

## BAB II

### DASAR TEORI

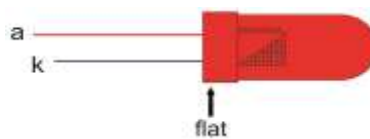
#### 2.1 Lampu Lalu Lintas

Lampu Lalu Lintas Menurut Penjelasan UU Lalu Lintas No. 14 tahun 1992 pasal 8 ayat 1 huruf C menyebutkan bahwa Pengertian alat pemberi isyarat lalu lintas adalah peralatan teknis berupa isyarat lampu yang dapat dilengkapi dengan bunyi untuk memberi peringatan atau mengatur lalu lintas orang dan/atau kendaraan di persimpangan, persilangan sebidang ataupun pada arus jalan. Jadi lampu lalu lintas dapat diartikan sebagai lampu yang digunakan untuk mengatur kelancaran lalu lintas di suatu persimpangan jalan dengan cara memberi kesempatan pengguna jalan dari masing-masing arah untuk berjalan secara bergantian. Pada setiap lampu lalu lintas terdapat 3 buah lampu yang berwarna merah, kuning, dan hijau. Merah berarti berhenti, kuning berarti hati-hati, sedangkan hijau berarti jalan. Setiap lampu lalu lintas akan mengatur laju kendaraan yang akan berjalan lurus dan berbelok ke kanan. Sedangkan belok kiri diperbolehkan langsung kecuali ada lampu lalu lintas atau rambu-rambu lalu lintas lain yang mengatur belokan ke kiri. Hal itu telah diatur di Penjelasan UU Lalu Lintas No.14 tahun 1992 [1].

#### 2.2 *Light Emitting Diode (LED)*

LED merupakan singkatan dari *Light Emitting Diode*. Dari sisi penggolongan, LED merupakan komponen aktif bipolar semikonduktor, karena itu hanya mampu mengalirkan arus dalam satu arah saja. Untuk menyalakan LED, cukup dengan mengalirkan arus dari anoda ke katoda (*forward biass*) dengan beda potensial minimum berkisar antara 1,5 hingga 2 volt dan arusnya berkisar di 20mA. Perlu diperhatikan juga bahwa LED juga memiliki tegangan nyala maksimum, jika tegangan tersebut terlewati maka LED akan rusak. Di Pasaran umumnya LED dikemas berkaki dua (katoda dan anoda) dengan bermacam-macam warna nyala. Untuk membedakan kedua kaki tersebut, kaki anoda biasanya dibuat lebih panjang daripada katoda. Harganya sangat terjangkau, berkisar dari 250 rupiah hingga beberapa ribu rupiah. LED banyak digunakan untuk indikator dan transmisi sinyal atau bahkan untuk

penerangan. LED banyak digunakan karena hemat daya, tahan lama dan ekonomis, maka wajar jika popularitas LED mengalahkan tabung nixie maupun lampu pijar [2].



Gambar 2.1 *Light Emitting Diode (LED)*

LED harus dihubungkan dengan langkah yang tepat, gambar 2.1 menunjukkan label a atau + untuk anoda dan k atau - untuk katoda pada kaki LED. Katoda memiliki kaki yang lebih pendek. Di dalam sebuah LED, katoda memiliki kandungan elektroda yang lebih besar. LED dapat rusak oleh panas saat disolder, meskipun resiko yang ditimbulkan akan sangat kecil.

### 2.3 Mikropengendali AVR

Kata AVR merupakan singkatan dari *Alf and Vegard RISC (Reduced Instruction Set Computer)* sesuai dengan nama penggagasnya. Mikropengendali AVR yang menggunakan teknologi RISC dan menggunakan arsitektur Harvard ini pertama kali dikembangkan pada tahun 1996 oleh dua orang mahasiswa Norwegian Institute of Technology yaitu Alf Egil Bogen dan Vegard Wollan yang kemudian dikembangkan lebih lanjut oleh perusahaan Atmel. Seri pertama mikropengendali AVR yang dikeluarkan adalah mikropengendali 8 bit dengan nama AT90S8515 dengan konfigurasi pin yang sama dengan mikropengendali 8051, termasuk bus alamat dan bus data yang termultipleks. Mikropengendali AVR mempunyai set instruksi yang lebih sedikit dan mode pengalamatannya yang juga sederhana. Dalam AVR RISC 8 bit, semua instruksi berukuran 16 bit dan sebagian besar dieksekusi dalam satu siklus *clock* kecuali instruksi percabangan yang membutuhkan dua siklus *clock*. Berbeda dengan mikropengendali MCS dengan menggunakan teknologi *Complex Instruction Set Computing (CISC)* yang instruksinya bervariasi antara 8 bit sampai 32 bit dan dieksekusi selama satu sampai empat siklus mesin, dimana satu siklus mesin membutuhkan 12 periode *clock*. Beberapa fitur yang dimiliki mikropengendali dengan arsitektur RISC diantaranya adalah instruksi yang sederhana, set instruksi yang sedikit, panjang instruksi yang sama untuk semua instruksi, register untuk penyimpanan *operand* yang jumlahnya besar, mempunyai arsitektur *load/store*, dan eksekusi instruksi yang lebih cepat sehingga memberikan kecepatan siklus intruksi rata-rata

satu *clock* per instruksi. Dalam perkembangannya, AVR dibagi menjadi enam kelas yaitu kelompok ATtiny, AT90Sxx, ATmega, AT90CAN, AT90PWM, dan AT86RFxx. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah kapasitas memori, peripheral, fungsinya dan beberapa fitur tambahannya. Sedangkan dari segi arsitektur dan set instruksi yang digunakan hampir sama. Pengelompokan jenis mikropengendali AVR sesuai varian dan tipe mikropengendalinya ditunjukkan oleh tabel 2.1 [2].

