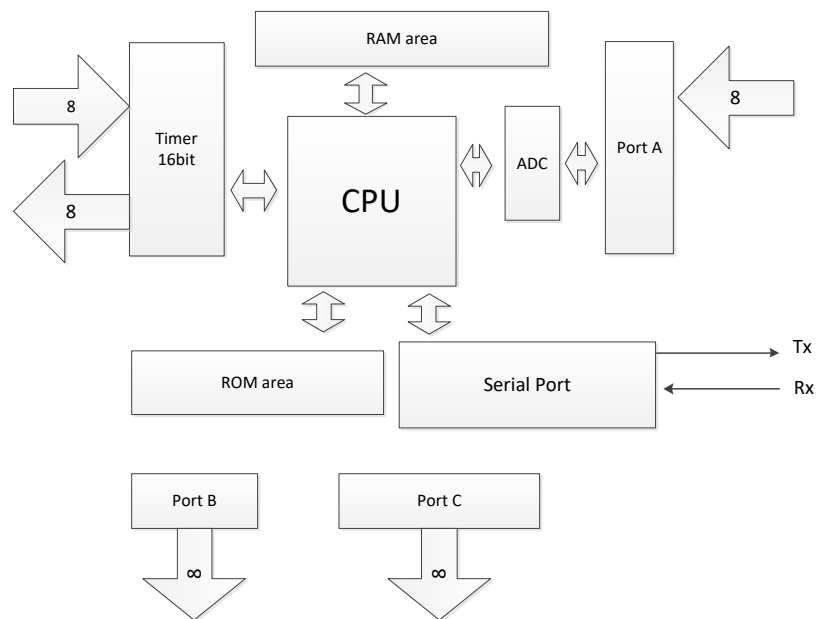
Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Aulia, 2015) dalam laporan akhir yang berjudul **“Rancang Bangun Sistem Kontrol Otomatis Buka Tutup Jendela dan Tirai Serta Penerangan Lampu Ruangan”**. Dalam kehidupan sehari – hari tentunya terdapat berbagai macam aktifitas rumah tangga yang rutin dilakukan. Aktifitas tersebut pada dasarnya merupakan hal yang tidak terlalu sulit untuk dilakukan, akan tetapi pada sebagian orang aktifitas tersebut terasa membosankan. Contoh dari aktifitas rumah tangga yang rutin dilakukan adalah buka tutup jendela, tirai dan aktifitas menghidupkan dan mematikan lampu penerangan ruangan yang dilakukan setiap pagi dan sore hari. Saat ini, dengan adanya perubahan pola hidup serta adanya kemajuan teknologi maka terjadilah pemanfaatan terhadap teknologi tersebut khususnya teknologi mikrokontroler dan elektronika untuk membantu aktifitas rumah tangga seperti buka tutup jendela, tirai dan aktifitas menghidupkan dan mematikan lampu penerangan ruangan sehingga lebih praktis.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Yusrizal, 2016) dalam jurnal yang berjudul **“Perancangan Prototipe Pembuka Jendela Otomatis Berdasarkan Sensor Cahaya (Ldr)”**. Manusia selalu mendambakan kemudahan

dalam kehidupan sehari-hari. Jendela yang digunakan untuk sirkulasi udara dalam rumah pada saat pagi hari, biasanya kita lupa untuk membuka dan menutup jendela pada pagi hari dan malam hari. Prototipe pembuka jendela otomatis dirancang dengan menggunakan beberapa komponen yang terdiri dari: motor linear actuator digunakan sebagai penggerak untuk jendela yang dilengkapi dengan pengontrol, sensor cahaya menggunakan *Light Dependen Resistor*. Sistem ini berfungsi sebagai pengontrol buka tutup jendela. Pada sistem ini, saklar yang digunakan berupa sensor *Light Dependen Resistor*, dan switch. Sensor *Light Dependen Resistor* tersebut berfungsi sebagai pemberi sinyal positif pada saat sensor *Light Dependen Resistor* tidak mendapatkan cahaya dan sinyal negatif pada saat sensor *Light Dependen Resistor* mendapatkan cahaya, sedangkan switch berfungsi sebagai pemberi sinyal negatif dan positif. Motor linear actuator dikontrol berdasarkan penerimaan cahaya dari sensor *Light Dependen Resistor*.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Rahman, 2017) dalam jurnal yang berjudul **“Pengukur Suhu Ruangan Dengan Sistem Jendela Otomatis Dan AC Otomatis Untuk Pendingin Ruangan Menggunakan Sensor LM35 Dilengkapi Dengan Pemberitahuan LCD 20x4”**. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi mikrokontroler ATmega8535 pada pemanfaatan LM35 untuk efisiensi menghemat listrik dan biaya dalam menggunakan pendingin ruangan serta dalam Pengontrolan AC dan Jendela secara otomatis. Pengukur suhu ruangan ini merupakan alat yang di buat untuk mendeteksi tingkatan suhu yang ada dalam suatu ruangan, secara otomatis jendela akan terbuka apabila suhu ada pada tingkat sedang, dan pada suhu tingkat tinggi maka jendela akan tertutup secara otomatis. Berdasarkan input data yang diterima oleh sensor LM35 untuk bisa mengirimkan data mikrokontroller, dan mikrokontroller bekerja sebagai pengendali proses dan setelah data diproses maka sebagai output akan tampil informasi suhu pada LCD.

2.2 Arduino Uno R3



Gambar 2.1 Konsep Dasar Arduino Uno R3

(Sumber : Djuandi, 2011)

Mikrokontroler adalah suatu rangkaian terintegrasi (IC) yang bekerja untuk aplikasi pengendali. Fungsi pengendali mikrokontroler memiliki beberapa bagian seperti *Central Processing Unit (CPU)*, *Read Only Memory (ROM)*, *Random Access Memory (RAM)*, dan Unit I/O.

Arduino adalah pengendali mikrokontroler *single-board* yang bersifat *opensource*, turunan dari *wiring platform*, dan dirancang untuk mempermudah pengguna elektronik berbagai bidang. *Hardware*-nya memiliki prosesor *AtmelAVR* dan *software*-nya memiliki bahasa pemrograman sendiri yang memiliki kemiripan *Syntax* dengan *Bahasa Pemrograman C*.

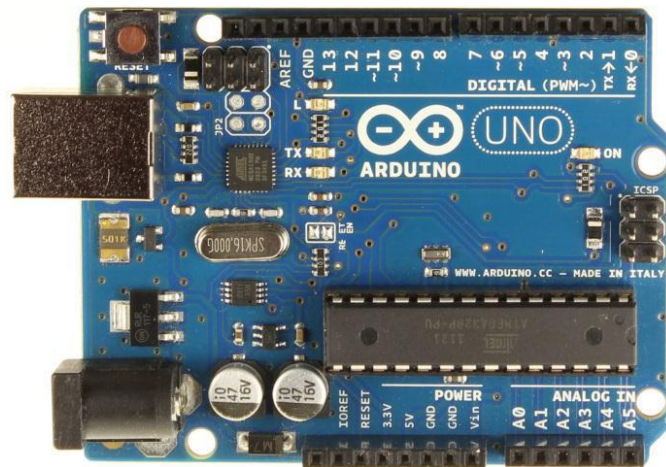
Arduino menggunakan mikrokontroler yang dirilis oleh Atmel, beberapa individu atau perusahaan membuat *clone-arduino* menggunakan mikrokontroler lain namun tetap kompatibel dengan Arduino pada level *hardware*. Untuk fleksibilitas, program dimasukkan melalui *bootloader* yang terdapat opsi untuk mem-*bypass bootloader* dan menggunakan *downloader* untuk memprogram mikrokontroler secara langsung melalui *port ISP*

Arduino Uno memiliki 13 digital pin input / output (atau biasa ditulis I/O, dimana 6 pin diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 pin input analog, menggunakan crystal 16 MHz, koneksi USB, jack listrik, header ICSP dan tombol reset. Hal tersebut adalah semua yang diperlukan untuk mendukung sebuah rangkaian mikrokontroler. Cukup dengan menghubungkannya ke komputer dengan kabel USB atau diberi power dengan adaptor AC-DC atau baterai, anda sudah dapat bermain-main dengan Arduino UNO anda tanpa khawatir akan melakukan sesuatu yang salah. Kemungkinan paling buruk hanyalah kerusakan pada chip ATmega328, yang bisa anda ganti sendiri dengan mudah dan dengan harga yang relatif murah (Djuandi, 2011).

