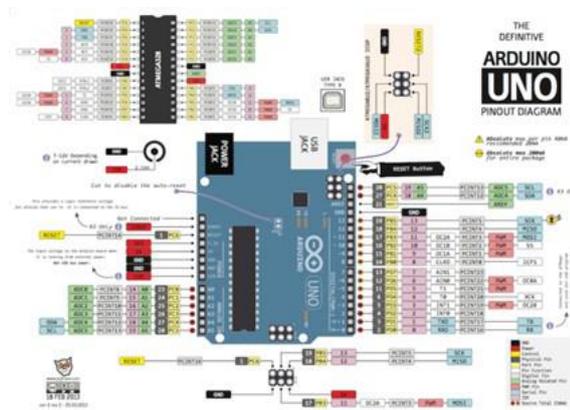


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

1.1 Arduino[1]

Arduino adalah pengendali mikro single-board yang bersifat open-source, diturunkan dari Wiring platform, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Hardwarenya memiliki prosesor Atmel AVR dan softwarenya memiliki bahasa pemrograman sendiri. Berikut ini adalah gambar salah satu jenis Arduino yang ditunjukkan pada gambar 2.1 dibawah:



Gambar 2.1. – Ardiono

Dengan mengambil contoh sebuah papan arduino tipe USB, bagian-bagiannya dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. 14 pin input/ouput digital (0 – 13), berfungsi sebagai input atau output, dapat diatur oleh program. Khusus untuk 6 buah pin 3, 5, 6, 9, 10 dan 11, dapat juga berfungsi sebagai pin analog output dimana tegangan outputnya dapat diatur. Nilai sebuah pin analog output dapat diprogram antara 0 – 254, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0 – 5 volt.
2. USB, berfungsi untuk: memuat program dari komputer ke dalam board arduino, komunikasi serial antara board arduino dengan komputer, dan memberi daya listrik kepada board arduino.
3. Sambungan SV1, sambungan atau jumper untuk memilih sumber daya board arduino, apakah dari sumber eksternal atau menggunakan USB. Sambungan ini tidak diperlukan lagi pada board arduino versi terakhir

karena pemilihan sumber daya eksternal atau USB dilakukan secara otomatis.

4. Q1 – Kristal (quartz crystal oscillator), jika mikrokontroler dianggap sebagai otak, maka kristal adalah jantungnya karena komponen ini menghasilkan detak-detak yang dikirim kepada mikrokontroler agar melakukan sebuah operasi untuk setiap detaknya. Kristal ini dipilih yang berdetak 16 juta kali per detik (16 MHz).
5. Tombol Reset S1, untuk mereset board arduino sehingga program akan mulai dari awal. Perhatikan bahwa tombol reset ini bukan untuk menghapus program atau mengosongkan mikrokontroler.
6. In Circuit Serial Programming (ICSP), port ICSP memungkinkan pengguna untuk memprogram mikrokontroler secara langsung, tanpa melalui bootloader. Umumnya pengguna arduino tidak melakukan ini sehingga ICSP tidak terlalu dipakai walaupun disediakan.
7. IC1 – Mikrokontroler Atmega 328, komponen utama dari board arduino, di dalamnya terdapat CPU, ROM dan RAM.
8. X1 – Sumber Daya Eksternal. Jika dikehendaki disuplai dengan sumber daya eksternal, board arduino dapat diberikan tegangan DC antara 9 – 12 volt.
9. 6 pin input analog (0 – 5), pin ini sangat berguna untuk membaca tegangan yang dihasilkan oleh sensor analog, seperti sensor suhu. Program adapat membaca nilai sebuah pin input antara 0 – 1023, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0 – 5 volt.

Tanpa melakukan konfigurasi apapun, begitu sebuah board arduino dikeluarkan dari kotak pembungkusnya ia dapat langsung disambungkan ke sebuah komputer melalui kabel USB. Selain berfungsi sebagai penghubung untuk pertukaran data, kabel USB ini juga akan mengalirkan arus DC 5 volt kepada board arduino sehingga praktis tidak diperlukan sumber daya dari luar. Saat mendapat suplai daya, lampu LED indikator daya pada board arduino akan menyala menandakan bahwa ia siap bekerja. Berikut ini adalah gambar dari pengujian arduino yang ditunjukkan pada gambar 2.2 dibawah:



Gambar 2.2. – Pengujian Arduino

Pada board arduino uno terdapat sebuah LED kecil yang terhubung ke pin no 13. LED ini dapat digunakan sebagai output saat seorang pengguna membuat sebuah program dan ia membutuhkan sebuah penanda dari jalannya program tersebut. Ini adalah cara praktis saat pengguna melakukan uji coba. Umumnya mikrokontroler pada board arduino telah memuat sebuah program kecil yang akan menyalakan tersebut berkedip-kedip dalam jeda satu detik. Jadi sangat mudah untuk menguji apakah sebuah board arduino baru dalam kondisi baik atau tidak, cukup sambungkan board itu dengan sebuah komputer dan perhatikan apakah LED indikator daya menyala konstan dan LED dengan pin 13 itu menyala berkedip-kedip.

Struktur, setiap program arduino (biasa disebut sketch) mempunyai dua buah fungsi yang harus ada, yaitu:

1. Void setup() { ... } , semua kode didalam kurung kurawal akan dijalankan hanya satu kali ketika program arduino dijalankan untuk pertama kalinya.
2. Void loop() { ... } , fungsi ini dijalankan setelah setup (fungsi void setup) selesai. Setelah dijalankan satu kali fungsi ini akan dijalankan kembali, dan lagi secara terus menerus samapi catu daya (power) dilepaskan.

Syntax, berikut ini adalah elemen bahasa c yang dibutuhkan untuk format penulisan :

1. // (komentar satu baris), kadang diperlukan untuk memberi catatan pada diri sendiri apa arti dari kode-kode yang dituliskan. Cukup menuliskan dua buah garis miring dan apapun yang kita ketikkan dibelakangnya akan diabaikan oleh program.
2. /* (komentar banyak baris), jika Anda mempunyai banyak catatan, maka hal tersebut dapat dituliskan pada beberapa baris sebagai komentar. Semua hal yang terletak di antara dua simbol tersebut akan diabaikan oleh program.
3. { ... } atau kurung kurawal, digunakan untuk mendefinisikan kapan blok program mulai dan berakhir (digunakan juga pada fungsi dan pengulangan).
4. ; (titik koma), setiap baris kode harus diakhiri dengan tanda titik koma (jika ada titik koma yang hilang maka program tidak akan bisa dijalankan).

