

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 SENSOR GARIS (TCRT5000)

Sensor garis TCRT5000 menggunakan prinsip pantulan cahaya inframerah untuk menentukan nilai outputnya. Ketika pantulan cahaya infrared dinilai kurang atau tidak ada (pada objek berwarna gelap atau hitam), phototransistor akan dalam kondisi off dan terminal output dari modul akan memberikan nilai HIGH. Jika terdapat pantulan cahaya yang dinilai memadai (pada permukaan terang atau putih) maka intensitas cahaya yang dipantulkan dan diterima oleh phototransistor akan cukup besar untuk berada dalam kondisi on dan modul akan memberikan output LOW (indikator led akan menyala).

- Menggunakan sensor infra merah TCRT5000 dengan LM393 sebagai wide voltage comparator
- Jarak deteksi : 1 mm ~ 8 mm, jarak focal 2.5 mm
- Tegangan kerja : 3.3V ~ 5V
- Output format : Digital Switching Outputs (0 dan 1)
- Ukuran 3.2 cm x 1.4 cm

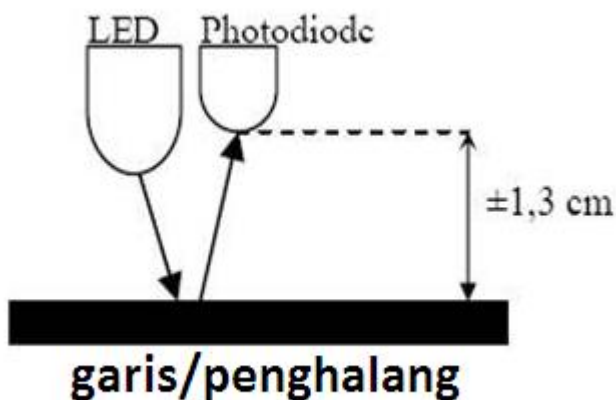


**Gambar 2.1** modul sensor garis TCRT5000

Modul sensor IR ini biasa digunakan dalam robot line follower sebagai pendeteksi garis hitam-putih, atau sebagai sensor halang-rintang dalam robot penghindar halangan untuk jarak sensor dekat.

### 2.1.1 Mekanisme Perancangan Sensor Garis

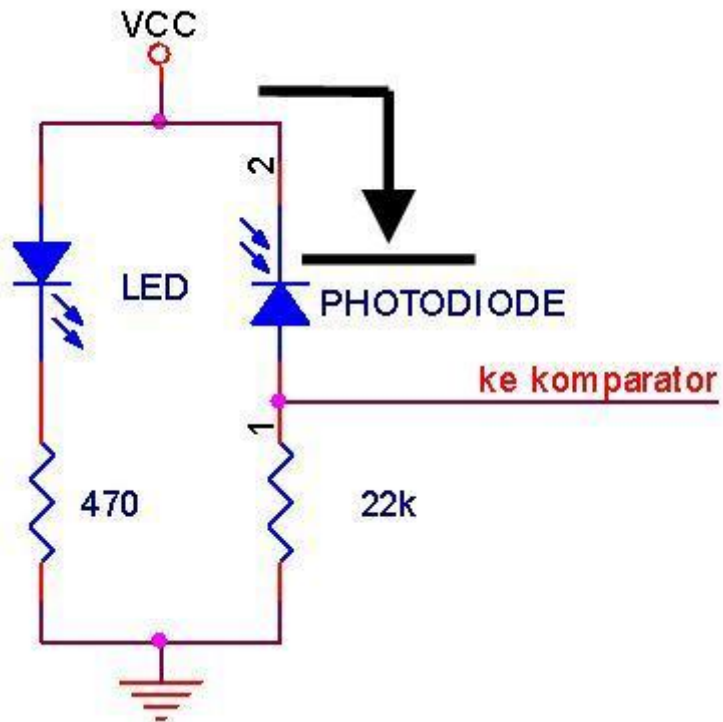
LED *superbright* berfungsi sebagai pengirim cahaya ke garis untuk dipantulkan lalu dibaca oleh sensor *photodiode*. Sifat dari warna putih (permukaan terang) yang memantulkan cahaya dan warna hitam (permukaan gelap) yang tidak memantulkan cahaya digunakan dalam aplikasi ini. Gambar dibawah ini adalah ilustrasi mekanisme sensor garis.