Tabel 2.1 Jenis Varian Mikrokontroler AVR

No	Varian	Tipe Mikropengendali
1.	ATtiny	ATTINY10, ATTINY11, ATTINY12, ATTINY13, ATTINY15, ATTINY2313, ATTINY24, ATTINY25, ATTINY261, ATTINY44, ATTINY 45, ATTINY461, ATTINY 48, ATTINY48_32PIN, ATTINY84, ATTINY85, ATTINY861, ATTINY88, ATTINY88_32PIN.
2.	AT90S	AT90S1200, AT90S2313, AT90S2323, AT90S2333, AT90S2343, AT90S4433, AT90S4434, AT90S8515, AT90S8535.
3.	AT90USB	AT90USB646, AT90USB1286.
4.	ATmega	ATmega103, ATmega128, ATmega1280, ATmega1281, ATmega1284P, ATmega16, ATmega162, ATmega164P, ATmega165, ATmega165P, ATmega168, ATmega168_32PIN, ATmega168P, ATmega168P_32PIN, ATmega169, ATmega169P, ATmega2560, ATmega2561, ATmega32, ATmega324P, ATmega325, ATmega325P, ATmega3250, ATmega3250P, ATmega328P, ATmega328P, ATmega328P_32PIN, ATmega329, ATmega3290, ATmega3290P, ATmega48, ATmega48P, ATmega48P_32PIN, ATmega64, ATmega640, ATmega644, ATmega644P, ATmega645, ATmega6450, ATmega649, ATmega6490, ATmega8, ATmega8515, ATmega8535, ATmega88, ATmega88_32PIN, ATmega88P, ATmega88P_32PIN.

## 2.4 Mikropengendali ATmega8535

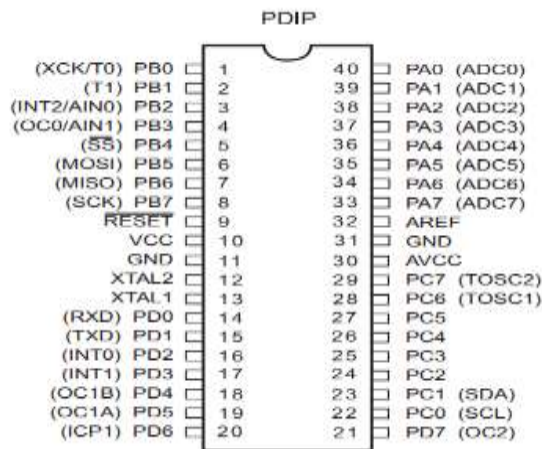
### 2.4.1 Arsitektur ATmega8535

Mikropengendali ATmega8535 merupakan mikropengendali 8-bit teknologi CMOS dengan konsumsi daya rendah yang berbasis arsitektur enhanced RISC AVR. Dengan eksekusi instruksi yang sebagian besar hanya menggunakan satu siklus *clock*, ATmega8535 mencapai *throughput* sekitar 1 MIPS per MHz yang mengizinkan perancang sistem melakukan optimasi konsumsi daya rendah versus kecepatan pemrosesan. Prosesor AVR menggabungkan set instruksi yang kaya dengan 32 *register* umum (*General Purpose Register*). Dari 32 register tersebut dikoneksikan langsung dengan *Arithmetic Logic Unit* (ALU), mengizinkan dua *register* independen untuk diakses dalam satu instruksi yang dieksekusi dalam satu siklus *clock*. Arsitektur yang dihasilkan adalah arsitektur yang kode operasinya lebih efisien serta pencapaian *throughput*-nya hingga sepuluh kali lebih cepat daripada mikropengendali *Complex Instruction Set Computer* (CISC) konvensional. Beberapa fitur utama yang tersedia pada ATmega8535 diantaranya adalah :

1. *Port I/O* sebanyak 32 bit, yang dikelompokkan dalam *Port A*, *Port B*, *Port C*, dan *Port D*.
2. *Analog to Digital Converter* 10 bit sebanyak 8 *input*.
3. *Timer/Counter* sebanyak 3 buah.
4. CPU 8 bit yang terdiri dari 32 *register*.
5. *Watchdog Timer* dengan *oscillator internal*.
6. SRAM sebesar 512 byte.
7. Memori *Flash* sebesar 8 Kbyte dengan kemampuan *read while write*.
8. *Interrupt* internal maupun eksternal.
9. *Port* komunikasi SPI.
10. EEPROM sebesar 512 byte yang dapat diprogram saat operasi.
11. Analog komparator.
12. Komunikasi serial standar USART dengan kecepatan maksimal 2,5 Mbps.
13. Frekuensi *clock* maksimum 16 MHz [2-7].

### 2.4.2 Konfigurasi Pin ATMega8535

Mikropengendali ATMega8535 mempunyai pin sebanyak 40 dengan port I/O 32 bit yang dikelompokkan dalam empat port yaitu Port A, Port B, Port C, dan Port D. Masing-masing port tersebut harus diatur jika difungsikan sebagai input atau output karena port-port tersebut dapat digunakan untuk jalur input maupun output. Selain itu beberapa port pada ATMega8535 memiliki fungsi khusus. Konfigurasi Pin mikropengendali AVR ATMega8535 untuk 40 pin Dual Inline Package (DIP) ditunjukkan pada gambar 2.2 [2-7].



Gambar 2.2 Konfigurasi Pin ATMega8535

Untuk deskripsi kaki-kaki atau pin ATMega8535 ditunjukkan pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Deskripsi Pin ATMega8535