Variabel, sebuah program secara garis besar didefinisikan sebagai instruksi untuk memindahkan angka dengan cara yang cerdas. Variabel inilah yang digunakan untuk memudahkannya.

1. Int (integer), digunakan untuk menyimpan angka dalam 2 byte (16 bit). Tidak mempunyai angka desimal dan menyimpan nilai dari -23.768 s/d 32.767.
2. Long, digunakan ketika integer tidak mencukupi lagi. Memakai 4 byte (32 bit) dari memori RAM dan mempunyai rentang nilai dari -2.147.648 s/d 2.147.483.647.
3. Boolean, variabel sederhana yang digunakan untuk menyimpan nilai TRUE (benar) atau FALSE (salah). Sangat berguna karena hanya menggunakan 1 bit dari RAM.
4. Float, digunakan untuk angka desimal (floating point). Memakai 4 byte (32 bit) dari RAM dan mempunyai rentang nilai dari -3,4028235E+38 s/d 3,4028235E+38.

5. Char (character), menyimpan 1 karakter menggunakan kode ASCII (misalnya 'A' = 65). Hanya memakai 1 byte (8 bit) dari RAM.

Operator Matematika, operator yang digunakan untuk memanipulasi angka (bekerja seperti matematika yang sederhana).

1. = (sama dengan), membuat sesuatu menjadi sama dengan nilai yang lain (misalnya: $x = 10 * 2$, $x = 20$).
2. % (persen), menghasilkan sisa dari hasil pembagian suatu angka yang lain (misalnya : $12 \% 10$, ini akan menghasilkan angka 2).
3. + (plus), merupakan operasi penjumlahan.
4. - (minus), operasi pengurangan.
5. * (asteris), operasi perkalian.
6. / (garis miring), operasi pembagian.

Operator Perbandingan, digunakan untuk membandingkan nilai logika.

1. == (sama dengan), misalnya: $12 == 10$ adalah FALSE (salah) atau $12 == 12$ adalah TRUE (benar).
2. != (tidak sama dengan), misalnya: $12 != 10$ adalah TRUE (benar) atau $12 != 12$ adalah FALSE (salah).
3. < (lebih kecil dari), misalnya: $12 < 10$ adalah FALSE (salah) atau $12 < 12$ adalah FALSE (salah) atau $12 < 14$ adalah TRUE (benar).
4. > (lebih besar dari), misalnya: $12 > 10$ adalah TRUE (benar) atau $12 > 12$ adalah FALSE (salah) atau $12 > 14$ adalah FALSE (salah).

Struktur Pengaturan, program sangat tergantung pada pengaturan apa yang akan dijalankan berikutnya. Berikut ini adalah elemen dasar pengaturan.

1. If ... else, dengan format seperti berikut ini:

```
If(kondisi) { ... }
Else if(kondisi) { ... }
Else { ... }
```

Dengan struktur seperti diatas program akan menjalankan kode yang ada di dalam kurung kurawal jika kondisinya TRUE, dan jika tidak (FALSE) maka akan diperiksa apakah kondisi pada else if dan jika kondisinya FALSE maka kode pada else yang akan dijalankan.

2. For, dengan format penulisan sebagai berikut:

```
For(int i = 0; i < #pengulangan; i++) { ... }
```

Digunakan bila Anda ingin melakukan pengulangan kode program di dalam kurung kurawal beberapa kali, ganti #pengulangan dengan jumlah pengulangan yang diinginkan. Melakukan perhitungan ke atas (++) atau ke bawah (--).

Digital

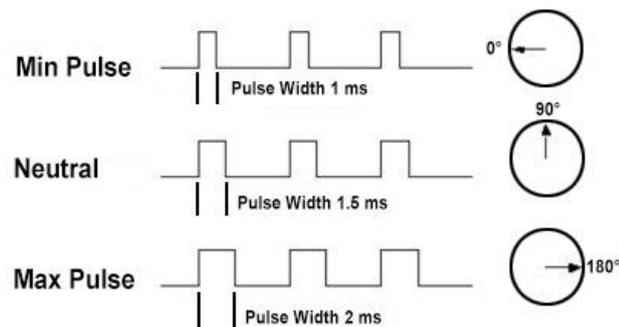
1. pinMode(pin, mode), digunakan untuk menetapkan mode dari suatu pin, pin adalah nomor pin yang akan digunakan sebagai port dari 0 s/d 19 (pin analog 0 s/d 5 adalah 14 s/d 19). Mode yang bisa digunakan adalah INPUT atau OUTPUT.
2. digitalWrite(pin, value), ketika sebuah pin ditetapkan sebagai OUTPUT, pin tersebut dapat dijadikan HIGH (+5 volt) atau LOW (ground).
3. digitalRead(pin), ketika sebuah pin ditetapkan sebagai INPUT, maka Anda dapat menggunakan kode ini untuk mendapatkan nilai pin tersebut apakah HIGH (+5 volt) atau LOW (ground).

Analog, arduino adalah mesin digital tetapi mempunyai kemampuan untuk beroperasi di dalam analog.

1. analogWrite(pin, value), beberapa pin pada arduino mendukung PWM (pulse width modulation) yaitu pin 3, 5, 6, 9, 10,11. Ini dapat merubah pin hidup (on) atau mati (off) dengan sangat cepat sehingga membuatnya dapat berfungsi layaknya keluaran analog. Value (nilai) pada format kode tersebut adalah angka antara 0 (0% duty cycle ~ 0 volt) dan 255 (100% duty cycle ~ 5 volt).
2. analogRead(pin), ketika pin analog ditetapkan sebagai INPUT Anda dapat membaca keluaran voltase-nya. Keluarannya berupa angka antara 0 (untuk 0 volt) dan 1024 (untuk 5 volt).