**Gambar 2.2** Ilustrasi mekanisme sensor garis

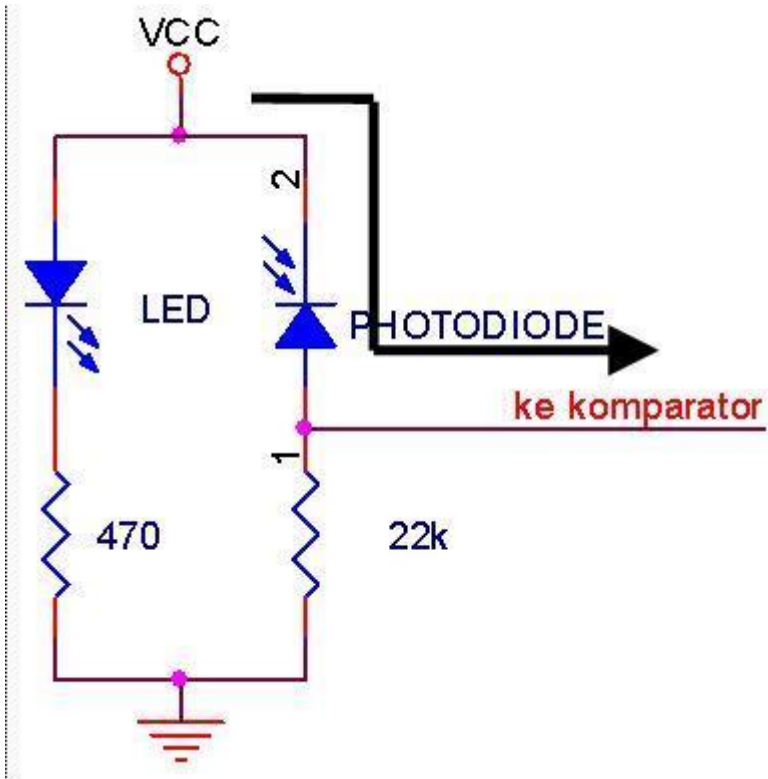
### 2.1.2 Prinsip Kerja Sensor

Pada rancangan sensor photodiode dibawah ini, nilai resistansinya akan berkurang bila terkena cahaya dan bekerja pada kondisi *reverse* bias. Untuk pemberi pantulan cahayanya digunakan LED*superbright*, komponen ini mempunyai cahaya yang sangat terang, sehingga cukup untuk mensuplai pantulan cahaya ke *photodiode*. Berikut ini prinsip dan gambaran kerja dari sensor *photodiode*.



**Gambar 2.3** Sensor photodiode tidak terkena cahaya

Saat *photodiode* tidak terkena cahaya, maka nilai resistansinya akan besar atau dapat diasumsikan tak hingga. Sehingga tidak ada arus bocor yang mengalir menuju komparator.



**Gambar 2.4** Sensor *photodiode* terkena cahaya

Saat *photodiode* terkena cahaya, maka *photodiode* akan bersifat sebagai sumber tegangan dan nilai resistansinya akan menjadi kecil, sehingga akan ada arus bocor yang mengalir ke komparator.

## 2.2 MODULE RELAY

Modul relay ini dapat digunakan sebagai switch untuk menjalankan berbagai peralatan elektronik. Relay adalah Saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen Electromechanical (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (Coil) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/Switch). Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi.

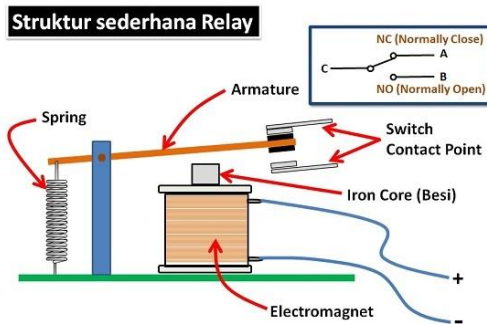


**Gambar 2.5** modul relay 2 channel

Pada dasarnya, Relay terdiri dari 4 komponen dasar yaitu:

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

Berikut ini merupakan gambar dari bagian-bagian Relay :