Kata " Uno " berasal dari bahasa Italia yang berarti "satu", dan dipilih untuk menandai peluncuran Software Arduino (IDE) versi 1.0. Arduino. Sejak awal peluncuran hingga sekarang, Uno telah berkembang menjadi versi Revisi 3 atau biasa ditulis REV 3 atau R3. Software Arduino IDE, yang bisa diinstall di Windows maupun Mac dan Linux, berfungsi sebagai software yang membantu anda memasukkan (upload) program ke chip ATmega328 dengan mudah.

Board Arduino Uno memiliki fitur – fitur baru sebagai berikut :

- Pinout : menambahkan SDA dan SCL pin yang dekat ke pin aref dan dua pin baru lainnya ditempatkan dekat ke pin RESET, dengan I/O 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 5V dan dengan Arduino karena beroperasi dengan 3,3V. Yang kedua adalah pin yang tidak terhubung, yang disediakan untuk tujuan pengembangannya.
- Sirkuit reset : ATmega 16U2 ganti 8U yang digunakan sebagai konverter USB-to-serial.



Gambar 2.2 Board Arduino Uno R3

Sumber : (<https://www.arduino.cc>)

Board Arduino Uno R3 dapat beroperasi pada pasokan daya dari 6 – 20 *volt*. Jika diberikan dengan kurang dari 7V, bagaimanapun pin 5V dapat menyuplai kurang dari 5 *volt* dan *board* mungkin tidak stabil. Jika menggunakan lebih dari 12V, regulator bias panas dan merusak *board*. Rentang yang dianjurkan adalah 7V – 12V. Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus :

- *Serial* : 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirim (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 fungsi *analog Write ()*.
- SPI : 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan *library* SPI. SPI (*Serial Peripheral Interface*) adalah sebuah sinkronisasi *serial data protocol* yang digunakan oleh mikrokontroler untuk melakukan komunikasi dengan satu atau lebih peripheral device secara cepat berjarak pendek.

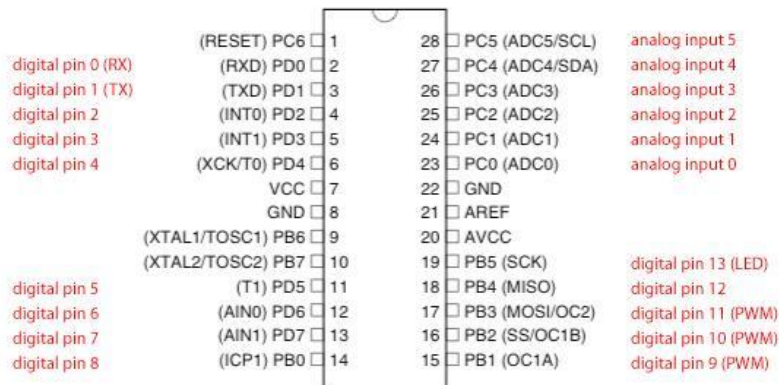
Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino Uno

Mikrokontroler	Atmega328
Operasi Tegangan	5 Volt
Input Tegangan	7 – 12 Volt
Pin I/O Digital	14
Pin Analog	6
Arus DC tiap pin I/O	50 mA
Arus DC ketika 3.3v	50 mA
Memori flash	32 KB
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Kecepatan clock	16 MHz

(Sumber : <https://www.arduino.cc>)

2.2.1 Atmega 328

ATMega328 merupakan mikrokontroler keluarga AVR 8 bit. Beberapa tipe mikrokontroler yang sama dengan ATMega8 ini antara lain ATMega8535, ATMega16, ATMega32, ATMega328, yang membedakan antara mikrokontroler antara lain adalah, ukuran memori, banyaknya GPIO (pin *input/output*), peripheral (USART, *timer*, *counter*, dll). Dari segi ukuran fisik. ATMega328 memiliki ukuran fisik lebih kecil dibandingkan dengan yang lainnya. Namun untuk segi memori dan peripheral lainnya ATMega328 tidak kalah dengan yang lainnya karena ukuran memori dan peripheralnya relatif sama dengan ATMega8535, ATMega32, hanya saja jumlah GPIO lebih sedikit dibandingkan mikrokontroler diatas (Anwar, dkk, 2015).

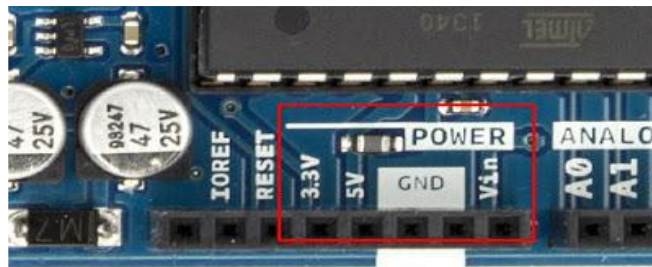


Gambar 2.3 Pin Chip Atmega328

(Sumber : Anwar, dkk, 2015)

2.2.2 Power Arduino

Arduino Uno dapat disuplai langsung ke catu daya dari USB tambahan dengan pilihan *power* secara otomatis tanpa saklar. Kabel eksternal (*non-USB*) menggunakan adaptor AC ke DC atau baterai dengan konektor *plug* ukuran 2,1mm polaritas positif di tengah *jack power* pada *board*. Jika menggunakan baterai disematkan pada pin GND dan Vin di bagian *power connector* (Djuandi, 2012).

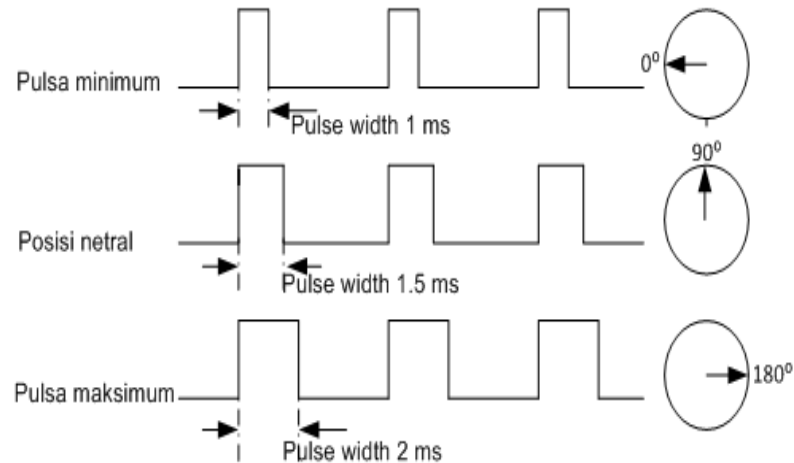


Gambar 2.4 Power Supply Arduino Port

(Sumber : <https://www.arduino.cc>)

Pada Gambar 2.2 *Board* Arduino dapat disuplai dengan tegangan kerja antara 6V – 20V, apabila catu daya dibawah tegangan standar 5V *board* tegangan akan tidak stabil. Jika dipaksakan ke tegangan regulator 12V *board* Arduino akan mengalami *overheat* yang akan berujung kerusakan pada *board* Arduino.

2.3 Motor Servo



Gambar 2.5 Skema Kendali Motor Servo

(Sumber : Sujarwata, 2013)

Motor servo adalah sebuah perangkat sebagai *aktuator* putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik *loop* tertutup (*servo*), sehingga dapat di *set-up* atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros *output* motor. Motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian *gear*, rangkaian kontrol dan *potensiometer*. Serangkaian *gear* yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan *torsi* motor servo, sedangkan *potensiometer* dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo.

Penggunaan sistem kontrol *loop* tertutup pada motor servo berguna untuk mengontrol gerakan dan posisi akhir dari poros motor servo. Posisi poros *output* akan dihasilkan oleh sensor, untuk mengetahui posisi poros sudah tepat seperti yang di inginkan atau belum, dan jika belum, maka kontrol *input* akan mengirim sinyal kendali untuk membuat posisi poros tersebut tepat pada posisi yang diinginkan.

Motor servo biasa digunakan dalam aplikasi-aplikasi di industri, selain itu juga digunakan dalam berbagai aplikasi lain seperti pada mobil mainan radio kontrol, robot, pesawat, dan lain sebagainya.