1.2 Motor Servo[2]

Motor servo merupakan motor listrik dengan sistem closed loop yang digunakan untuk mengendalikan kecepatan, akselerasi dan posisi akhir dari sebuah motor listrik dengan keakuratan yang tinggi. Motor servo terdiri dari tiga bagian utama, yaitu: motor, sistem kontrol dan potensiometer/encoder yang terhubung dengan satu set roda gigi ke poros output. Potentiometer atau encoder ini lah yang berfungsi sebagai sensor yang memberikan sinyal umpan balik (feedback) ke sistem kontrol apakah posisi targetnya sudah benar atau belum. Encoder biasanya digunakan pada motor servo industri. Sedangkan potentiometer biasanya digunakan pada aplikasi yang lebih sederhana seperti mobil remote kontrol. Potentiometer ini terdiri dari tiga kabel dengan 2 kabel untuk power dan 1 kabel untuk kabel sinyal. Motor akan menggerakkan roda gigi untuk memutar potensiometer dan poros output secara bersamaan. Potensiometer lah yang akan mengendalikan posisi sudut motor servo dengan pemberian sinyal ke dalam sistem kontrol. Jika posisi targetnya sudah benar, maka ia akan menghentikan motor servo. Sebaliknya, Jika sistem kontrol mendeteksi bahwa sudut belum tepat, maka ia akan mengubah motor servo ke arah yang benar sampai posisi sudutnya benar. Kelebihan inilah yang tidak ditemukan pada motor biasa. Motor servo biasanya digunakan untuk mengendalikan posisi sudut antara 0 dan 180 derajat. Motor servo dikendalikan dengan sinyal PWM dari encoder/potentiometer. Lebar sinyal (pulsa) yang diberikan inilah yang akan menentukan posisi sudut putaran dari poros motor servo. Sebagai contoh, lebar sinyal dengan waktu 1,5 ms (mili second) akan memutar poros motor servo ke posisi sudut 90° . Bila sinyal lebih pendek dari 1,5 ms maka akan berputar ke arah posisi 0° atau ke kiri (berlawanan dengan arah jarum jam), sedangkan bila sinyal yang diberikan lebih lama dari 1,5 ms maka poros motor servo akan berputar ke arah posisi 180° atau ke kanan (searah jarum jam). Berikut ini adalah gambar motor servo yang ditunjukkan pada gambar 2.3 dibawah:



Gambar 2.3. – Sinyal Pwm Pada Motor Servo

Ketika sinyal PWM telah diberikan, maka poros motor servo akan bergerak ke posisi yang telah ditargetkan dan berhenti pada posisi tersebut serta akan tetap bertahan pada posisi tersebut. Jika ada kekuatan eksternal yang mencoba memutar atau mengubah posisi tersebut, maka sistem closed loop dari motor servo tersebut akan bekerja dengan mencoba menahan atau melawan kekuatan eksternal tersebut dengan kekuatan internal dari motor servo itu sendiri. Namun motor servo tidak akan mempertahankan posisinya untuk selamanya, sinyal PWM harus diulang setiap 20 ms (mili second) agar posisi poros motor servo tetap bertahan pada posisinya.

- **Beberapa Jenis Motor Servo**

Motor servo ini memang biasanya terbagi dengan dua jenis utama, yaitu motor servo AC dan motor servo DC dimana motor servo AC ini lebih sering menangani arus yang tinggi atau beban berat yang biasa diaplikasikan pada mesin-mesin industri. Sedangkan motor servo DC biasanya lebih cocok untuk digunakan pada aplikasi-aplikasi yang lebih kecil. Disamping itu, ada juga jenis lain berdasarkan aplikasinya seperti brushless DC servo motor, positional rotation, continuous rotation and linear servo motor.

- **Positional rotation**

Merupakan motor servo yang paling umum dengan poros output berputar setengah lingkaran (0 – 180 deg) yang bisa bergerak searah ataupun berlawanan dengan arah jarum jam. Pada tipe ini terdapat roda gigi tambahan sebagai mekanisme pencegahan putaran motor servo melebihi

batas. Tipe ini biasanya digunakan pada aplikasi seperti mainan, remote control pesawat terbang, mobil, robot arm (lengan robot).

- Continuous Rotation

Merupakan tipe motor servo yang dapat berputar 360 derajat. Motor servo ini dapat berputar searah ataupun berlawanan arah jarum jam. Sesuai dengan namanya, motor servo ini tidak memiliki sudut defleksi putaran seperti motor servo yang lain melainkan berputar secara kontinu. Motor servo continuous rotation sering dipakai untuk Mobile Robot.

- Linear servo motor

Merupakan tipe motor servo yang bergerak secara linear atau maju mundur sesuai namanya. Perbedaannya dengan motor servo lainnya adalah adanya roda gigi tambahan dengan mekanisme rack and pinion untuk mengubah gerakan rotasi menjadi gerakan linear.

- Brushless DC servo motor

Merupakan tipe motor servo yang tidak menggunakan brush (sikat). Sebenarnya brushless servo motor ini sama seperti motor servo yang lain, perbedaannya hanya pada proses komutasi yang sudah tidak menggunakan komutator mekanik dengan brush lagi, tetapi sudah menggunakan teknologi elektronik dalam proses komutasinya, yaitu sensor dan controller. Biasanya motor servo brushless ini diaplikasikan pada sepeda motor listrik, mobil listrik, DVD player, cooling fan computer dan pesawat/kapal tanpa awak. Aplikasi motor servo brushless ini semakin meningkat karena lebih efisien dengan daya motor kecil pun sudah bisa menghasilkan putaran yang tinggi dan torsi yang besar jika dibandingkan dengan motor AC ataupun motor DC biasa.

1.3 RFID[3]

Radio Frequency Identification atau yang lebih dikenal sebagai RFID merupakan suatu metoda identifikasi objek yang menggunakan gelombang radio. Proses identifikasi dilakukan oleh RFID reader dan RFID transponder (RFID tag). RFID tag dilekatkan pada suatu benda atau suatu objek yang akan diidentifikasi. Tiaptiap RFID tag memiliki data angka identifikasi (ID number) yang unik, sehingga tidak ada RFID tag yang memiliki ID number yang sama.