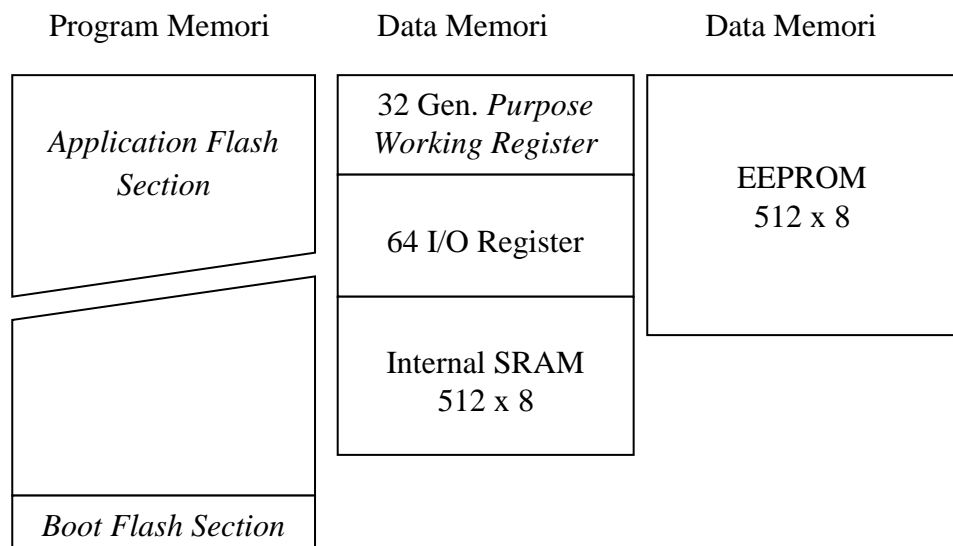
No.Pin	Nama Pin	Keterangan
1-8	Port B : PB0-PB7	<p>Port I/O dua arah dilengkapi internal pull up resistor. Fungsi khusus :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• PB0 : To ( timer/counter0 external counter input)</li> <li>• PB1 : T1 (timer/counter1 external counter input)</li> <li>• PB2 : AIN0 (analog comparator positive input)</li> <li>• PB3 : AIN1 (analog comparator positive input)</li> <li>• PB4 : SS (SPI slave select input)</li> <li>• PB5 : MOSI (SPI bus master output/slave input)</li> <li>• PB6 : MISO ( SPI bus master input/slave output)</li> <li>• PB7 : SCK (SPI bus serial clock)</li> </ul>

Tabel 2.2 Deskripsi Pin ATmega8535 (lanjutan)

No.Pin	Nama Pin	Keterangan
9	RESET	Memasukkan <i>reset</i> . Sebuah <i>reset</i> terjadi jika sebuah pin ini diberi logika low melebihi periode minimum yang diperlukan.
10	VCC	Catu Daya
11	GND	<i>Ground</i>
12	XTAL1	Keluaran dari <i>inverting oscillator amplifier</i>
13	XTAL2	Masukan ke <i>inverting oscillator amplifier</i> dan masukan ke rangkaian internal <i>clock</i>
14-21	<i>Port D : PD0-PD7</i>	<p><i>Port I/O</i> dua arah dilengkapi <i>internal pull-up resistor</i>. Fungsi khusus:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• PD0 : RXD (<i>UART input line</i>)</li> <li>• PD1 : TXD (<i>UART output line</i>)</li> <li>• PD2 : INT0 (<i>External interrupt 0 input</i>)</li> <li>• PD3 : INT1 (<i>External interrupt 1 input</i>)</li> <li>• PD4 : OC1B (<i>timer/counter 1 output compare B match output</i>)</li> <li>• PD5 : OC1A (<i>timer/counter 1 output compare A match output</i>)</li> <li>• PD6 : ICP (<i>timer/counter 1 input capture pin</i>)</li> <li>• PD7 : OC2 (<i>timer/counter 2 output compare match output</i>)</li> </ul>
22-29	<i>Port C : PC0-PC7</i>	<i>Port I/O</i> dua arah dengan <i>internal pull-up resistor</i> . PC6 dan PC7 berfungsi sebagai <i>oscillator eksternal</i> untuk <i>timer/counter 2</i> .
30	AVCC	Catu daya untuk <i>port A</i> dan ADC
31	AGND	Analog Ground
32	AREF	Referensi masukan analog untuk ADC
40-33	<i>Port A : PA0-PA7 (ADC0-ADC7)</i>	<i>Port I/O</i> dua arah dilengkapi <i>internall pull-up resistor</i> . <i>Port</i> ini juga dimultipleks dengan masukan analog ke ADC 8 kanal

### 2.4.3 Peta Memori ATmega8535

Mikropengendali AVR ATmega8535 memiliki dua jenis memori yaitu memori data atau SRAM dan memori program atau memori *flash*. Disamping itu juga dilengkapi memori *Electrically Erasable Programmable Read Only Memory* (EEPROM) untuk penyimpanan data tambahan yang bersifat *non-volatile*. Memori EEPROM ini mempunyai lokasi yang terpisah dengan sistem *register* alamat, *register* data dan *register* kontrol yang dibuat khusus untuk EEPROM. EEPROM juga dikenal juga dengan *Electrically Alterable ROM* (EAROM) yang dapat dihapus dan diprogram ulang sebanyak 10.000 kali. Untuk peta memori ATmega8535 ditunjukkan pada gambar 2.3 [2-7].



Gambar 2.3 Peta Memori ATmega8535

#### 2.4.3.1 Memori Program

Mikropengendali ATmega8535 memiliki *On-Chip In-System Reprogrammable Flash Memory* untuk menyimpan program. Dalam penggunaannya memori ini umumnya digunakan untuk penyimpanan program secara internal Untuk alasan keamanan, memori program dibagi menjadi dua bagian yaitu *Boot Flash Section* dan *Application Flash Section*. *Boot Flash Section* digunakan untuk menyimpan program *Boot Loader*, yaitu program yang harus dijalankan pada saat AVR *reset* atau pertama kali diaktifkan. *Application Flash Section* digunakan untuk menyimpan program aplikasi yang dibuat pengguna. Mikropengendali

AVR tidak dapat menjalankan program aplikasi ini sebelum menjalankan program *Boot Loader*. Besarnya memori *Boot Flash Section* dapat diprogram dari 128 *word* sampai 1024 *word* tergantung pengaturan pada konfigurasi bit di-*register* BOOTSZ. Jika *Boot Loader* diproteksi, maka program pada *Application Flash Section* juga sudah aman [2-7].

#### 2.4.3.2 Memori Data

Untuk memori data pada mikropengendali ATmega8535 dibagi menjadi tiga yaitu :

1. Terdapat 32 register keperluan umum yaitu *General Purpose Register* (GPR) atau biasa disebut *register* file di dalam teknologi RISC.
2. Terdapat 64 *register* untuk keperluan *input/output* (*I/O Register*).
3. Terdapat 512 byte SRAM internal. Selain itu terdapat juga EEPROM 512 byte sebagai memori data yang dapat diprogram saat beroperasi [2-7].