Ada dua jenis motor servo, yaitu motor servo AC dan DC. Motor servo AC lebih dapat menangani arus yang tinggi atau beban berat, sehingga sering diaplikasikan pada mesin-mesin industri. Sedangkan motor servo DC biasanya lebih cocok untuk digunakan pada aplikasi-aplikasi yang lebih kecil. Dan bila dibedakan menurut rotasinya, umumnya terdapat dua jenis motor servo yang terdapat di pasaran, yaitu motor servo *rotation* 180° dan servo *rotation continuous* 360° .

a. Motor servo standard (servo *rotation* 180°) adalah jenis yang paling umum dari motor servo, dimana putaran poros *outputnya* terbatas hanya 90° kearah kanan dan 90° kearah kiri. Dengan kata lain total putarannya hanya setengah lingkaran atau 180° .

b. Motor servo *rotation continuous* 360° merupakan jenis motor servo yang sebenarnya sama dengan jenis servo *standard*, hanya saja perputaran porosnya tanpa batasan atau dengan kata lain dapat berputar terus, baik ke arah kanan maupun kiri.

Motor servo DC memiliki sistem umpan balik tertutup di mana posisi rotornya akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian gear, potensiometer, dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor servo (Sujarwata, 2013).

2.3.1 Prinsip Kerja Motor Servo

Sebenarnya prinsip kerja dari motor servo tak jauh berbeda dibanding dengan motor DC yang lain. Hanya saja motor ini dapat bekerja searah maupun berlawanan jarum jam. Derajat putaran dari motor servo juga dapat dikontrol dengan mengatur pulsa yang masuk ke dalam motor tersebut.

Motor servo akan bekerja dengan baik bila pin kontrolnya diberikan sinyal PWM dengan frekwensi 50 Hz. Frekwensi tersebut dapat diperoleh ketika kondisi Ton duty cycle berada di angka 1,5 ms. Dalam posisi tersebut rotor dari motor berhenti tepat di tengah-tengah alias sudut nol derajat atau netral.

Pada saat kondisi Ton duty cycle kurang dari angka 1,5 ms, maka rotor akan berputar berlawanan arah jarum jam. Sebaliknya pada saat kondisi Ton duty cycle lebih dari angka 1,5 ms, maka rotor akan berputar searah jarum jam. Berikut gambar atau skema pulsa kendali motor servo (Sujarwata, 2013).

2.3.2 Perbedaan Motor Servo dengan Motor Stepper

Perbedaan mendasar antara stepper tradisional dengan motor servo adalah dari jenis motornya dan bagaimana motor tersebut dikontrol. Stepper biasanya menggunakan 50 sampai 100 kutub motor brushless sedangkan servo motor umumnya hanya memiliki 4 sampai 12 kutub. Kutub adalah area dalam sebuah motor dimana kutub magnetic utara dan selatan dihasilkan baik itu oleh magnet permanen ataupun arus yang melewati gulungan lilitan.

Stepper tidak membutuhkan encoder karena stepper dapat secara akurat bergerak antar kutub-kutub, namun pada servo, dengan hanya sedikit kutub yang dimilikinya, membutuhkan encoder untuk menjaga posisinya tetap pada jalurnya. Stepper sederhananya bergerak secara inkremental menggunakan pulsa (open loop) sementara servo secara closed-loop menggunakan bantuan encoder.

Berikut adalah tabel perbedaan antara motor servo dengan motor stepper :

Tabel 2.2 Perbedaan antara motor servo dengan motor stepper

	Motor Stepper	Motor Servo
Driver	Sederhana. Kita tinggal membeli motornya saja. Drivernya dapat dibuat sendiri.	Desainnya sangat kompleks. Sulit untuk membuat sendiri drivernya. Biasanya motor servo dijual bersama dengan drivernya.
Tingkat kebisingan dan vibrasi	Cukup signifikan	Sangat kecil
Kecepatan	Lambat (1000 – 2000 rpm maksimal)	Cepat (3000 – 5000 rpm maksimal)
Kondisi out-of-step	Sangat mungkin (motor tidak akan jalan jika beban	Motor akan tetap berjalan meskipun beban telalalu

	terlalu berat)	berat
Metode kontrol	Open loop (tidak memiliki encoder)	Closed loop (memiliki encoder)

(Sumber : <https://www.maxtronpersada.com/news/perbedaan-motor-stepper-dan-motor-servo/>)

2.3.3 Kelebihan dan Kekurangan Motor Servo

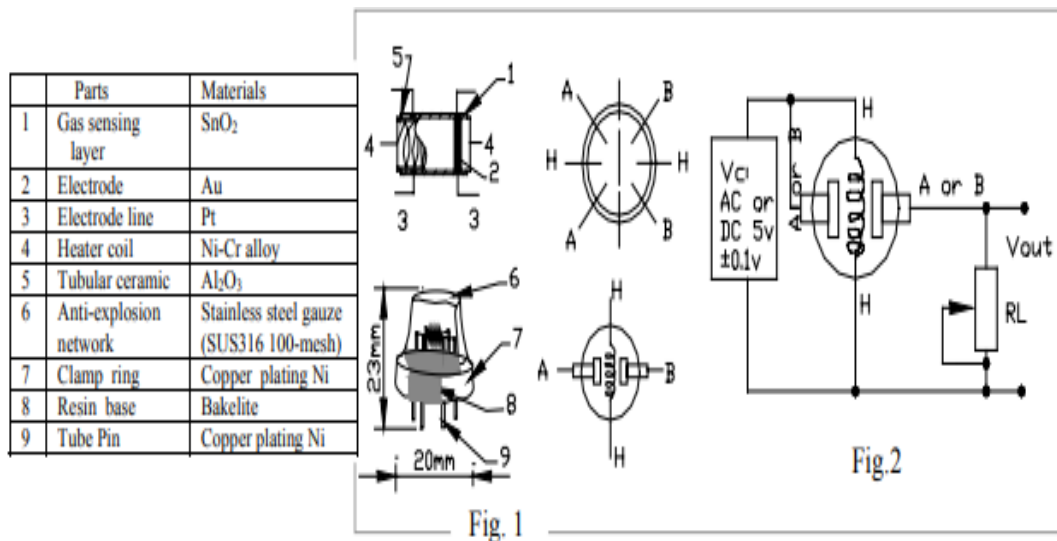
Kelebihan Motor Servo

- Daya yang dihasilkan sebanding dengan berat atau ukuran motor
- Penggunaan arus listrik sebanding dengan beban
- Tidak mengeluarkan suara berisik saat dalam kecepatan tinggi
- Resolusi dan akurasi dapat diubah dengan mudah

Kekurangan Motor Servo

- Harga relatif lebih mahal dibanding motor DC lainnya
- Bentuknya cukup besar karena satu paket

2.4 Sensor MQ-135



Gambar 2.6 Konfigurasi sensor gas MQ-135

(Sumber: <http://www.mindkits.co.nz>)

Sensor gas MQ-135 adalah sensor gas yang memiliki konduktivitas rendah jika berada di udara bersih. Konduktivitas sensor akan naik seiring dengan kenaikan konsentrasi gas. Untuk mengonversi terhadap kepekatan gas, sensor ini memerlukan suatu sirkuit listrik tambahan. Kelebihan dari sensor ini adalah: memiliki kepekaan yang baik terhadap gas berbahaya (Amonia, Sulfida,

Benzena) dalam berbagai konsentrasi, Masa aktif yang lama, dan membutuhkan biaya yang lebih rendah (Nurhayati, 2010).

Sensor ini mampu untuk mendeteksi gas NH₃ dengan jangkauan deteksinya mulai dari 10 sampai 300 ppm, mendeteksi gas Benzena dengan jangkauan deteksinya mulai dari 10 sampai 10000 ppm dan 10 – 300 ppm untuk alkohol.

Spesifikasi Sensor MQ-135:

- Sumber catu daya menggunakan tegangan 5 Volt.
- Menggunakan ADC dengan resolusi 10 bit.
- Tersedia 1 jalur *output* kendali ON/OFF.
- Pin *Input/Output* kompatibel dengan level tegangan TTL dan CMOS.
- Dilengkapi dengan antarmuka UART TTL dan I2C.
- Signal instruksi indikator *output*;
- *Output* Ganda sinyal (*output* analog, dan *output* tingkat TTL);
- TTL *output* sinyal yang valid rendah; (*output* sinyal cahaya rendah, yang dapat diakses mikrokontroler IO port)
- *Analog Output* dengan meningkatnya konsentrasi, semakin tinggi konsentrasi, semakin tinggi tegangan;
- Memiliki umur panjang dan stabilitas handal;
- Karakteristik pemulihan respon cepat

Tabel 2.3 Fungsi Pin pada Rangkaian Sensor

(Sumber: Ubaidillah, 2015)

Pin	Nama	Fungsi
1	GND	Titik referensi untuk catu daya input
2	VCC	Terhubung ke catu daya (5 V)
3	RX TTL	Input serial level TTL ke modul Sensor
4	TX	Output serial level TTL ke modul Sensor
5	SDA	IC-bus data <i>input / output</i>

6	SCL	IC-bus clock <i>input</i>
---	-----	---------------------------

Pada modul sensor gas MQ terdapat 2 buah LED indikator yaitu LED indikator merah dan LED indikator hijau. Pada saat power-up, LED merah akan berkedip sesuai dengan alamat I2C modul. Jika alamat I2C adalah 0xE0 maka LED indikator akan berkedip 1 kali. Jika alamat I2C adalah 0xE2 maka LED indikator akan berkedip 2 kali. Jika alamat I2C adalah 0xE4 maka LED indikator akan berkedip 3 kali dan demikian seterusnya sampai alamat I2C 0xEE maka LED indikator akan berkedip 8 kali.