- Jenis RFID

Terdapat beberapa bagian dari RFID antara lain:

- RFID Tag

RFID tag dapat berupa stiker, kertas atau plastik dengan beragam ukuran. Didalam setiap tag ini terdapat chip yang mampu menyimpan ID number dan sejumlah informasi tertentu dan sebuah antena.

- Antena

Antena berfungsi untuk mentransmikan sinyal frekuensi radio antara RFID reader dengan RFID tag. Sedangkan dalam RFID tag dan RFID reader masing-masing memiliki antena internal sendiri karena RFID tag dan RFID reader merupakan transceiver (transmitter-receiver).

- RFID Reader

RFID reader akan membaca ID number yang dan informasi lainnya yang disimpan oleh RFID tag. RFID reader harus kompatibel dengan RFID tag agar RFID tag dapat dibaca.

- Bentuk Fisik Tag

Terdapat dua bentuk fisik tag yaitu berupa gantungan kunci dan kartu. Berikut ini adalah gambar RFID yang ditunjukkan pada gambar 2.4 dibawah:



Gambar 2.4. – Bentuk Fisik Tag RFID


```
}

```

Setelah dilakukan autentifikasi baru kita bisa membaca atau menulis memory TAG / RFID Card

8. Membaca Memori TAG /RFID Card

```
status = mfrc522.MIFARE_Read(alamatBlock, buffer, &size);
if (status != MFRC522::STATUS_OK) {
Serial.print("Read failed: ");
}

```

kalau berhasil maka data hasil baca disimpan di array bernama buffer. sebelumnya kita deklarasikan dulu array buffer tsb.

9. Menulis ke memory TAG

```
status = mfrc522.MIFARE_Write(alamatBlock, dataBlock, 16);
if (status != MFRC522::STATUS_OK) {
Serial.print("Write failed: ");
}

```

parameter angka 16 adalah jumlah byte dalam 1 block.

data yg akan ditulis disimpan di array data Block yg sebelumnya sudah kita buat.

10. Setelah selesai membaca atau menulis ditutup dengan perintah sbb:

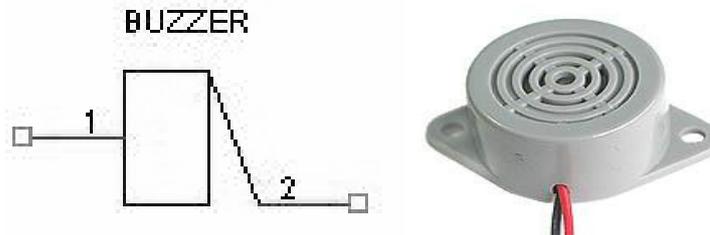
```
// Halt PICC
mfrc522.PICC_HaltA();
// Stop encryption on PCD
mfrc522.PCD_StopCrypto1();

```

1.4 Buzzer[4]

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubahgetaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja buzzer hampir sama dengan loud speaker, jadi buzzer juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan

menghasilkan suara. Berikut ini adalah gambar buzzer yang ditunjukkan pada gambar 2.7 dibawah:



Gambar 2.7. – Simbol dan Bentuk Buzzer

1.5 Relay[5]

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.

Relay dibutuhkan dalam rangkaian elektronika sebagai eksekutor sekaligus interface antara beban dan sistem kendali elektronik yang berbeda sistem power supplynya. Secara fisik antara saklar atau kontaktor dengan elektromagnet relay terpisah sehingga antara beban dan sistem kontrol terpisah. Bagian utama relay elektro mekanik adalah sebagai berikut. Kumparan elektromagnet Saklar atau kontaktor Swing Armatur Spring (Pegas). Berikut ini adalah gambar dan simbol dari relay yang ditunjukkan pada gambar 2.8 dibawah:



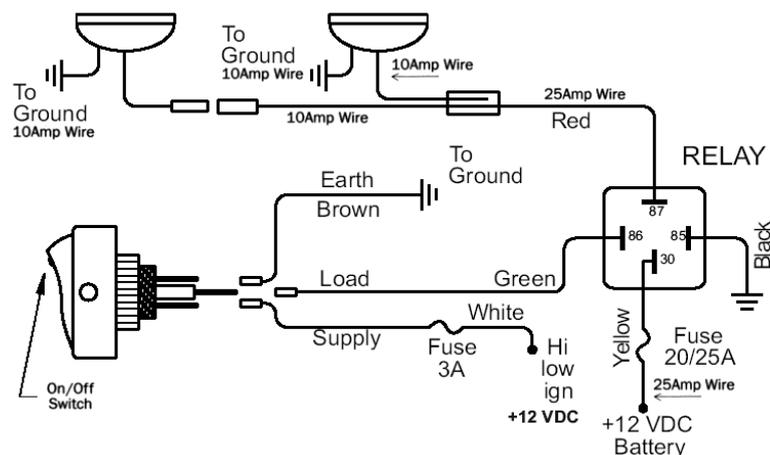
Gambar 2.8. – Bentuk Relay

Relay dapat digunakan untuk mengontrol motor AC dengan rangkaian kontrol DC atau beban lain dengan sumber tegangan yang berbeda antara tegangan rangkaian kontrol dan tegangan beban. Rangkaian penggerak relay dapat dilihat pada gambar 2. Diantara aplikasi relay yang dapat ditemui diantaranya adalah : Relay sebagai kontrol ON/OF beban dengan sumber tegang berbeda. Relay sebagai selektor atau pemilih hubungan. Relay sebagai eksekutor rangkaian delay (tunda) Relay sebagai protektor atau pemutus arus pada kondisi tertentu.

Sifat – sifat relay antara lain:

1. Impedansi kumparan, biasanya impedansi ditentukan oleh tebal kawat yang digunakan serta banyaknya lilitan. Biasanya impedansi berharga 1 – 50 K Ω Guna memperoleh daya hantar yang baik.
2. Daya yang diperlukan untuk mengoperasikan relay besarnya sama dengan nilai tegangan dikalikan arus.