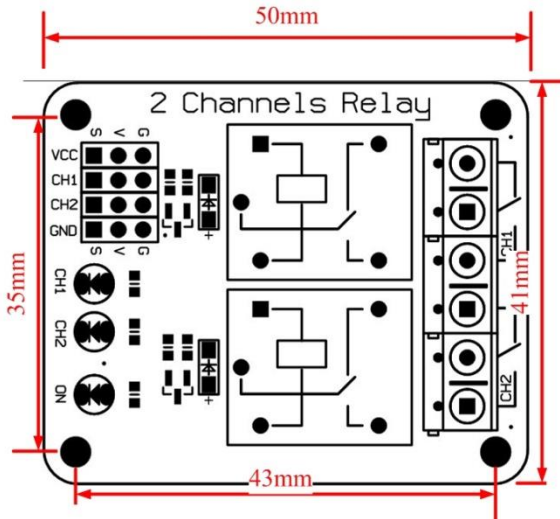


**Gambar 2.6** struktur sederhana relay

Kontak Poin (Contact Point) Relay terdiri dari 2 jenis yaitu :

- Normally Close (NC) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi CLOSE (tertutup)
- Normally Open (NO) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi OPEN (terbuka)

Berdasarkan gambar diatas, sebuah Besi (Iron Core) yang dililit oleh sebuah kumparan Coil yang berfungsi untuk mengendalikan Besi tersebut. Apabila Kumparan Coil diberikan arus listrik, maka akan timbul gaya Elektromagnet yang kemudian menarik Armature untuk berpindah dari Posisi sebelumnya (NC) ke posisi baru (NO) sehingga menjadi Saklar yang dapat menghantarkan arus listrik di posisi barunya (NO). Posisi dimana Armature tersebut berada sebelumnya (NC) akan menjadi OPEN atau tidak terhubung. Pada saat tidak dialiri arus listrik, Armature akan kembali lagi ke posisi Awal (NC). Coil yang digunakan oleh Relay untuk menarik Contact Poin ke Posisi Close pada umumnya hanya membutuhkan arus listrik yang relatif kecil.



**Gambar 2.7** struktur sederhana modul relay 2 chanel

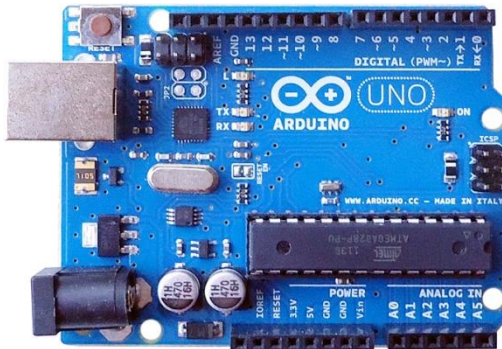
### **Fungsi-fungsi dan Aplikasi Relay**

Beberapa fungsi Relay yang telah umum diaplikasikan kedalam peralatan Elektronika diantaranya adalah :

1. Relay digunakan untuk menjalankan Fungsi Logika (*Logic Function*)
2. Relay digunakan untuk memberikan Fungsi penundaan waktu (*Time Delay Function*)
3. Relay digunakan untuk mengendalikan Sirkuit Tegangan tinggi dengan bantuan dari Signal Tegangan rendah.
4. Ada juga Relay yang berfungsi untuk melindungi Motor ataupun komponen lainnya dari kelebihan Tegangan ataupun hubung singkat (Short).

### 2.3 ARDUINO UNO

Arduino UNO adalah sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328. Arduino UNO mempunyai 14 pin digital input/output (6 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah osilator Kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah power jack, sebuah ICSP header, dan sebuah tombol reset. Arduino UNO memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah computer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya.



**Gambar 2.8** board arduino uno R3

Arduino Uno berbeda dari semua board Arduino sebelumnya, Arduino UNO tidak menggunakan chip driver FTDI USB-to-serial. Sebaliknya, fitur-fitur Atmega16U2 (Atmega8U2 sampai ke versi R2) diprogram sebagai sebuah pengubah USB ke serial. Revisi 2 dari board Arduino Uno mempunyai sebuah resistor yang menarik garis 8U2 HWB ke ground, yang membuatnya lebih mudah untuk diletakkan ke dalam DFU mode. Revisi 3 dari board Arduino UNO memiliki fitur-fitur baru sebagai berikut:

- Pinout 1.0: ditambah pin SDA dan SCL yang dekat dengan pin AREF dan dua pin baru lainnya yang diletakkan dekat dengan pin RESET, IOREF yang memungkinkan shield-shield untuk menyesuaikan tegangan yang disediakan dari



board. Untuk ke depannya, shield akan dijadikan kompatibel/cocok dengan board yang menggunakan AVR yang beroperasi dengan tegangan 5V dan dengan Arduino Due yang beroperasi dengan tegangan 3.3V. Yang ke-dua ini merupakan sebuah pin yang tak terhubung, yang disediakan untuk tujuan kedepannya

- Sirkit RESET yang lebih kuat
- Atmega 16U2 menggantikan 8U2

“Uno” berarti satu dalam bahasa Italia dan dinamai untuk menandakan keluaran (produk) Arduino 1.0 selanjutnya. Arduino UNO dan versi 1.0 akan menjadi referensi untuk versi-versi Arduino selanjutnya. Arduino UNO adalah sebuah seri terakhir dari board Arduino USB dan model referensi untuk papan Arduino, untuk suatu perbandingan dengan versi sebelumnya,

Tabel 2.1 Ringkasan

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| Mikrokontroler                 | ATmega 328   |
| Tegangan pengoprasian          | 5V   |
| Tegangan input yang disarankan | 7-5V   |
| Batas tegangan input           | 6-20V  |
| Jumlah pin I/O digital         | 14 (6 diantaranya menyediakan keluaran PWM)                  |
| Jumlah pin analog              | 6  |
| Arus DC tiap pin I/O           | 40mA   |
| Arus DC untuk pin 3,3V         | 50mA   |
| Memori flash                   | 32 KB (ATmega328), sekitar 0,5 KB digunakan oleh bootloader. |
| SRAM                           | 2 KB (ATmega328)   |
| EEPROM                         | 1 KB (ATmega328)   |
| Clock speed                    | 16 MHz   |

### 1. Daya (Power)

Arduino UNO dapat disuplai melalui koneksi USB atau dengan sebuah power suplai eksternal. Sumber daya dipilih secara otomatis.

Suplai eksternal (non-USB) dapat diperoleh dari sebuah adaptor AC ke DC atau battery. Adaptor dapat dihubungkan dengan

mencolokkan sebuah center-positive plug yang panjangnya 2,1 mm ke power jack dari board. Kabel lead dari sebuah battery dapat dimasukkan dalam header/kepala pin Ground (Gnd) dan pin Vin dari konektor POWER.

Board Arduino UNO dapat beroperasi pada sebuah suplai eksternal 6 sampai 20 Volt. Jika disuplai dengan yang lebih kecil dari 7 V, kiranya pin 5 Volt mungkin mensuplai kecil dari 5 Volt dan board Arduino UNO bisa menjadi tidak stabil. Jika menggunakan suplai yang lebih dari besar 12 Volt, voltage regulator bisa kelebihan panas dan membahayakan board Arduino UNO. Range yang direkomendasikan adalah 7 sampai 12 Volt.

Pin-pin dayanya adalah sebagai berikut:

- VIN. Tegangan input ke Arduino board ketika board sedang menggunakan sumber suplai eksternal (seperti 5 Volt dari koneksi USB atau sumber tenaga lainnya yang diatur). Kita dapat menyuplai tegangan melalui pin ini, atau jika penyuplaian tegangan melalui power jack, aksesnya melalui pin ini.
- 5V. Pin output ini merupakan tegangan 5 Volt yang diatur dari regulator pada board. Board dapat disuplai dengan salah satu suplai dari DC power jack (7-12V), USB connector (5V), atau pin VIN dari board (7-12). Penyuplaian tegangan melalui pin 5V atau 3,3V membypass regulator, dan dapat membahayakan board. Hal itu tidak dianjurkan.
- 3V3. Sebuah suplai 3,3 Volt dihasilkan oleh regulator pada board. Arus maksimum yang dapat dilalui adalah 50 mA.
- GND. Pin ground.

## 2. Memori

ATmega328 mempunyai 32 KB (dengan 0,5 KB digunakan untuk bootloader). ATmega 328 juga mempunyai 2 KB SRAM dan 1 KB EEPROM (yang dapat dibaca dan ditulis (RW/read and written) dengan EEPROM library).