Pada sensor gas MQ ini terdapat internal heater. Kondisi heater pada sensor sangat penting, karena sensor baru bisa bekerja dalam keadaan stabil jika heating voltage pada sensor sudah terpenuhi. Spesifikasi sensor gas MQ untuk heating voltage (high) sebesar 5V dengan waktu heating selama 60 detik untuk mencapai kondisi stabil sensor. Sedangkan untuk heating voltage (low) sebesar 1.4V dengan waktu heating selama kurang lebih 90 detik untuk mencapai kondisi sensor yang stabil. Pada kondisi operasi normal (setelah kondisi power-up), LED merah akan menyala atau padam sesuai dengan hasil pembacaan sensor dan mode operasi yang dipilih. Sedangkan selama hasil pembacaan sensor stabil, LED hijau akan tetap menyala dan hanya berkedip pelan (tiap 1 detik) jika ada perubahan konsentrasi gas.

Modul sensor juga memiliki 1 pin output open collector yang status logikanya akan berubah-ubah, sesuai dengan hasil pembacaan sensor gas dan batas atas serta batas bawah yang telah ditentukan. Pin *output* ini dapat dihubungkan dengan aktuator (*exhaust* atau alarm) sehingga modul ini dapat berfungsi sebagai pemonitor konsentrasi gas secara mandiri. Modul ini akan membaca nilai konsentrasi gas secara otomatis, membandingkan dengan batas- batas nilai yang telah diatur dan kemudian mengubah status logika pin output kendali *ON/OFF* sesuai dengan mode operasi yang digunakan. Ada 2 mode operasi yang dapat tersedia, yaitu mode operasi Hysterisis:

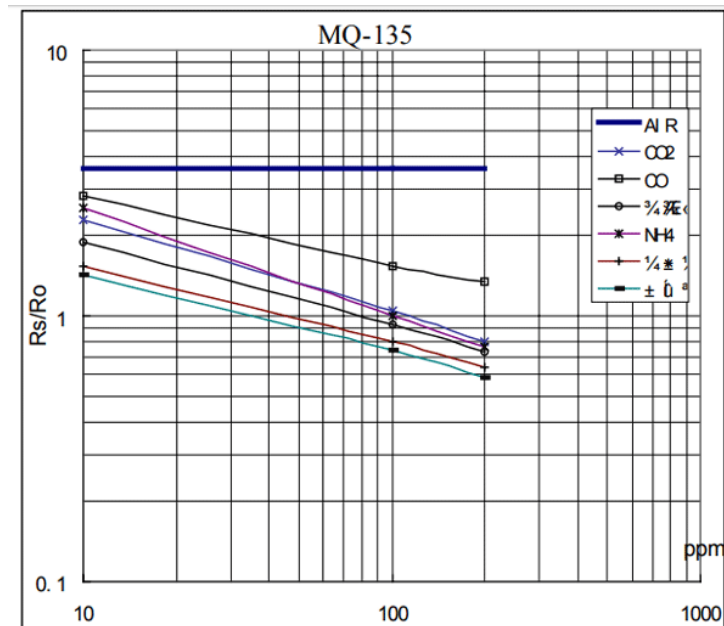
- Jika nilai sensor hasil konversi ADC sama dengan atau berada di antara batas atas dan batas bawah, maka logika pin *output* tidak berubah (jika sebelumnya *Off*, maka akan tetap *Off* atau jika sebelumnya *On* akan tetap *On*).

Pada mode operasi *Window*:

- Jika nilai sensor hasil konversi ADC lebih kecil dari pada batas bawah, maka pin *output* akan *On* (*Transistor Open Collector* berada pada keadaan Saturasi dan LED indikator merah menyala).
- Jika nilai sensor hasil konversi ADC lebih besar dari pada batas atas, maka pin *output* akan *On* (*Transistor Open Collector* berada pada keadaan Saturasi dan LED indikator merah menyala).
- Jika nilai sensor hasil konversi ADC sama dengan atau berada di antara batas atas dan batas bawah, maka logika pin *output* akan *Off* (*Transistor Open Collector* berada pada keadaan *Cut-off* dan LED indikator merah tidak menyala).

Jika sumber nilai batas yang dipilih adalah menggunakan variabel resistor pada modul sensor, maka mode operasi yang bisa berlaku hanya mode operasi Hysterisis. Nilai variabel resistor akan digunakan sebagai nilai batas atas. Sedangkan nilai batas bawah akan selalu bernilai 50 poin di bawah nilai batas atas. Jika sumber nilai batas yang dipilih adalah menggunakan nilai yang tersimpan pada EEPROM modul sensor, maka mode operasi yang bisa berlaku adalah mode operasi Hysterisis dan mode operasi *Window*. Nilai batas atas, nilai batas bawah, dan mode operasi, dapat diatur melalui antarmuka UART TTL atau I2C dengan menggunakan bahasa pemrograman.

Pemanas pada sensor memerlukan tegangan yang konstan (± 5 Volt DC) agar sinyal output sensor dapat terjaga keseimbangannya. Karakteristik tegangan pemanas terhadap resistansi sensor terdapat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.7 Karakteristik tegangan pemanas terhadap resistansi sensor
(sumber : Karla dkk, 2016)

dari grafik diatas kita dapat mengetahui nilai ppm dengan mengetahui R_s/R_o , dimana R_s adalah tahanan sensor pada kadar CO tertentu / yang sedang kita ukur dan R_o adalah tahanan sensor pada udara yang bersih dengan kadar CO 0-100ppm. Untuk mengetahui beban pada sensor saat terjadi kontaminasi dapat dicari dengan persamaan :

$$R_s = \frac{V_c - V_{RL}}{V_{RL}} \times R_L$$

Dimana,

R_s = Beban pada sensor saat terjadi kontaminasi (Ω)

V_c = Tegangan input pada sensor (V)

V_{RL} = Tegangan pada beban sensor (V)

R_L = Tahanan beban pada sensor (Ω)

Sedangkan untuk mengetahui beban pada sensor di udara bersih dapat dicari dengan persamaan :

$$R_o = \frac{V_c - V_{RL} \text{ (di udara bebas)}}{V_{RL}} \times R_L$$

Dimana,

V_{RL} = Tegangan pada beban sensor di udara bebas (V)

V_c = Tegangan input pada sensor (V)

R_L = Tahanan beban pada sensor (Ω)

Untuk mengukur sensitifitas sensor dapat dicari dengan persamaan :

$$\frac{R_s}{R_o}$$

Dimana,

R_s = Beban pada sensor saat terjadi kontaminasi (Ω)

R_o = Beban pada sensor di udara bersih (Ω)

Nilai R_o bersifat tetap dan nilai R_s bersifat variabel dan mudah berubah sesuai pendeteksian gas. Sesuai dengan datasheet sensor MQ nilai R_s sama dengan R_o dimana saat terdeteksi 100 ppm, rasio $R_s/R_o = 1$ sehingga semakin kecil nilai R_s/R_o output kadar gas akan semakin tinggi. (Maroni,1945).