Banyaknya kontak-kontak jangkar dapat membuka dan menutup lebih dari satu kontak sekaligus tergantung pada kontak dan jenis relaynya. Jarak antara kontak-kontak menentukan besarnya tegangan maksimum yang diizinkan antara kontak tersebut(Bishop, 2004). Berikut ini adalah gambar rangkaian relay yang ditunjukkan pada gambar 2.9 dibawah:



Gambar 2.9. – Rangkaian Relay

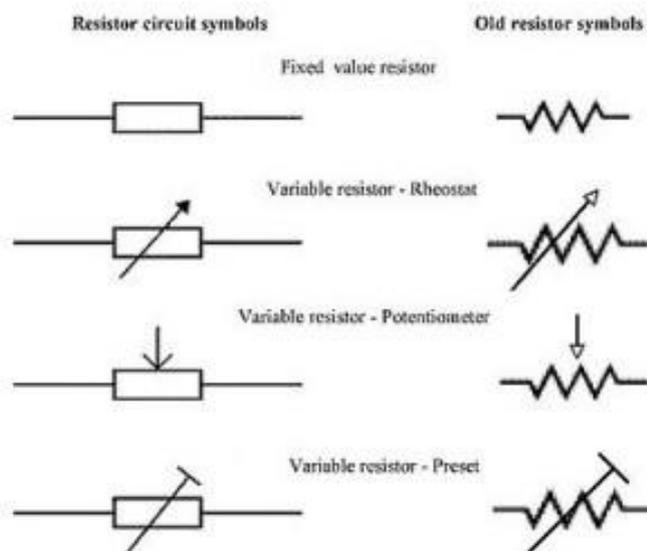
1.6 Resistor[6]

Resistor adalah komponen elektronika yang berfungsi untuk menghambat atau membatasi aliran listrik yang mengalir dalam suatu rangkain elektronika.

Sebagaimana fungsi resistor yang sesuai namanya bersifat resistif dan termasuk salah satu komponen elektronika dalam kategori komponen pasif. Satuan atau nilai resistansi suatu resistor disebut Ohm dan dilambangkan dengan simbol Omega (Ω). Sesuai hukum Ohm bahwa resistansi berbanding terbalik dengan jumlah arus yang mengalir melaluinya. Selain nilai resistansinya (Ohm) resistor juga memiliki nilai yang lain seperti nilai toleransi dan kapasitas daya yang mampu dilewatkannya. Semua nilai yang berkaitan dengan resistor tersebut penting untuk diketahui dalam perancangan suatu rangkaian elektronika oleh karena itu pabrikan resistor selalu mencantumkan dalam kemasan resistor tersebut..

- Simbol Resistor

Berikut ini adalah simbol resistor yang ditunjukkan pada gambar 2.10 dibawah:



Gambar 2.10. – Bentuk dan simbol Resistor

Resistor dalam suatu teori dan penulisan formula yang berhubungan dengan resistor disimbolkan dengan huruf “R”. Kemudian pada desain skema elektronika resistor tetap disimbolkan dengan huruf “R”, resistor variabel disimbolkan dengan huruf “VR” dan untuk resistor jenis potensiometer ada yang disimbolkan dengan huruf “VR” dan “POT”.

- Kapasitas Daya Resistor

Kapasitas daya pada resistor merupakan nilai daya maksimum yang mampu dilewatkan oleh resistor tersebut. Nilai kapasitas daya resistor ini dapat dikenali dari ukuran fisik resistor dan tulisan kapasitas daya dalam satuan Watt untuk resistor dengan kemasan fisik besar. Menentukan kapasitas daya resistor ini penting dilakukan untuk menghindari resistor rusak karena terjadi kelebihan daya yang mengalir sehingga resistor terbakar dan sebagai bentuk efisiensi biaya dan tempat dalam pembuatan rangkaian elektronika.

- Nilai Toleransi Resistor

Toleransi resistor merupakan perubahan nilai resistansi dari nilai yang tercantum pada badan resistor yang masih diperbolehkan dan dinyatakan resistor dalam kondisi baik. Toleransi resistor merupakan salah satu perubahan karakteristik resistor yang terjadi akibat operasional resistor tersebut. Nilai toleransi resistor ini ada beberapa macam yaitu resistor dengan toleransi kerusakan 1% (resistor 1%), resistor dengan toleransi kesalahan 2% (resistor 2%), resistor dengan toleransi kesalahan 5% (resistor 5%) dan resistor dengan toleransi 10% (resistor 10%). Nilai toleransi resistor ini selalu dicantumkan di kemasan resistor dengan kode warna maupun kode huruf. Sebagai contoh resistor dengan toleransi 5% maka dituliskan dengan kode warna pada cincin ke 4 warna emas atau dengan kode huruf J pada resistor dengan fisik kemasan besar.

- Jenis-jenis Resistor

Berdasarkan jenis dan bahan yang digunakan untuk membuat resistor dibedakan menjadi resistor kawat, resistor arang dan resistor oksida logam atau resistor metal film.

- Resistor Kawat (Wirewound Resistor)

Berikut adalah gambar resistor kawat yang ditunjukkan pada gambar 2.11 dibawah:



Gambar 2.11. – Resistor Kawat

Resistor kawat atau wirewound resistor merupakan resistor yang dibuat dengan bahan kawat yang dililitkan. Sehingga nilai resistansi resistor ditentukan dari panjangnya kawat yang dililitkan. Resistor jenis ini pada umumnya dibuat dengan kapasitas daya yang besar.