### 3. Input dan Output

Setiap 14 pin digital pada Arduino Uno dapat digunakan sebagai input dan output, menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()`, dan `digitalRead()`. Fungsi-fungsi tersebut beroperasi di tegangan 5 Volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima suatu arus maksimum 40 mA dan mempunyai sebuah resistor pull-up (terputus secara default) 20-50 kOhm. Selain itu, beberapa pin mempunyai fungsi-fungsi spesial:

- Serial: 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan memancarkan (TX) serial data TTL (Transistor-Transistor Logic). Kedua pin ini dihubungkan ke pin-pin yang sesuai dari chip Serial Atmega8U2 USB-ke-TTL.
- External Interrupts: 2 dan 3. Pin-pin ini dapat dikonfigurasi untuk dipicu sebuah interrupt (gangguan) pada sebuah nilai rendah, suatu kenaikan atau penurunan yang besar, atau suatu perubahan nilai. Lihat fungsi `attachInterrupt()` untuk lebih jelasnya.
- PWM: 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Memberikan 8-bit PWM output dengan fungsi `analogWrite()`.
- SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin-pin ini mensupport komunikasi SPI menggunakan SPI library.
- LED: 13. Ada sebuah LED yang terpasang, terhubung ke pin digital 13. Ketika pin bernilai HIGH LED menyala, ketika pin bernilai LOW LED mati.

Arduino UNO mempunyai 6 input analog, diberi label A0 sampai A5, setiapnya memberikan 10 bit resolusi (contohnya 1024 nilai yang berbeda). Secara default, 6 input analog tersebut mengukur dari ground sampai tegangan 5 Volt, dengan itu mungkin untuk mengganti batas atas dari rangenya dengan menggunakan pin AREF dan fungsi `analogReference()`. Di sisi lain, beberapa pin mempunyai fungsi spesial:

- TWI: pin A4 atau SDA dan pin A5 atau SCL. Mensupport komunikasi TWI dengan menggunakan Wire library.

Ada sepasang pin lainnya pada board:

- AREF. Referensi tegangan untuk input analog. Digunakan dengan analogReference().
- Reset. Membawa saluran ini LOW untuk mereset mikrokontroler. Secara khusus, digunakan untuk menambahkan sebuah tombol reset untuk melindungi yang memblock sesuatu pada board.

Lihat juga pemetaan antara pin Arduino dengan port Atmega328. Pemetaan untuk Atmega8, 168, dan 328 adalah identik.

#### **4. Komunikasi**

Arduino UNO mempunyai sejumlah fasilitas untuk komunikasi dengan sebuah komputer, Arduino lainnya atau mikrokontroler lainnya. Atmega 328 menyediakan serial komunikasi UART TTL (5V), yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Sebuah Atmega 16U2 pada channel board serial komunikasinya melalui USB dan muncul sebagai sebuah port virtual ke software pada komputer. Firmware 16U2 menggunakan driver USB COM standar, dan tidak ada driver eksternal yang dibutuhkan. Bagaimanapun, pada Windows, sebuah file inf pasti dibutuhkan. Software Arduino mencakup sebuah serial monitor yang memungkinkan data tekstual terkirim ke dan dari board Arduino. LED RX dan TX pada board akan menyala ketika data sedang ditransmit melalui chip USB-to-serial dan koneksi USB pada komputer (tapi tidak untuk komunikasi serial pada pin 0 dan 1).

Sebuah SoftwareSerial library memungkinkan untuk komunikasi serial pada beberapa pin digital UNO.

Atmega328 juga mensupport komunikasi I2C (TWI) dan SPI. Software Arduino mencakup sebuah Wire library untuk memudahkan menggunakan bus I2C, lihat dokumentasi untuk lebih jelas. Untuk komunikasi SPI, gunakanSPI library.

#### **5. Programming**

Arduino UNO dapat diprogram dengan software Arduino (download). Pilih "Arduino Uno dari menu Tools > Board(termasuk mikrokontroler pada board). Untuk lebih jelas, lihat referensi dan tutorial.