2.4.1 Blok Analog to Digital Converter (ADC)

Untuk membangkitkan clock ADC diperlukan penyesuaian antar V_{ref} dengan clock. Pada alat ini digunakan V_{ref} sebesar 5V . ADC pada mikrokontroler diset sebesar 10-bits dengan $V_{ref} = 5$ V, jadi program konversi pembacaan dari data ADC menjadi besaran ppm dengan range pengukuran 0-100 ppm (Bayu Iwan Setyawan,2013:46). Konversi pembacaan dari data ADC ke besaran ppm dengan range pengukuran 0 – 100 ppm dapat dicari dengan rumus berikut:

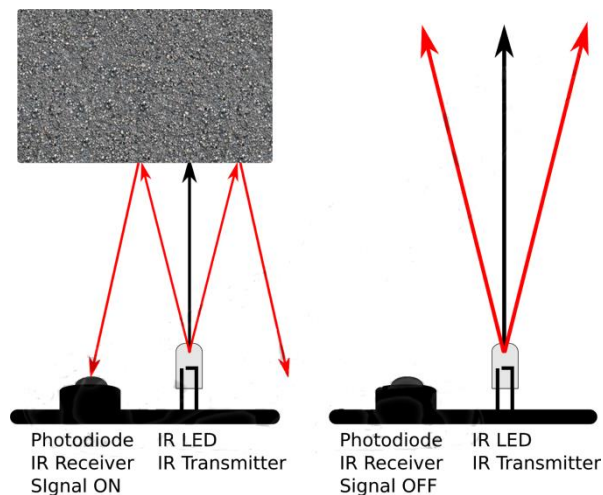
$$ppm = \frac{range}{1023} \times read_ADC$$

2.5 IR Sensor FC-51

Infra red (IR) detektor atau sensor infra merah adalah komponen elektronika yang dapat mengidentifikasi cahaya infra merah (infra red, IR). Sensor infra merah atau detektor infra merah saat ini ada yang dibuat khusus dalam satu modul dan dinamakan sebagai IR Detector Photomodules. IR Detector Photomodules merupakan sebuah chip detektor inframerah digital yang di dalamnya terdapat

2.5.1 Prinsip Kerja Sensor IR FC-51

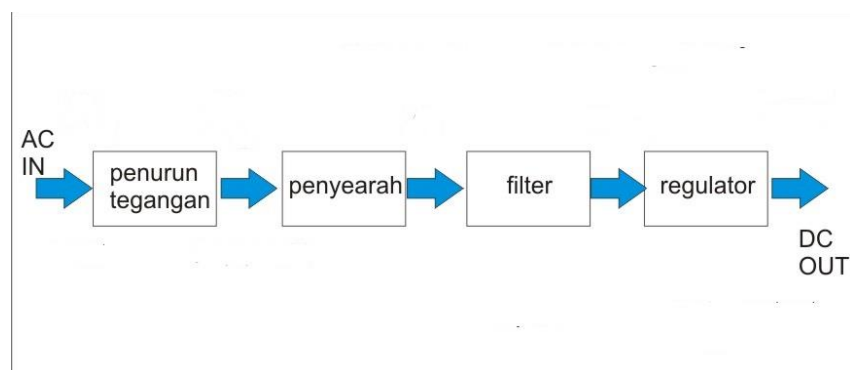
Cara kerja sensor ini ketika ada objek menghalangi sensor pada jarak tertentu (mulai dari 2cm sampai 5cm). Objek ini akan memantul cahaya infrared dari IR transmitter, dan ditangkap oleh sensor receiver. Ketika objek tidak ada atau jarak yang tidak dijangkau oleh transmitter, maka tidak ada pantulan cahaya, receiver tidak memberikan signal. Sebaliknya jika ada benda atau objek yang dipantulkan, sehingga receiver mendapatkan sinar pantulan, maka receiver memberikan signal. Potensio meter yang terdapat pada sensor adalah untuk mengatur seberapa jauh atau dekat objek yang bisa dideteksi (Sumber : [https:// kepython.blogspot.com](https://kepython.blogspot.com)).



Gambar 2.8 Cara Kerja Sensor FC-51

(Sumber : [https:// kepython.blogspot.com/2018/03/c-ir-obstacle-avoidance-sensor.html](https://kepython.blogspot.com/2018/03/c-ir-obstacle-avoidance-sensor.html))

2.6 Power Supply



Gambar 2.9 Konsep Dasar Power Supply

(Sumber : Suwitno, 2016)

Power Supply atau dalam bahasa Indonesia disebut dengan catu daya adalah suatu alat listrik yang dapat menyediakan energi listrik untuk perangkat listrik ataupun elektronika lainnya. Pada dasarnya *power supply* atau catu daya ini memerlukan sumber energi listrik yang kemudian mengubahnya menjadi energy listrik yang dibutuhkan oleh perangkat elektronika lainnya. Oleh karena itu, *powersupply* kadang-kadang disebut juga dengan istilah *Electric Power Converter* (Suwitno, 2016).

Berdasarkan rancangannya, power supply dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu (Suwitno, 2016) :

1. **Power Supply/ Catu Daya Internal**; yaitu power supply yang dibuat terintegrasi dengan motherboard atau papan rangkaian induk. Contohnya; ampilifier, televisi, DVD Player; power supply-nya menyatu dengan motherboard di dalam chasing perangkat tersebut.
2. **Power Supply/ Catu Daya Eksternal**; yaitu power supply yang dibuat terpisah dari motherboard perangkat elektroniknya. Contohnya charger Laptop dan charger HP.

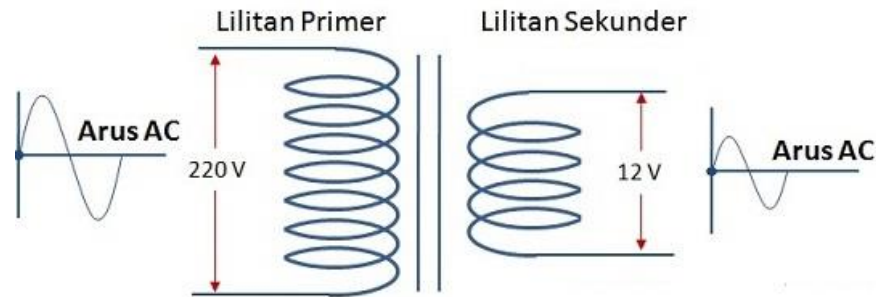
2.6.1. Komponen – komponen Power Supply

Mengacu pada pengertian power supply, perangkat keras ini berfungsi mengubah arus AC menjadi arus DC dan menyalurkannya ke berbagai komponen komputer di dalam chasing. Untuk membentuk tegangan maka dibutuhkan beberapa komponen.

2.6.1.1. Transformator

Transformator (Transformer) atau disingkat dengan Trafo yang digunakan untuk DC Power supply adalah Transformer jenis Step-down yang berfungsi untuk menurunkan tegangan listrik sesuai dengan kebutuhan komponen Elektronika yang terdapat pada rangkaian adaptor (DC Power Supply). Transformator bekerja berdasarkan prinsip Induksi elektromagnetik yang terdiri dari 2 bagian utama yang berbentuk lilitan yaitu lilitan Primer dan lilitan Sekunder. Lilitan Primer merupakan Input dari pada Transformator sedangkan Output-nya adalah pada lilitan sekunder. Meskipun tegangan telah diturunkan,

Output dari Transformator masih berbentuk arus bolak-balik (arus AC) yang harus diproses selanjutnya (Suwitno, 2016).

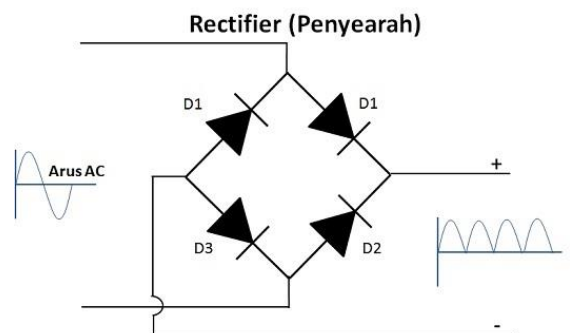


Gambar 2.10 Prinsip Kerja Trafo Step Down

(Sumber : Suwitno, 2016)

2.6.1.2 Rectifier (Penyearah Gelombang)

Rectifier atau penyearah gelombang adalah rangkaian Elektronika dalam Power Supply (catu daya) yang berfungsi untuk mengubah gelombang AC menjadi gelombang DC setelah tegangannya diturunkan oleh Transformator Step down. Rangkaian Rectifier biasanya terdiri dari komponen Dioda. Terdapat 2 jenis rangkaian Rectifier dalam Power Supply yaitu “Half Wave Rectifier” yang hanya terdiri dari 1 komponen Dioda dan “Full Wave Rectifier” yang terdiri dari 2 atau 4 komponen dioda (Suwitno, 2016).