#### 2.4.4 EEPROM

Dalam mikropengendali AVR data dapat ditempatkan pada tiga macam memori yaitu memori *flash*, SRAM, dan *Electrically Erasable Programmable Read Only Memory* (EEPROM). EEPROM adalah salah satu memori untuk penyimpanan data internal mikropengendali yang sifatnya *non volatile*. Artinya data tidak akan hilang walaupun catu daya mikropengendali mati. Biasanya memori EEPROM diaplikasikan untuk penyimpanan tabel-tabel data atau konstanta dan penyimpanan *password*. ATmega 8535 mempunyai memori EEPROM 512 byte. EEPROM ini disusun sebagai ruang data yang terpisah dengan yang lain, dimana byte tunggal dapat dibaca dan ditulis. EEPROM diakses melalui *register-register* akses EEPROM yaitu EEPROM *Address Register* (EEAR), EEPROM *Data Register* (EEDR), dan EEPROM *Control Register* (EECR). Untuk perangkat dengan EEPROM diatas 256 byte, EEAR sebenarnya ada dua *register* yaitu EEARL dan EEARH. EEAR digunakan untuk menentukan alamat EEPROM ke mana data akan ditulisi atau dari mana data akan dibaca. EEAR adalah sebuah *register* baca/tulis yaitu *register* yang dapat dibaca untuk melihat alamat apa saja yang akan digunakan. EEDR adalah



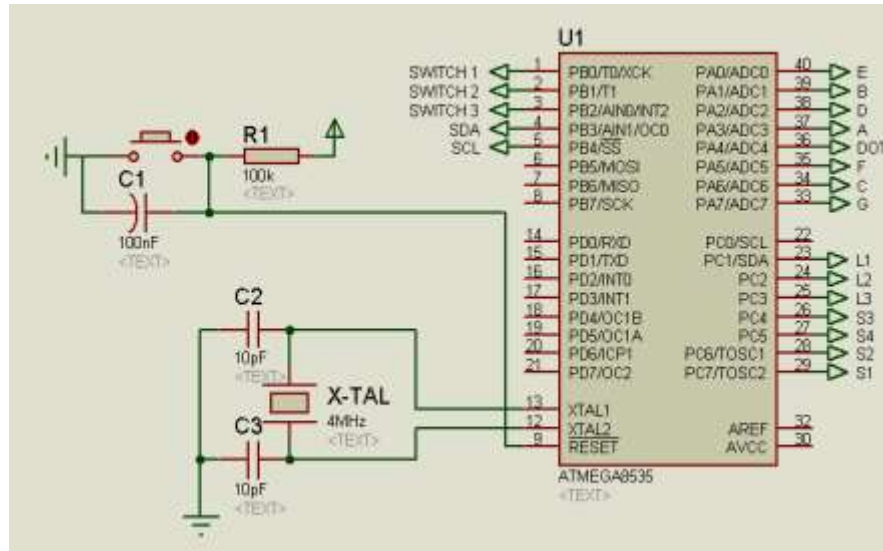
*register* data EEPROM dan merupakan *register* baca/tulis. Jika ingin menuliskan data ke EEPROM akan terjadi *load* data yang diperlukan ke dalam EEDR. Jika ingin membaca data dari EEPROM setelah proses pembacaan berakhir maka akan membaca EEDR untuk data. EECR mempunyai bit-bit kontrol yang diperlukan untuk pembacaan dan penulisan EEPROM. Penulisan ke suatu EEPROM tidak sesederhana seperti menulis ke SRAM. Waktu akses tulis untuk EEPROM pada mikropengendali AVR berkisar 2,5 sampai 4 ms, tergantung pada tegangan suplai [2-7].

#### 2.4.5 Sistem Minimum ATmega8535

Sistem minimum mikropengendali adalah rangkaian elektronika minimum yang diperlukan untuk dapat mengoperasikan IC mikropengendali. Sistem minimum ini kemudian bisa dihubungkan dengan rangkaian lain untuk menjalankan aplikasi tertentu. Mikropengendali seri ATmega8535 keluarga mikropengendali AVR, adalah salah satu seri yang banyak digunakan. Untuk membuat skematik sistem minimum Atmel AVR ATmega8535 diperlukan beberapa komponen diantaranya adalah :

1. IC mikropengendali ATmega8535.
2. Satu buah XTAL 4 MHz atau 8 MHz atau 12 MHz dan maksimum 16 MHz.
3. Dua buah kapasitor senilai 10 pF.
4. Dua buah kapasitor senilai 100 nF.
5. Satu buah resistor 100 KOhm
6. Satu buah tombol *reset push button*.
7. Header 2x5 yang berfungsi untuk menghubungkan rangkaian pada masing-masing *port* mikropengendali (alternatif).

Pada sistem minimum terdapat rangkaian *oscillator* yang merupakan rangkaian pembangkit frekuensi *clock* pada mikrokontroler. Rangkaian *oscillator* ATmega8535 terdiri dari beberapa komponen yaitu dua buah kapasitor senilai 10 pF dan sebuah kristal. Besar nilai kristal yang digunakan pada rangkaian ATmega8535 dalam tugas akhir ini adalah 4 Mhz. Skematik sistem minimum pada ATmega8535 tersebut juga sudah siap untuk menerima sinyal analog dengan adanya fasilitas ADC pada *port* A. Untuk skematik sistem minimum ATmega8535 ditunjukkan pada gambar 2.4 [2-7].



Gambar 2.4 Rangkaian Sistem Minimum ATmega8535

## 2.5 Sony Infrared Remote Control (SIRC)

### 2.5.1 Pembacaan SIRC

Di zaman sekarang, banyak peralatan elektronika yang dapat dikendalikan dari jarak jauh. Salah satu media yang digunakan adalah inframerah. Komunikasi dengan inframerah sering digunakan dalam aplikasi sehari-hari, misalnya *remote* Televisi (TV), *Air Conditioner* (AC), dan lain sebagainya. Pada pembacaan *remote control* data yang dikirimkan dimodulasi terlebih dahulu. Salah satu modulasi yang sering digunakan adalah *Pulse Width Modulation* (PWM). Data digital dimodulasi dengan frekuensi pembawa (*carrier*) yang umumnya berkisar antara 38-40 Khz. Pada dasarnya semua paket yang dikeluarkan *remote control* telah mengandung frekuensi *carrier* dan dimodulasi dengan menggunakan teknik PWM. Standar *remote control* yang sering dipakai adalah NEC dan *Sony TV Infrared Remote Control* (SIRC). Beberapa hal yang perlu dicatat dalam paket data Sony antara lain adalah [8]:

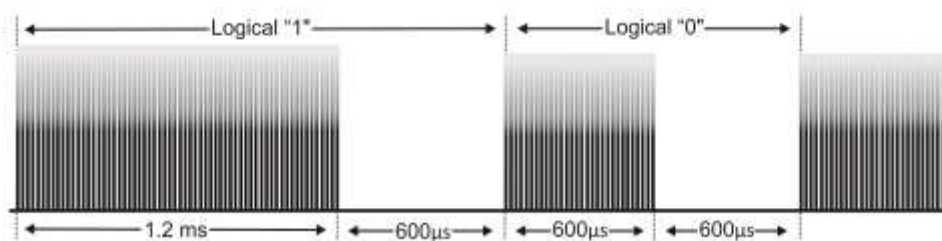
1. Sinyal pembawa berada di dalam bit-bit paket data dengan frekuensi 38-40 Khz.
2. Satu *frame* (satu paket data) terdiri atas sebuah starting bit, 12 bit data, sebuah *frame space* yang memisahkannya dengan *frame* berikutnya.
3. Satu *frame* membutuhkan 45 ms (*milisecond*).

4. *Starting* bit membutuhkan 2,4 ms. Untuk SIRC protocol ditunjukkan pada gambar 2.5.



Gambar 2.5. SIRC Protocol<sup>[8]</sup>

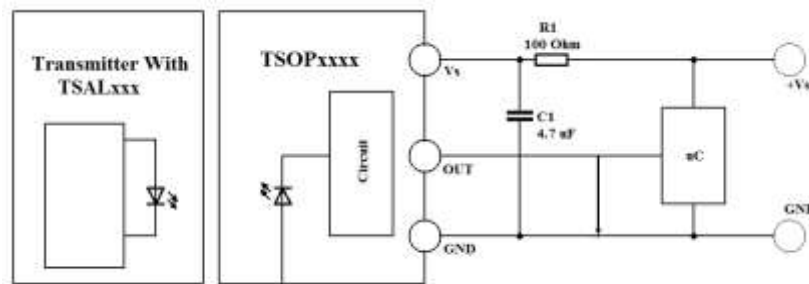
5. Data 1 diwakili oleh 1,2 ms ada pulsa dan 0,6 ms tanpa pulsa. Hal ini seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.6.
6. Data 0 diwakili oleh 0,6 ms ada pulsa dan 0,6 ms tanpa pulsa. Hal ini seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.6.



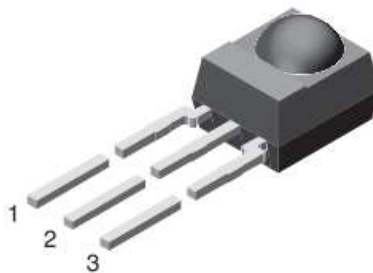
Gambar 2.6. SIRC Modulation<sup>[8]</sup>

### 2.5.2 TSOP4838

Untuk komponen penerima inframerah yang umumnya digunakan adalah TSOP48xx. Karena *Sony Infrared Remote Control* mempunyai sinyal pembawa antara 38-40 KHz maka sensor infra merah yang digunakan adalah TSOP4838. Sensor penerima infra merah tersebut dapat menerima frekuensi sinyal pembawa sebesar 38 Khz. Melalui sensor penerima infra merah TSOP4838 sinyal dapat langsung dimodulasikan ke mikropengendali sehingga data dapat langsung diproses dan dieksekusi. TSOP4838 memiliki tiga kaki yang berfungsi sebagai keluaran, *ground* dan tegangan *input*. Untuk keluarannya akan bekerja jika mendapat tegangan rendah. Komponen *receiver* dan susunan pinnya ditunjukkan pada gambar 2.7 sedangkan untuk bentuk fisiknya ditunjukkan pada gambar 2.8 [9].



Gambar 2.7 Receiver dan Susunan Pin



Gambar 2.8 Bentuk Fisik TSOP4838

## 2.6 Seven Segment

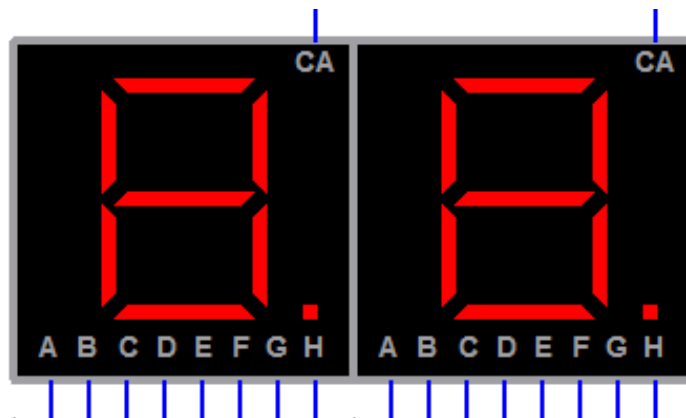
### 2.6.1 Operasi LED Seven Segment

Tampilan LED *Seven Segment* pada dasarnya dibuat dari tujuh buah dioda pemancar cahaya atau biasa disebut dengan *Light Emitting Diode* (LED) yang saling terpisah yang dikemas dalam datu paket. *Seven Segment* adalah komponen elektronika yang berfungsi untuk menampilkan data dalam bentuk 7 buah LED yang disusun membentuk *display*. Pada penggunaannya *Seven Segment* biasanya digunakan untuk membentuk digit angka dari nol sampai sembilan serta juga bisa merepresentasikan karakter a, b, c, d, e dan f. *Seven segment* terdiri dari dua jenis yaitu *common anode* (CA) dan *common cathode* (CC) [2,10].

### 2.6.2 Seven Segment Common Anode

Tampilan LED *Seven Segment* mempunyai dua macam konfigurasi yaitu *common anode* dan *common cathode*. Pada konfigurasi *common anode* ketujuh pin anoda dari LED dihubungkan secara bersama (pada simpul yang sama) ke suplai tegangan sebesar 5 volt. Agar LED dapat memberikan cahaya, maka katoda harus ditanahkan (*grounded*) melalui hubungan pembatas tahanan seri.