- Resistor Arang (Carbon Resistor)

Berikut adalah gambar resistor arang yang ditunjukkan pada gambar 2.12 dibawah:

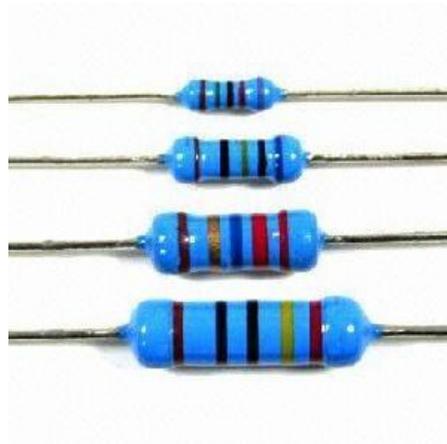


Gambar 2.12. – Resistor Arang

Resistor arang atau resistor karbon merupakan resistor yang dibuat dengan bahan utama batang arang atau karbon. Resistor karbon ini merupakan resistor yang banyak digunakan dan banyak diperjual belikan. Dipasaran resistor jenis ini dapat kita jumpai dengan kapasitas daya 1/16 Watt, 1/8 Watt, 1/4 Watt, 1/2 Watt, 1 Watt, 2 Watt dan 3 Watt.

- Resistor Oksida Logam(Metal Film Resistor)

Berikut adalah gambar resistor kawat yang ditunjukkan pada gambar 2.13 dibawah:



Gambar 2.13. – Resistor Oksida

Resistor oksida logam atau lebih dikenal dengan nama resistor metal film merupakan resistor yang dibuat dengan bahan utama oksida logam yang memiliki karakteristik lebih baik. Resistor metal film ini dapat ditemui dengan nilai toleransi 1% dan 2%. Bentuk fisik resistor metal film ini mirip dengan resistor karbon hanya beda warna dan jumlah cincin warna yang digunakan dalam penilaian resistor tersebut. Sama seperti resistor karbon, resistor metal film ini juga diproduksi dalam beberapa kapasitas daya yaitu 1/8 Watt, 1/4 Watt, 1/2 Watt. Resistor metal film ini banyak digunakan untuk keperluan pengukuran, perangkat industri dan perangkat militer.

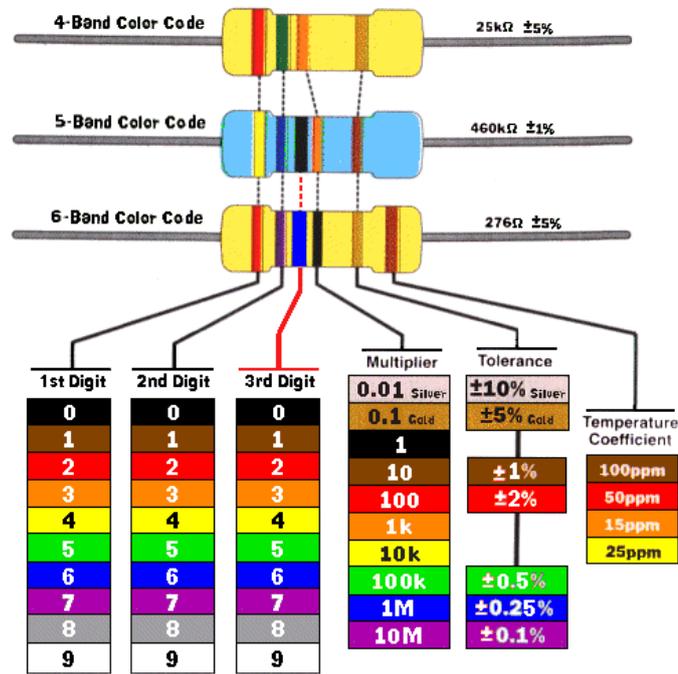
- Menghitung Nilai Resistor

Nilai resistor dapat diketahui dengan kode warna dan kode huruf pada resistor. Resistor dengan nilai resistansi ditentukan dengan kode warna dapat ditemukan pada resistor tetap dengan kapasitas daya rendah, sedangkan nilai resistor yang ditentukan dengan kode huruf dapat ditemui pada resistor tetap daya besar dan resistor variable.

- Kode Warna Resistor

Cicin warna yang terdapat pada resistor terdiri dari 4 ring 5 dan 6 ring warna. Dari cincin warna yang terdapat dari suatu resistor tersebut memiliki

arti dan nilai dimana nilai resistansi resistor dengan kode warna. Berikut ini adalah gambar kode warna yang ditunjukkan pada gambar 2.14 dibawah:



Gambar 2.14. – Kode warna Resistor

- Resistor Dengan 4 Cincin Kode Warna

Maka cincin ke 1 dan ke 2 merupakan digit angka, dan cincin kode warna ke 3 merupakan faktor pengali kemudian cincin kode warna ke 4 menunjukkan nilai toleransi resistor.

- Resistor Dengan 5 Cincin Kode Warna

Maka cincin ke 1, ke 2 dan ke 3 merupakan digit angka, dan cincin kode warna ke 4 merupakan faktor pengali kemudian cincin kode warna ke 5 menunjukkan nilai toleransi resistor.

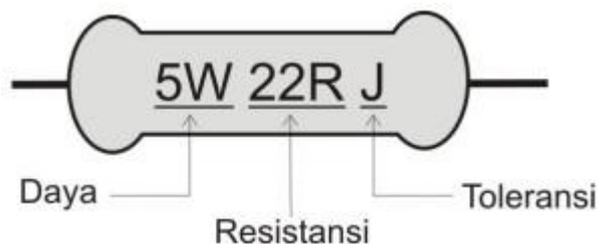
- Resistor Dengan 6 Cincin Warna

Resistor dengan 6 cincin warna pada prinsipnya sama dengan resistor dengan 5 cincin warna dalam menentukan nilai resistansinya. Cincin ke 6 menentukan coefisien temperatur yaitu temperatur maksimum yang diijinkan untuk resistor tersebut.