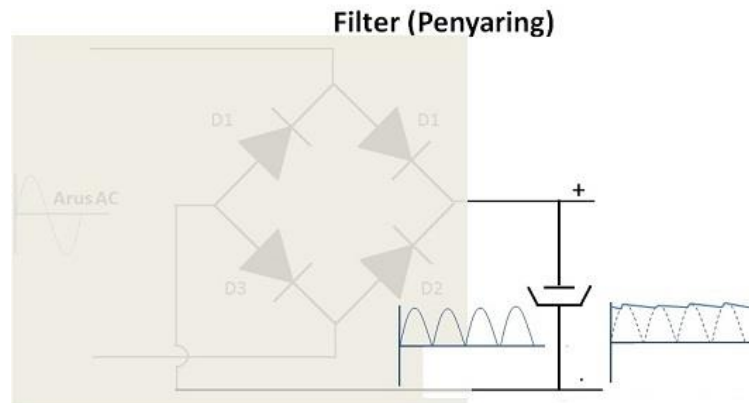
Gambar 2.11 Rangkaian Penyearah

(Sumber : Suwitno, 2016)

2.6.1.3 Filter (Penyaring)

Dalam rangkaian Power supply (Adaptor), Filter digunakan untuk meratakan sinyal arus yang keluar dari Rectifier. Filter ini biasanya terdiri dari

komponen Kapasitor (Kondensator) yang berjenis Elektrolit atau ELCO (*Electrolyte Capacitor*) (Suwitno, 2016).

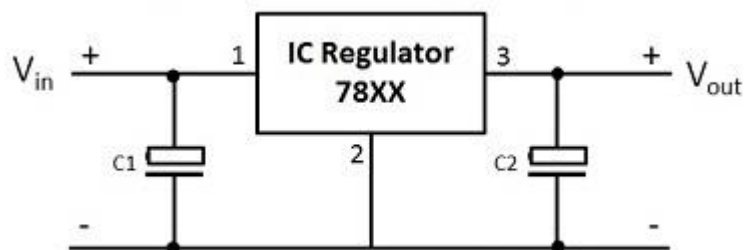


Gambar 2.12 Rangkaian Filter (Penyaring)

(Sumber : Suwitno, 2016)

2.6.1.4 Voltage Regulator (Pengatur Tegangan)

Untuk menghasilkan Tegangan dan Arus DC (arus searah) yang tetap dan stabil, diperlukan Voltage Regulator yang berfungsi untuk mengatur tegangan sehingga tegangan Output tidak dipengaruhi oleh suhu, arus beban dan juga tegangan input yang berasal Output Filter. Voltage Regulator pada umumnya terdiri dari Dioda Zener, Transistor atau IC (Integrated Circuit). Pada DC Power Supply yang canggih, biasanya Voltage Regulator juga dilengkapi dengan Short Circuit Protection (perlindungan atas hubung singkat), Current Limiting (Pembatas Arus) ataupun Over Voltage Protection (perlindungan atas kelebihan tegangan) (Suwitno, 2016).



Gambar 2.13 Rangkaian Pengatur Tegangan

(Sumber : Suwitno, 2016)

2.6.2 Cara Kerja Power Supply

Ketika pengguna menyalakan power pada komputer, maka power supply akan melakukan pemeriksaan dan tes sebelum menjalankan sistem komputer. Jika tes berjalan dengan baik maka power supply akan mengirim sinyal (*power good*) ke mainboard sebagai pertanda bahwa sistem komputer siap untuk beroperasi.

Selanjutnya, power supply atau catu daya akan membagi daya sesuai dengan kapasitas yang diperlukan masing-masing komponen komputer. Selain menyalurkan daya listrik ke komponen komputer, power supply juga menjaga stabilitas arus listrik pada berbagai komponen tersebut. Dari penjelasan pengertian power supply dan fungsinya di atas, maka komponen ini sama pentingnya seperti CPU pada komputer yang seringkali dianggap sebagai otak komputer. Jika terjadi gangguan pada power supply, maka akan menyebabkan gangguan aliran daya pada komponen-komponen komputer (Suwitno, 2016).

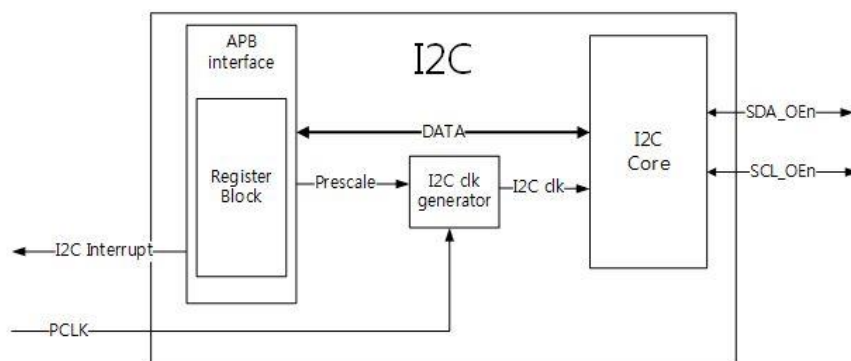
2.7 Inter Integrated Circuit (I²C)

I²C merupakan singkatan dari Inter Integrated Circuit, yang disebut dengan I-Squared-C atau I-Two-C. I²C merupakan protokol yang digunakan pada *multi-master I* serial computer bus yang diciptakan oleh Philips yang digunakan untuk saling berkomunikasi dengan perangkat low-speed lainnya yang diaplikasikan pada *motherboard*, *embedded system*, atau *cellphone*. I²C berfungsi untuk menghubungkan Mikrokontroler ATmega 328 atau Arduino Uno ke LCD (*Liquid Cristal Display*). I²C hanya menggunakan dua kolektor terbuka dua arah atau saluran drain terbuka, Serial Data Line (SDA) dan Serial Clock Line (SCL), yang ditarik dengan resistor. Tegangan umum yang digunakan adalah +5 V atau +3.3 V, meskipun sistem dengan voltase lain diizinkan.

Bus adalah sistem pengantar yang dilengkapi dengan komponen pengendali untuk melayani pertukaran data antara komponen Hardware satu dengan komponen Hardware lainnya. Pada sistem mikrokontroler terdapat bus Data, bus Alamat, dan beberapa pengantar pengendali. Semakin tinggi frekuensi clock

prosesor, maka semakin lebih cermat pengembang untuk memperhatikan Timing dari seluruh komponen yang terlibat, agar tidak terjadi kesalahan dalam transaksi data. Bus yang cukup sering digunakan adalah bus bersifat paralel.)

Transaksi data dilakukan secara paralel sehingga transaksi data lebih cepat. Akan tetapi disisi lain Mahal. Jika sistem relatif tidak membutuhkan transaksi yang cepat, maka penggunaan Serial Bus menjadi pilihan. Salah satu pilihan sistem data bus yang sering digunakan adalah I²C (Inter Integrated Circuit). Sistem Bus I²C pertamakali diperkenalkan oleh Firma Philips pada tahun 1979 (Surya, 2007).



Gambar 2.14 Blok Diagram I²C

(Sumber : Surya, 2007)

Karakter I²C :

- Serial Bus
- Data dikirim serial secara per-bit.
- Menggunakan dua Penghantar Koneksi dengan ground bersama
- I²C terdiri dari dua penghantar:
- SCL (Serial Clock Line) untuk menghantarkan sinyal clock.
- SDA (Serial Data) untuk mentransaksikan data
- Jumlah Peserta Bus maximal 127
- Peserta dialamatkan melalui 7-bit-alamat. Alamat ditetapkan kebanyakan secara hardware dan hanya sebagian kecil dapat dirubah.

Pengirim dan Penerima

- Setiap transaksi data terjadi antara pengirim (Transmitter) dan penerima (Receiver). Pengirim dan penerima adalah peserta bus.

Master and Slave

- Device yang mengendalikan operasi transfer disebut Master, sementara device yang di kendalikan oleh master di sebut Slave.

Aturan Komunikasi I2C

- I2C adalah protokol transfer data serial. Device atau komponen yang mengirim data disebut transmitter, sedangkan device yang menerimanya disebut receiver.
- Device yang mengendalikan operasi transfer data disebut master, sedangkan device lainnya yang dikendalikan oleh master disebut slave.
- Master device harus menghasilkan serial clock melalui pin SCL, mengendalikan akses ke BUS serial dan menghasilkan sinyal kendali START dan STOP (Surya, 2007).