ATmega328 pada Arduino Uno hadir dengan sebuah bootloader yang memungkinkan kita untuk mengupload kode baru ke ATmega328 tanpa menggunakan pemrogram hardware eksternal. ATmega328 berkomunikasi menggunakan protokol STK500 asli (referensi, file C header)

Kita juga dapat membypass bootloader dan program mikrokontroler melalui kepala/header ICSP (In-Circuit Serial Programming)

Sumber kode firmware ATmega16U2 (atau 8U2 pada board revisi 1 dan revisi 2) tersedia. ATmega16U2/8U2 diload dengan sebuah bootloader DFU, yang dapat diaktifkan dengan:

- Pada board Revisi 1: Dengan menghubungkan jumper solder pada belakang board (dekat peta Italy) dan kemudian mereset 8U2
- Pada board Revisi 2 atau setelahnya: Ada sebuah resistor yang menarik garis HWB 8U2/16U2 ke ground, dengan itu dapat lebih mudah untuk meletakkan ke dalam mode DFU. Kita dapat menggunakan software Atmel's FLIP (Windows) atau pemrogram DFU (Mac OS X dan Linux) untuk meload sebuah firmware baru. Atau kita dapat menggunakan header ISP dengan sebuah pemrogram eksternal (mengoverwrite bootloader DFU).

## **6. Reset Otomatis (Software)**

Arduino Uno didesain dengan sebuah cara yang memungkinkannya untuk direset dengan software yang sedang berjalan pada pada komputer yang sedang terhubung. Salah satu garis kontrol aliran hardware (DTR) dari ATmega8U2/16U2 sihubungkan ke garis reset dari ATmega328 melalui sebuah kapasitor 100 nanofarad. Ketika saluran ini dipaksakan (diambil rendah), garis reset jatuh cukup panjang untuk mereset chip. Software Arduino menggunakan kemampuan ini untuk memungkinkan kita untuk mengupload kode dengan mudah menekan tombol upload di software Arduino. Ini berarti bahwa bootloader dapat mempunyai sebuah batas waktu yang lebih singkat, sebagai penurunan dari DTR yang dapat menjadi koordinasi yang baik dengan memulai penguploadan.

Pengaturan ini mempunyai implikasi. Ketika Arduino Uno dihubungkan ke sebuah komputer lain yang sedang running menggunakan OS Mac X atau Linux, Arduino Uno mereset setiap kali sebuah koneksi dibuat dari software (melalui USB). Untuk berikutnya, setengah-detik atau lebih, bootloader sedang berjalan pada Arduino UNO. Ketika Arduino UNO diprogram untuk mengabaikan data yang cacat/salah (contohnya apa saja selain sebuah penguploadan kode baru) untuk menahan beberapa bit pertama dari data yang dikirim ke board setelah sebuah koneksi dibuka. Jika sebuah sketch sedang berjalan pada board menerima satu kali konfigurasi atau data lain ketika sketch pertama mulai, memastikan bahwa software yang berkomunikasi menunggu satu detik setelah membuka koneksi dan sebelum mengirim data ini.

Arduino Uno berisikan sebuah jejak yang dapat dihapus untuk mencegah reset otomatis. Pad pada salah satu sisi dari jejak dapat disolder bersama untuk mengaktifkan kembali. Pad itu diberi label "RESET-RN" Kita juga dapat menonaktifkan reset otomatis dengan menghubungkan sebuah resistor 110 ohm dari tegangan 5V ke garis reset

## **7. Proteksi Aruslebih USB**

Arduino UNO mempunyai sebuah sekering reset yang memproteksi port USB komputer dari hubungan pendek dan arus lebih. Walaupun sebagian besar komputer menyediakan proteksi internal sendiri, sekering menyediakan sebuah proteksi tambahan. Jika lebih dari 500 mA diterima port USB, sekering secara otomatis akan memutuskan koneksi sampai hubungan pendek atau kelebihan beban hilang.

## **8. Karakteristik FISik**

Panjang dan lebar maksimum dari PCB Arduino UNO masing-masingnya adalah 2.7 dan 2.1 inci, dengan konektor USB dan power jack yang memperluas dimensinya. Empat lubang sekru memungkinkan board untuk dipasangkan ke sebuah permukaan atau kotak. Sebagai catatan, bahwa jarak antara pin digital 7 dan 8 adalah 160 mil. (0.16"), bukan sebuah kelipatan genap dari jarak 100 mil dari pin lainnya.