- Kode Huruf Resistor

Resistor dengan kode huruf dapat kita baca nilai resistansinya dengan mudah karena nilai resistansi dituliskan secara langsung. Pada umumnya

resistor yang dituliskan dengan kode huruf memiliki urutan penulisan kapasitas daya, nilai resistansi dan toleransi resistor. Kode huruf digunakan untuk penulisan nilai resistansi dan toleransi resistor. Berikut ini adalah gambar kode huruf resistor yang ditunjukkan pada gambar 2.15 dibawah:



Gambar 2.15. – Kode Huruf Resistor

Kode Huruf Untuk Nilai Resistansi :

R, berarti x1 (Ohm)

K, berarti x1000 (KOhm)

M, berarti x 1000000 (MOhm)

Kode Huruf Untuk Nilai Toleransi :

F, untuk toleransi 1%

G, untuk toleransi 2%

J, untuk toleransi 5%

K, untuk toleransi 10%

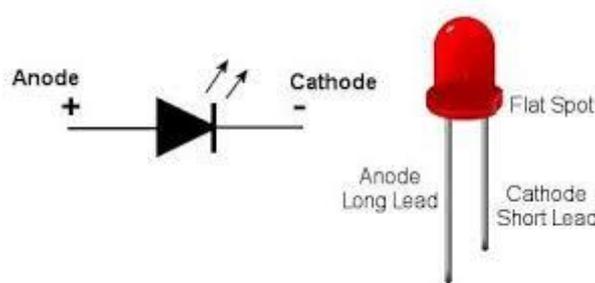
M, untuk toleransi 20%

Dalam menentukan suatu resistor dalam suatu rangkaian elektronika yang harus diingat selain menentukan nilai resistansinya adalah menentukan kapasitas daya dan toleransinya. Hal ini berkaitan dengan harga jual resistor dipasaran dan luas area yang dibutuhkan dalam meletakkan resistor pada rangkaian elektronika.

1.7 LED[7]

LED adalah komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika diberikan tegangan maju. LED merupakan keluarga dioda yang terbuat dari bahan semi konduktor. Warna-warna cahaya yang dipancarkan

oleh LED tergantung pada jenis bahan semi konduktor yang dipergunakannya. LED juga dapat memancarkan sinar inframerah yang tidak tampak oleh mata seperti yang sering kita jumpai pada remote control tv ataupun remote control perangkat elektronik lainnya. Berikut ini adalah gambar simbol dan bentuk led yang ditunjukkan pada gambar 2.15 dibawah:



Gambar 2.16. – Simbol dan Bentuk LED

Bentuk LED mirip dengan sebuah bohlam (bola lampu) yang kecil dan dapat dipasangkan dengan mudah kedalam berbagai perangkat elektronika. Berbeda dengan lampu pijar, LED tidak memerlukan pembakaran filamen sehingga tidak menimbulkan panas dalam menghasilkan cahaya.

- **Cara Kerja LED**

LED merupakan dari dioda yang terbuat dari semi konduktor . Cara kerjanya pun hampir sama dengan dioda yaitu memiliki dua kutub yakni kutub positif dan kutub negatif. LED hanya akan memancarkan cahaya apabila dialiri tegangan maju (bias forward) dari anoda menuju ke katoda. LED terdiri dari sebuah chip semi konduktor yang didoping sehingga menciptakan junction P dan N. Yang dimaksud dengan proses doping dalam semi konduktor adalah proses untuk menambahkan ketidak murnian (impurity) kelistrikan yang diinginkan, ketika LED dialiri tegangan maju atau bias forward yaitu dari anoda (P) menuju ke (K). Kelebihan elektron pada N-Type material akan berpindah ke wilayah yang kelebihan hole (lubang) yaitu wilayah yang bermuatan positif (P-Type material), saat elektron berjumpa dengan hole akan melepaskan photon dan memancarkan cahaya monokromatik (satu warna).

- **Cara Menentukan Anoda dan Katoda pada LED**

Ciri-ciri kaki Anoda

- Kaki lebih panjang
- Led flame kecil

Ciri-ciri kaki Katoda

- Kaki lebih pendek
- Led flame besar
- Terletak disisi yang flat
- Warna-warna LED

Saat ini, LED telah memiliki keranekaragaman warna, diantaranya seperti warna merah, kuning, hijau, putih, hijau, jingga dan inframerah. Keanekaragaman warna pada LED tersebut tergantung pada Wavelength (panjang gelombang) dan senyawa semi konduktor yang dipergunakannya. Berikut ini adalah tabel senyawa pada semi konduktor yang ditunjukkan pada tabel 2.1 dibawah:

Tabel 2.1 – Tabel Senyawa Pada Semikonduktor

Bahan Semikonduktor	Wavelength	Warna
Gallium Arsenide (Ga As)	850-940 nm	Inframerah
Gallium Arsenide Phospide (Ga Asp)	630-660 nm	Merah
Gallium Arsenide Phosphide (GaAsP)	605-620 nm	Jingga
Gallium Arsenide Phosphide Nitride (GaAsP:N)	585-595 nm	Kuning
Aluminium Gallium Phosphide (AlGaP)	550-570 nm	Hijau
Silicon Carbide (SiC)	430-505 nm	Biru
Gallium Indium Nitride (GaInN)	450nm	Putih

- Tegangan Maju(Forward Bias) LED
Masing-masing warna LED memerlukan tegangan maju (Forward bias) untuk dapat mengalirkannya. Tegangan maju untuk LED tersebut tergolong rendah sehingga memerlukan sebuah resistor untuk membatasi arus dan tegangannya agar tidak merusak LED yang bersangkutan tegangan maju biasanya dilambangkan dengan tanda VF.
- Keunggulan Dari LED
LED memiliki beberapa keunggulan diantara lain:

- LED memiliki energi efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan lampu lain, dimana LED lebih hemat energi 80% sampai 90% dibandingkan lampu lain.
- LED memiliki waktu penggunaan yang lebih lama hingga mencapai 100 ribu jam.
- LED memiliki tegangan operasi DC yang rendah.
- Cahaya keluaran dari LED bersifat dingin atau cool (tidak ada sinar UV atau energi panas).
- Ukurannya yang mini dan praktis.
- Tersedia dalam berbagai warna.
- Harga murah.
- Kelemahan Dari LED
LED memiliki beberapa kelemahan diantara lain:
 - Suhu lingkungan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan gangguan elektrik pada LED.
 - Harga LED per lumen lebih tinggi dibandingkan dengan lampu lain.
 - Intensitas cahaya (lumen) yang dihasilkannya tergolong kecil.