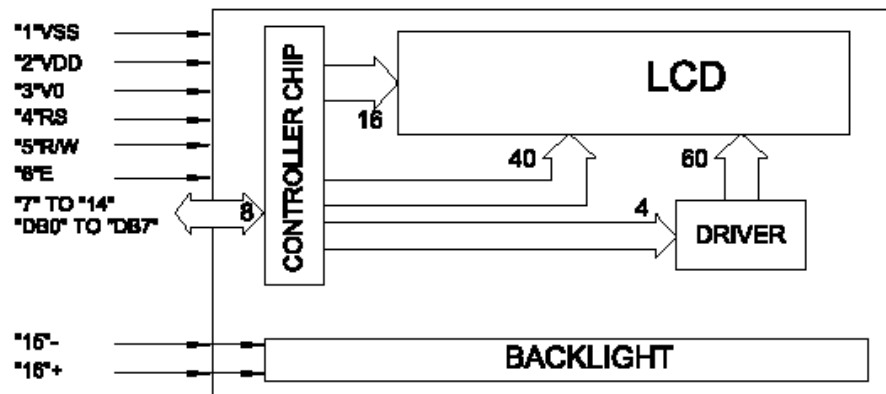


Gambar 2.15 Bentuk Fisik I²C

(Sumber : Surya, 2007)

2.8 Liquid Crystal Display (LCD)

LCD (Liquid Crystal Display) adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD sudah digunakan diberbagai bidang misalnya alal-alat elektronik seperti televisi, kalkulator, atau pun layar komputer. Pada postingan aplikasi LCD yang digunakan ialah LCD dot matrik dengan jumlah karakter 2 x 16. LCD sangat berfungsi sebagai penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan status kerja alat (Tanjung, 2015).



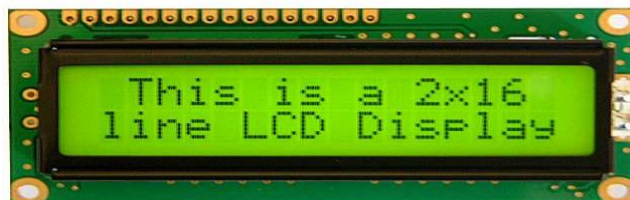
Gambar 2.16 Blok Diagram LCD

(Sumber : Tanjung, 2015)

2.8.1 Fitur LCD 16 x 2

Adapun fitur yang disajikan dalam LCD ini adalah (Tanjung, 2015) :

- Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris.
- Mempunyai 192 karakter tersimpan.
- Terdapat karakter generator terprogram.
- Dapat dialamati dengan mode 4-bit dan 8-bit.
- Dilengkapi dengan back light.



Gambar 2.17 Bentuk Fisik LCD 16x2

(Sumber : Tanjung, 2015)

Tabel 2.3 Spesifikasi kaki LCD 16x2

Pin	Deskripsi
1	Ground
2	Vcc
3	Pengatur kontras

4	“RS” Instruction/Register Select
5	“R/W” Read/Write LCD Registers
6	“EN” Enable
7-14	Data I/O Pins
15	Vcc
16	Ground

(Sumber : Tanjung, 2015)

2.8.2 Cara Kerja LCD Secara Umum

Pada aplikasi umumnya RW diberi logika rendah “0”. Bus data terdiri dari 4-bit atau 8-bit. Jika jalur data 4-bit maka yang digunakan ialah DB4 sampai dengan DB7. Sebagaimana terlihat pada table diskripsi, interface LCD merupakan sebuah parallel bus, dimana hal ini sangat memudahkan dan sangat cepat dalam pembacaan dan penulisan data dari atau ke LCD. Kode ASCII yang ditampilkan sepanjang 8-bit dikirim ke LCD secara 4-bit atau 8 bit pada satu waktu. Jika mode 4-bit yang digunakan, maka 2 nibble data dikirim untuk membuat sepenuhnya 8-bit (pertama dikirim 4-bit MSB lalu 4-bit LSB dengan pulsa clock EN setiap nibblenya). Jalur kontrol EN digunakan untuk memberitahu LCD bahwa mikrokontroller mengirimkan data ke LCD. Untuk mengirim data ke LCD program harus menset EN ke kondisi high “1” dan kemudian menset dua jalur kontrol lainnya (RS dan R/W) atau juga mengirimkan data ke jalur data bus.

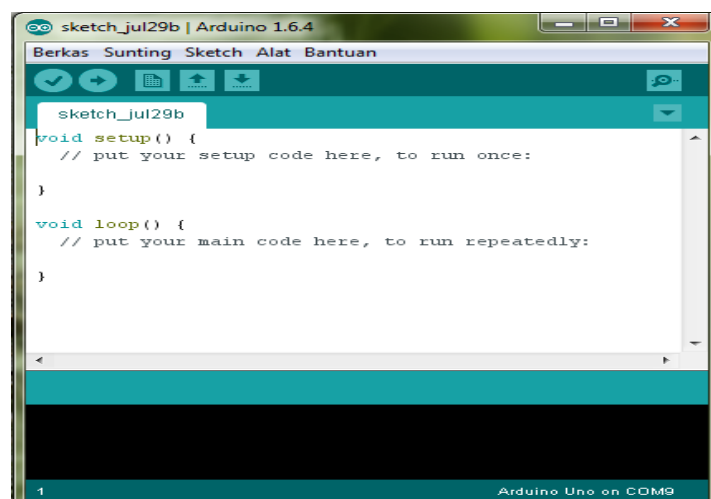
Saat jalur lainnya sudah siap, EN harus diset ke “0” dan tunggu beberapa saat (tergantung pada datasheet LCD), dan set EN kembali ke high “1”. Ketika jalur RS berada dalam kondisi low “0”, data yang dikirimkan ke LCD dianggap sebagai sebuah perintah atau instruksi khusus (seperti bersihkan layar, posisi kursor dll). Ketika RS dalam kondisi high atau “1”, data yang dikirimkan adalah data ASCII yang akan ditampilkan dilayar. Misal, untuk menampilkan huruf “A” pada layar maka RS harus diset ke “1”. Jalur kontrol R/W harus berada dalam kondisi low (0) saat informasi pada data bus akan dituliskan ke LCD. Apabila R/W berada dalam kondisi high “1”, maka program akan melakukan query (pembacaan) data dari LCD. Instruksi pembacaan hanya satu, yaitu Get LCD status (membaca status LCD), lainnya merupakan instruksi penulisan. Jadi hampir setiap aplikasi yang

menggunakan LCD, R/W selalu diset ke “0”. Jalur data dapat terdiri 4 atau 8 jalur (tergantung mode yang dipilih pengguna), DB0, DB1, DB2, DB3, DB4, DB5, DB6 dan DB7. Mengirim data secara parallel baik 4-bit atau 8-bit merupakan 2 mode operasi primer. Untuk membuat sebuah aplikasi interface LCD, menentukan mode operasi merupakan hal yang paling penting.

Mode 8-bit sangat baik digunakan ketika kecepatan menjadi keutamaan dalam sebuah aplikasi dan setidaknya minimal tersedia 11 pin I/O (3 pin untuk kontrol, 8 pin untuk data). Sedangkan mode 4 bit minimal hanya membutuhkan 7-bit (3 pin untuk kontrol, 4 pin untuk data). Bit RS digunakan untuk memilih apakah data atau instruksi yang akan ditransfer antara mikrokontroler dan LCD. Jika bit ini di set (RS = 1), maka byte pada posisi kursor LCD saat itu dapat dibaca atau ditulis. Jika bit ini di reset (RS = 0), merupakan instruksi yang dikirim ke LCD atau status eksekusi dari instruksi terakhir yang dibaca (Tanjung, 2015).

2.9 Bahasa C

Bahasa C dikembangkan pada Lab Bell pada tahun 1978, oleh Dennis Ritchi dan Brian W. Kernighan. Pada tahun 1983 dibuat standar C yaitu standar ANSI (American National Standards Institute), yang digunakan sebagai referensi dari berbagai versi C yang beredar dewasa ini termasuk Turbo C.