Setiap *segment* pada unit tampilan mendapatkan pencahayaan dengan cara yang sama. Tampilan *common anode* adalah aktif *low* (*low enable*) sebab LED mendapatkan tegangan *low* untuk pencahayaan setiap segmen. Karena itu IC *decoder* yang digunakan untuk memberikan *drive* pada LED harus mempunyai keluaran yang aktif *low*. Dengan konfigurasi tersebut maka LED *Seven Segment* harus diberi tegangan catu bersama sebesar 5 volt, sehingga segmen akan menyala jika diberi nilai nol (*low*) dan padam jika diberi nilai satu (*high*). Untuk dapat menampilkan sebuah karakter pada LED *Seven Segment*, maka harus diatur agar hanya segmen tertentu saja yang menyala sesuai dengan bentuk tampilan. Tampilan *Seven Segment common anode* dapat ditunjukkan pada gambar 2.9 [2,10].



Gambar 2.9 *Seven Segment Common Anode*

### 2.6.3 Teknik *Scanning Display* Pada *Seven Segment*

Untuk menampilkan angka yang berderet lebih dari satu digit, misalnya empat digit maka digunakan *port* sebanyak 32 bit. Tetapi cara ini tentunya tidak efisien karena menghabiskan persediaan *port* yang ada pada mikropengendali ATmega8535. Pemborosan penggunaan *port* seperti ini jelas kurang menguntungkan. Untuk mengatasi pemborosan ini maka dapat digunakan teknik *scanning display*, dimana setiap digit angka atau karakter yang akan ditampilkan dihubungkan secara paralel kemudian ditampilkan secara bergantian. Teknik *scanning* ini memanfaatkan kelemahan atau keterbatasan mata manusia yang tidak dapat berakomodasi secara baik ketika dua atau lebih karakter ditampilkan secara bergantian tetapi dengan tundaan waktu (*delay*) yang sangat cepat sehingga seakan-akan karakter-karakter

tersebut ditampilkan secara simultan atau bersamaan. Biasanya teknik *scanning* atau teknik sapuan ini menggunakan *delay* dalam orde milidetik [2,10].

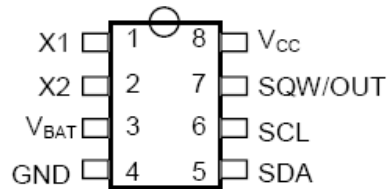
## 2.7 Real Time Clock (RTC) DS1307

DS1307 merupakan *Real Time Clock* berdaya rendah, dengan kode biner desimal (BCD) jam/kalender ditambah 56 byte NV SRAM. Alamat dan data ditransfer melalui serial bus melalui 2 kawat *bi-directional*. RTC menyediakan data dalam detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan, tahun dan informasi mengenai waktu yang bisa diprogram. Penggunaan fungsi pewaktuan dapat beroperasi baik dalam format 24 jam atau 12 jam dengan AM/PM indikator. DS1307 memiliki sirkuit *built-in power* dengan pengertian bahwa memiliki kemampuan untuk mendeteksi kegagalan dan otomatisasi beralih ke mode baterai. Fitur-fitur yang dimiliki oleh *Real Time Clock (RTC) DS1307* sesuai dengan yang ada pada *data sheet* diantaranya [11,12] :

1. *Real-time clock (RTC)* dapat menghitung detik, menit, jam, tanggal dalam bulan, hari dalam seminggu, dan tahun kabisat dengan tahun kompensasi berlaku hingga 2100.
2. 56-byte, baterai *backup, Nonvolatile (NV)*.
3. *Random Access Memory (RAM)* untuk penyimpanan data.
4. Dua kabel antar muka serial.
5. *Programmable output* sinyal *squarewave*.
6. Otomatis mendeteksi kegagalan *power* dan *switch circuitry*.
7. Mengonsumsi daya kurang dari 500nA pada mode baterai cadangan dengan osilator berjalan.
8. Kisaran suhu industri antara -40 ° C sampai +85 ° C.
9. Tersedia dalam 8-pin DIP atau SOIC.
10. Diakui oleh Underwriters Laboratory (UL).

RTC merupakan sebuah IC yang berhubungan dengan waktu mulai dari detik, menit, jam, hari, bulan dan tahun. Selain itu RTC juga dapat dipergunakan untuk menyimpan data berupa waktu pada internal RAM RTC dimana data dapat tetap disimpan walaupun RTC tidak memperoleh pasokan daya dari catu daya. IC DS1307 dapat menyimpan waktu yang sedang berjalan meskipun IC tersebut tidak mendapatkan pasokan daya dari *power supply*. Hal ini dikarenakan pada IC tersebut

terdapat baterai yang biasa dikenal dengan baterai BIOS yang akan selalu beroperasi. RTC dapat bekerja dengan daya yang rendah. DS1307 memiliki 8 buah pin dan tersedia dalam 8 pin DIP dan 9 pin SOIC. Untuk konfigurasi ditunjukkan pada gambar 2.10 [12].



Gambar 2.10 Diagram PIN DS1307

RTC memiliki 8 pin diantaranya adalah VCC, X1, X2, V<sub>BAT</sub>, GND, SDA, SCL, SQW/OUT. VCC merupakan pin untuk sumber tegangan dengan tegangan operasi antara 4,5 sampai 5,5 volt. Pin ground merupakan pin untuk pentanahan. X1 dan X2 akan dihubungkan dengan kristal senilai 32,768 Khz yang merupakan jalur *oscillator internal* yang didesain untuk dapat beroperasi dengan nilai kristal yang telah ditentukan. V<sub>BAT</sub> merupakan tegangan tambahan yang terhubung pada baterai *backup* yang berfungsi sebagai tegangan pengganti pada saat RTC tidak memperoleh tegangan langsung dari *power supply* sehingga RTC tetap dapat bekerja untuk proses pencacahan waktunya. *Serial Clock Input* (SCL) digunakan sebagai sinkronisasi perpindahan data pada antarmuka serial PIN *Serial Peripheral Interface* (SPI). Untuk *Serial Data Input/Output* (SDA) berfungsi sebagai PIN masukan dan keluaran pada antarmuka serial kabel [12].