1.8 Lampu[8]

Lampu adalah sebuah peranti yang memproduksi cahaya. Kata "lampu" dapat juga berarti bola lampu. Lampu pertama kali ditemukan oleh Sir Joseph William Swan. Lampu adalah sebuah benda yang berfungsi sebagai penerang, lampu memiliki bentuk seperti botol dengan rongga yang berisi kawat kecil yang akan menyala apabila disambungkan ke aliran listrik. Awal hadirnya lampu dari seorang ilmuwan yang dianggap bodoh walau dianggap bodoh dan sering gagal tapi orang ini tidak menyerah dalam eksperimen menciptakan lampu setelah bertahun-tahun lamanya sang ilmuwan pun menciptakan bola lampu. Ilmuwan yang menemukan atau bisa disebut pencipta bola lampu adalah Thomas Alfa Edison. Perjuangan panjang yang dilakukan Thomas sekarang mendapatkan hasil, yang dulunya selalu gagal kini penemuannya hampir semua orang menggunakannya.

- Jenis-jenis Lampu
Lampu memiliki beberapa jenis diantaranya:
 - Lampu Halogen

Lampu ini menggunakan kawat dan bahan tungsten dan di dalam ruang vakumnya diberi gas. Gas ini mempunyai fungsi menciptakan sinar yang kuat. Lampu halogen ini digunakan sebagai lampu sorot. Lampu halogen biasanya memiliki reflektor (cermin dibelakangnya) untuk memperkuat cahaya yang keluar. Fittingnya biasanya khusus, namun saat ini ada pula yang dengan jenis fitting biasa. Lampu jenis ini merupakan lampu spot yang baik. Lampu spot adalah lampu yang cahayanya mengarah ke satu area saja, misalnya lampu untuk menerangi benda seni secara terfokus. Lampu ini baik untuk digunakan sebagai penerangan taman untuk membuat kesan dramatis dari pencahayaan terpusat seperti menerangi patung, tanaman, kolam atau area lainnya. Jenis lampu ini sebenarnya merupakan lampu filamen yang sudah berhasil dikembangkan menjadi lebih terang, namun juga kebutuhan energi (watt) yang relatif sama.

- **Lampu Pijar**
Lampu jenis ini berpijar kawat filamennya saat aliran listrik mengalirinya. Pijaran kawat inilah yang berubah menjadi cahaya. Jenis lampu ini sangat mudah menyala tetapi sangat panas untuk pemakaian yang relatif lama. Oleh karena itu. Lampu jenis ini boros energi. Warna cahaya lampu pijar adalah kuning derajat suhu warna $2^{\circ}500 - 2^{\circ}700$ K (Kelvin) Jenis lampu yang dikembangkan Thomas Alfa Edison ini memakai filamen tungsten yaitu semacam kawat pijar didalam bola kaca yang diisi gas nitrogen, argon, kripton, hidrogen dan sebagainya. Lampu ini membutuhkan lebih banyak energi dibandingkan lampu TL untuk mendapatkan tingkat terang yang sama. Lampu pijar atau bohlam biasa ini hanya bertahan 1000 jam atau untuk rata-rata pemakaian 10 jam sehari semalam, hanya bertahan kira-kira 3 – 4 bulan, dan setelah itu kita harus membeli bohlam baru.
- **Lampu TL**
Lampu ini menyala sebab adanya bahan fosfor yang mengubah sinar ultraviolet menjadi cahaya. Jenis lampu ini lebih terang dan hemat dibandingkan lampu pijar. Jenis lampu ini juga dikenal dengan lampu neon. Dewasa ini lampu neon bentuknya macam-macam, ada yang bentuknya memanjang biasa, bentuk spiral atau tornado, dan ada juga yang bentuk memanjang vertikal dengan fitting (bentuk pemasangan ke kap

lampu) yang mirip seperti lampu pijar biasa. Lampu TL lebih hemat energi dibandingkan lampu pijar, karena lebih terang. Untuk lampu TL yang baik (merk bagus), bisa bertahan 15.000 jam atau setara dengan 10 tahun pemakaian, harganya juga sekitar 10x lampu pijar biasa. Sedangkan lampu TL yang berkualitas buruk mungkin bisa bertahan 4-6 bulan saja (dewasa ini banyak bermunculan merk lampu „hemat energi“ yang murah, namun kualitasnya rendah). Lampu TL saat ini juga banyak memiliki varian dan bentuk seperti diatas dengan fitting ulir yang biasa dipakai untuk lampu bohlam biasa. Dengan jumlah watt (energi listrik) yang lebih kecil, lampu TL atau neon lebih murah digunakan daripada membeli lampu pijar biasa, dan saat ini jenis lampu TL juga bervariasi baik bentuk, fitting pemasangan, serta warna cahayanya ada yang putih, kuning, dan warna lainnya. Dengan keseimbangan antara harga dan lama pemakaian, lampu TL banyak digunakan untuk penerangan toko, mall, serta tempat-tempat lain yang membutuhkan cahaya terang dan lebih hemat energi.

- **Lampu LED**
Lampu LED ini merupakan jenis lampu yang paling hemat pemakaian energinya. Lampu ini konstruksinya kecil sehingga dapat diterapkan dalam berbagai aplikasi. Disamping itu, warna yang dihasilkan berwarna-warni sehingga nampak indah.

Jenis-jenis lampu memang sangat menguntungkan bagi kehidupan kita. Dengan mempergunakan jenis lampu yang sesuai, maka dekorasi rumah kita dapat menjadi indah. Lampu ini merupakan sirkuit semikonduktor yang memancarkan cahaya ketika dialiri listrik. Sifatnya berbeda dengan filamen yang harus dipijarkan (dibakar) atau lampu TL yang merupakan pijaran partikel. Lampu LED memancarkan cahaya lewat aliran listrik yang relatif tidak menghasilkan banyak panas. Karena itu lampu LED terasa dingin dipakai karena tidak menambah panas ruangan seperti lampu pijar. Lampu LED juga memiliki warna sinar yang beragam, yaitu putih, kuning, dan warna-warna lainnya. Satu varian bentuk lampu LED, dimana bentuk lampu LED yang menggantikan bohlam bisa bermacam-macam.