Gambar 2.18 Board Program Arduino

(Sumber : <https://www.arduino.cc>)

Dalam beberapa literature, bahasa C digolongkan bahasa level menengah karena bahasa C mengkombinasikan elemen bahasa tinggi dan elemen bahasa

rendah. Kemudahan dalam level rendah merupakan tujuan diwujudkannya bahasa C. pada tahun 1985 lahirlah pengembangan ANSI C yang dikenal dengan C++ (diciptakan oleh Bjarne Stroustrup dari AT & T Lab). Bahasa C++ adalah pengembangan dari bahasa C. bahasa C++ mendukung konsep pemrograman berorientasi objek dan pemrograman berbasis windows. Sampai sekarang bahasa C++ terus berkembang dan hasil perkembangannya muncul bahasa baru pada tahun 1995 (merupakan keluarga C dan C++ yang dinamakan java). Istilah prosedur dan fungsi dianggap sama dan disebut dengan fungsi saja. Hal ini karena di C++ sebuah prosedur pada dasarnya adalah sebuah fungsi yang tidak memiliki tipe data kembalian (void). Hingga kini bahasa ini masih populer dan penggunaannya tersebar di berbagai platform dari windows sampai linux dan dari PC hingga main frame. Ada pun kekurangan dan Kelebihan Bahasa C sebagai berikut (Raharjo, 2009) :

- Kelebihan Bahasa C:
- Bahasa C tersedia hampir di semua jenis computer.
- Kode bahasa C sifatnya adalah portable dan fleksibel untuk semua jenis computer.
- Bahasa C hanya menyediakan sedikit kata-kata kunci. Hanya terdapat 32 kata kunci.
- Proses executable program bahasa C lebih cepat
- Dukungan pustaka yang banyak.
- C adalah bahasa yang terstruktur
- Bahasa C termasuk bahasa tingkat menengah

penempatan ini hanya menegaskan bahwa c bukan bahasa pemrograman yang berorientasi pada mesin. yang merupakan ciri bahasa tingkat rendah. Melainkan berorientasi pada obyek tetapi dapat diinterpretasikan oleh mesin dengan cepat secepat bahasa mesin. Inilah salah satu kelebihan c yaitu memiliki kemudahan dalam menyusun programnya semudah bahasa tingkat tinggi namun dalam mengesekusi program secepat bahasa tingkat rendah.

- Kekurangan Bahasa C :

- Banyaknya operator serta fleksibilitas penulisan program kadang - kadang membingungkan pemakai.
- Bagi pemula pada umumnya akan kesulitan menggunakan pointer.

2.9.1. Struktur Bahasa C

- Program bahasa C tersusun atas sejumlah blok fungsi.
- Setiap fungsi terdiri dari satu atau beberapa pernyataan untuk melakukan suatu proses tertentu.
- Tidak ada perbedaan antara prosedur dan fungsi.
- Setiap program bahasa C mempunyai suatu fungsi dengan nama “main” (Program Utama).
- Fungsi bisa diletakkan diatas atau dibawah fungsinya “main”.
- Setiap statemen diakhiri dengan semicolon (titik koma) (Raharjo, 2009).

2.9.2 Pengenal (identifier)

Pengenal (identifier) merupakan sebuah nama yang didefinisikan oleh pemrograman untuk menunjukkan identitas dari sebuah konstanta, variable, fungsi, label atau tipe data khusus. Pemberian nama sebuah pengenal dapat ditentukan bebas sesuai keinginan pemrogram tetapi harus memenuhi aturan berikut :

- Karakter pertama tidak boleh menggunakan angka.
- Karakter kedua dapat berupa huruf, angka, atau garis bawah.
- Tidak boleh menggunakan spasi.
- Bersifat Case Sensitive, yaitu huruf capital dan huruf kecil dianggap berbeda.
- Tidak boleh menggunakan kata – kata yang merupakan sitaks maupun operator dalam pemrograman C, misalnya : Void, short, const, if, static, bit, long, case, do, switch dan lain – lain (Raharjo, 2009).

2.9.3. Konstanta Dan Variabel

Konstanta dan variabel merupakan sebuah tempat untuk menyimpan data yang berada di dalam memori. Konstanta berisi data yang nilainya tetap dan tidak dapat diubah selama program dijalankan, sedangkan variabel berisi data yang bisa berubah nilainya pada saat program dijalankan (Raharjo, 2009).

2.9.4. Tipe Data

Tipe data merupakan suatu hal yang penting untuk kita ketahui pada saat belajar bahasa pemrograman. Kita harus dapat menentukan tipe data yang tepat untuk menampung sebuah data, baik itu data berupa bilangan numerik ataupun karakter. Hal ini bertujuan agar program yang kita buat tidak membutuhkan pemesanan kapling memori yang berlebihan. Seorang programmer yang handal harus dapat memilih dan menentukan tipe data apa yang seharusnya digunakan dalam pembuatan sebuah program (Raharjo, 2009). Secara garis besar tipe data pada bahasa C dibagi menjadi beberapa bagian antara lain sebagai berikut:

Macam-Macam Tipe Data Pada Bahasa C (Raharjo, 2009) :

- Tipe Data Karakter

Sebuah karakter, baik itu berupa huruf atau angka dapat disimpan pada sebuah variabel yang memiliki tipe data char dan unsigned char. Besarnya data yang dapat disimpan pada variabel yang bertipe data char adalah -127 - 127. Sedangkan untuk tipe data unsigned char adalah dari 0 - 255. Pada dasarnya setiap karakter memiliki nilai ASCII, nilai inilah yang sebetulnya disimpan pada variabel yang bertipe data karakter ini.

- Tipe Data Bilangan Bulat

Tipe data bilangan bulat atau dapat disebut juga bilangan desimal merupakan sebuah bilangan yang tidak berkoma. Pada bahasa C terdapat bermacam-macam tipe data yang dapat kita gunakan untuk menampung bilangan bulat. Kita dapat menyesuaikan penggunaan tipe data dengan terlebih dahulu memperhitungkan seberapa besar nilai yang akan kita simpan.

- Tipe Data Bilangan Berkoma

Pada bahasa C terdapat dua buah tipe data yang berfungsi untuk menampung data yang berkoma. Tipe data tersebut adalah float dan double. Double lebih memiliki panjang data yang lebih banyak dibandingkan float. Tipe data double dapat digunakan jika kita membutuhkan variabel yang dapat menampung tipe data berkoma yang bernilai besar.

2.9.5 Sketch Dalam Arduino

2.9.5.1. Header

Pada bagian ini biasanya ditulis definisi-definisi penting yang akan digunakan selanjutnya dalam program, misalnya penggunaan *library* dan pendefinisian *variable*. *Code* dalam blok ini dijalankan hanya sekali pada waktu compile. Di bawah ini contoh *code* untuk mendeklarasikan *variable led* (integer) dan sekaligus di isi dengan angka 13 `int led = 13;` (Raharjo, 2009).

2.9.5.2. Setup

Di sinilah awal program *Arduino* berjalan, yaitu di saat awal, atau ketika *power on Arduino board*. Biasanya di blok ini diisi penentuan apakah suatu pin digunakan sebagai *input* atau *output*, menggunakan perintah *pinMode*. Inisialisasi *variable* juga bisa dilakukan di blok ini

```
// the setup routine runs once when you press reset:
void setup() { // initialize the digital pin as an output.
pinMode(led, OUTPUT); }
```

OUTPUT adalah suatu makro yang sudah didefinisikan Arduino yang berarti = 1. Jadi perintah di atas sama dengan `pinMode(led, 1);`

Suatu pin bisa difungsikan sebagai *OUTPUT* atau *INPUT*. Jika difungsikan sebagai output, dia siap mengirimkan arus listrik (maksimum 100 mA) kepada beban yang disambungkannya. Jika difungsikan sebagai INPUT, pin tersebut memiliki *impedance* yang tinggi dan siap menerima arus yang dikirimkan kepadanya (Raharjo, 2009).

2.9.5.3. Loop

Blok ini akan dieksekusi secara terus menerus. Apabila program sudah sampai akhir blok, maka akan dilanjutkan dengan mengulang eksekusi dari awal blok. Program akan berhenti apabila tombol *power Arduino* di matikan. Di sinilah fungsi utama program *Arduino* kita berada.

```
void loop() {
digitalWrite(led, HIGH); // nyalakan LED
delay(1000); // tunggu 1000 milidetik
digitalWrite(led, LOW); // matikan LED
```



```
delay(1000); // tunggu 1000 milidetik }
```

Perintah *digitalWrite*(pinNumber,nilai) akan memerintahkan arduino untuk menyalakan atau mematikan tegangan di *pinNumber* tergantung nilainya. Jadi perintah di atas *digitalWrite*(led,HIGH) akan membuat pin nomor 13 (karena di header dideklarasikan led = 13) memiliki tegangan = 5V (HIGH). Hanya ada dua kemungkinan nilai *digitalWrite* yaitu *HIGH* atau *LOW* yang sebetulnya adalah nilai integer 1 atau 0. Kalau sudah dibuat program di atas, selanjutnya kita ambil kabel USB yang diikutsertakan pada saat membeli *Arduino*, pasang ke komputer dan *board arduino*, dan *upload* programnya. Lampu LED yg ada di *Arduino* board kita akan kelap-kelip. Sekedar informasi, sebuah LED telah disediakan di *board Arduino Uno* dan disambungkan ke pin 13 (Raharjo, 2009).