## 2.8 Bahasa Assembler

### 2.8.1 Penggunaan Assembler

Bahasa *assembly* adalah bahasa pemrograman mendasar yang sangat dekat dengan mesin. *Assembler* adalah program yang mengkonversi kode program sumber ke dalam bahasa mesin. *Assembler* menerjemahkan program yang ditulis dalam bahasa *assembly* ke dalam bahasa mesin, yang dapat dieksekusi oleh komputer maupun mikropengendali. Bahasa *assembly* disebut bahasa level bawah karena dalam struktur dan fungsi dekat dengan bahasa mesin. Pada aplikasi dengan menggunakan bahasa *assembly* biasanya dibuat subrutin dalam bahasa *assembler* dan memanggilnya dari program bahasa

tingkat tinggi. Subrutin bahasa *assembly* menangani operasi-operasi yang tidak tersedia dalam bahasa tingkat tinggi. Salah satu alasan bahasa *assembly* digunakan adalah untuk mempelajari arsitektur sistem operasi seperti pada mikroprosesor dan mikropengendali. Alasan yang lain adalah kegunaan pemrograman tertentu sulit atau tidak mungkin dikerjakan oleh bahasa tingkat tinggi [13].

### 2.8.2 *Assembler Directive*

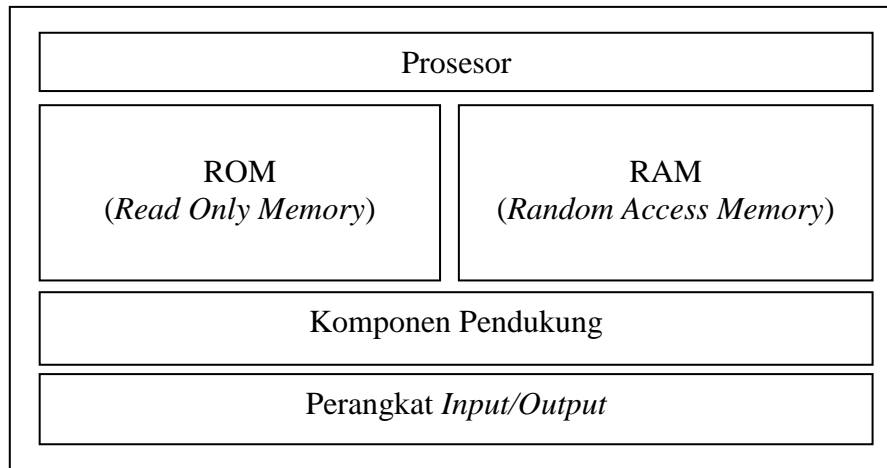
*Assembler Directive* (pengarah *assembler*) merupakan kontrol instruksi pada program rakitan, tetapi bukan sebagai bahasa rakitan yang akan dijalankan oleh mikropengendali. *Assembler Directive* tidak diterjemahkan menjadi kode mesin ketika dilakukan kompilasi. Jadi *assembler directive* berfungsi untuk mengubah penunjuk kode rakitan, misalnya mengubah lokasi kode (.asm) pada memori program yang digunakan, memberi label pada SRAM atau mendefinisikan suatu konstanta menggunakan sintaksis *assembler directive*. Pada umumnya *assembler directive* diawali dengan dot (tanda titik) [13].

### 2.8.3 Implementasi *Assembler* Pada Mikropengendali

Mikropengendali adalah sebuah sistem komputer sederhana yang dimuat dalam satu *chip*, biasa jga disebut *computer-on-chip*. Kata mikro menunjukkan bahwa perangkatnya berukuran kecil dan kata kontroler menunjukkan bahwa perangkat kecil tersebut dapat digunakan untuk mengontrol/mengendalikan perangkat lain. Sering juga diistilahkan sebagai *embedded microcontroller*, bersifat sebagai perangkat pendukung dan biasanya ditanamkan ke dalam perangkat yang dikontrolnya. Pada mikropengendali terdapat bagian *hardware* dan *software*. *Programmer* dapat memasukkan program ke dalam mikropengendali sehingga berfungsi sesuai dengan yang diinginkan oleh pengguna. Salah satu kelebihan mikropengendali adalah kesederhanaan dan ukurannya yang relatif kecil. Disamping kelebihan tersebut, terdapat kekurangan yaitu daya muat memori yang relatif rendah sehingga *programmer* dituntut untuk lebih hemat dalam membuat program. Komponen yang terdapat dalam mikropengendali adalah prosesor, *Read Only Memory* (ROM), *Random Access Memory* (RAM), dan I/O. Prosesor berperan sebagai otak dari sistem.



ROM adalah memori hardware yang menyimpan rangkaian program inti, sementara RAM adalah memori untuk menyimpan program yang disisipkan oleh *programmer*. I/O adalah bagian yang menghubungkan mikropengendali dengan dunia luar. RAM adalah bagian yang dapat diubah oleh pengguna sesuai dengan program yang dibuat. Komponen mikropengendali ditunjukkan pada gambar 2.11 [13].



Gambar 2.11 Komponen Mikropengendali

Pemrograman bahasa *assembly* adalah salah satu program dengan ukuran yang relatif kecil. Bahasa *assembly* adalah bahasa yang mendekati bahasa mesin, satu tingkat diatas bahasa mesin, memiliki keuntungan karena dapat mengakses bagian-bagian *hardware* dengan efisien. Pada saat ini telah banyak *chip* mikropengendali yang digunakan untuk berbagai aplikasi baik untuk penelitian maupun keperluan tertentu. Beberapa contoh aplikasi yang banyak menggunakan mikropengendali seperti tampilan *seven segment*, robot *line follower*, *servo controller*, dan jam digital sederhana. Penggunaan mikropengendali pada perangkat sederhana sering dijumpai seperti pada perangkat-perangkat yang memiliki tombol untuk memasukkan data dan tampilan layar digital seperti *handphone*, mesin fax, ataupun jam digital. Perangkat-perangkat sejenis tersebut kemungkinan besar menggunakan mikropengendali sebagai komponen kendalinya. Pada saat ini dalam pembuatan robot sederhana juga hampir dapat dipastikan menggunakan komponen mikropengendali [14-15].

## 2.9 Infra Merah

Infra Merah merupakan suatu metode yang mengamati interaksi molekul dengan radiasi elektromagnetik yang berada pada daerah panjang gelombang 0,75–1.000  $\mu\text{m}$  atau pada bilangan gelombang 13.000–10  $\text{cm}^{-1}$  dengan menggunakan suatu alat yaitu *Spektrofotometer Inframerah*. Metode ini banyak digunakan pada laboratorium analisis industri dan laboratorium riset karena dapat memberikan informasi yang berguna untuk analisis kualitatif dan kuantitatif, serta membantu penerapan rumus bangun suatu senyawa. Pada era modern ini, radiasi inframerah digolongkan atas 4 (empat) daerah, yaitu :

Tabel 2.3 Penggolongan Radiasi Infra Merah

No.	Daerah Inframerah	Panjang Gelombang ( $\lambda$ ) dalam $\mu\text{m}$	Bilangan Gelombang dalam $\text{cm}^{-1}$	Frekuensi (Hz)
1.	Dekat	0,78 – 2,5	13.000 – 4.000	$3,8 - 1,2 (10^{14})$
2.	Pertengahan	2,5 – 50	4.000 – 200	$1,2 - 0,06 (10^{14})$
3.	Jauh	50 – 1000	200 – 10	$6,0 - 0,3 (10^{12})$
4.	Untuk analisis instrumen	2,5 – 15	4.000 – 670	$1,2 - 0,2 (10^{14})$

### 2.9.1 Teori Radiasi Inframerah

Konsep radiasi inframerah pertama kali diajukan oleh **Sir William Herschel** (1800) melalui percobaannya mendispersikan radiasi matahari dengan prisma.

Ternyata pada daerah sesudah sinar merah menunjukkan adanya kenaikan temperatur tertinggi yang berarti pada daerah panjang gelombang radiasi tersebut banyak kalori (energi tinggi). Daerah spektrum tersebut yang dikenal sebagai infrared (IR, di seberang atau di luar merah). Supaya terjadi peresapan radiasi inframerah, maka ada beberapa hal yang perlu dipenuhi, yaitu :

- 1) Absorpsi terhadap radiasi inframerah dapat menyebabkan eksitasi molekul

ketingkat energi vibrasi yang lebih tinggi dan besarnya absorpsi adalah terkuantitasi.

- 2) Vibrasi yang normal mempunyai frekuensi sama dengan frekuensi radiasi elektromagnetik yang diserap.
- 3) Proses absorpsi (spektra IR) hanya dapat terjadi apabila terdapat perubahan baik nilai maupun arah dari momen dua kutub ikatan.

Spektrum peresapan IR merupakan perubahan simultan dari energi vibrasi dan energi rotasi dari suatu molekul. Kebanyakan molekul organik cukup besar sehingga spektrum peresapannya kompleks. Konsep dasar dari spektra vibrasi dapat diterangkan dengan menggunakan molekul sederhana yang terdiri dari dua atom dengan ikatan kovalen. Dengan menggunakan Hukum Hooke, dua atom tersebut dihubungkan dengan sebuah pegas. Persamaan yang diturunkan dari Hukum Hooke menyatakan hubungan antara frekuensi, massa atom, dan tetapan dari kuatnya ikatan (*force constant of the bond*). Hal-hal yang dapat mempengaruhi jumlah resapan maksimum secara teoritis adalah :

1. Frekuensi vibrasi fundamental jatuh di luar daerah 2,5–15  $\mu\text{m}$ .
2. Resapan terlalu lemah untuk diamati.
3. Beberapa resapan sangat berdekatan hingga tampak menjadi satu.
4. Beberapa resapan dari molekul yang sangat simetris, jatuh pada frekuensi yang sama.
5. Vibrasi yang terjadi tidak mengakibatkan terjadinya perubahan dipole moment dari molekul.

Salah satu contoh pengiriman data digital melalui media nirkabel adalah dengan memanfaatkan infra merah. Prinsip kerja dari spectrum infra merah tidak jauh berbeda dengan spectrum cahaya tampak. Beberapa sifat dari infra merah diantaranya merupakan gelombang transversal yaitu arah getarannya tegak lurus dengan arah perambatannya, tidak tampak oleh mata, tidak dapat menembus materi yang tidak tembus pandang, dapat ditimbulkan oleh komponen yang menghasilkan panas, dan dapat mengalami pemantulan. Infra merah memiliki panjang gelombang lebih panjang dari cahaya tampak, tetapi lebih pendek dari radiasi gelombang radio yaitu 700 nm sampai 1 mm dan berada pada spektrum berwarna merah. Dengan panjang gelombang ini maka cahaya infra merah tidak

akan terlihat oleh mata namun radiasi panas yang ditimbulkannya masih dapat dirasakan/dideteksi. Pada dasarnya komponen yang menghasilkan panas juga menghasilkan radiasi infra merah termasuk tubuh manusia maupun tubuh binatang. Cahaya infra merah, walaupun mempunyai panjang gelombang yang sangat panjang tetap tidak dapat menembus bahan-bahan yang tidak dapat melewatkan cahaya yang nampak sehingga cahaya infra merah tetap mempunyai karakteristik seperti halnya cahaya yang nampak oleh mata. Pada pembuatan komponen yang dikhususkan untuk penerima infra merah, lubang untuk menerima cahaya (*window*) sudah dibuat khusus sehingga dapat mengurangi interferensi dari cahaya non-infra merah. Oleh sebab itu sensor infra merah yang baik biasanya memiliki jendela (pelapis yang terbuat dari silikon) berwarna biru tua keungu-unguan. Sensor ini biasanya digunakan untuk aplikasi infra merah yang digunakan diluar rumah (*outdoor*). Sinar infra merah yang dipancarkan oleh pemancar infra merah tentunya mempunyai aturan tertentu agar data yang dipancarkan dapat diterima dengan baik pada penerima. Oleh karena itu baik di pengirim infra merah maupun penerima infra merah harus mempunyai aturan yang sama dalam mentransmisikan (bagian pengirim) dan menerima sinyal tersebut kemudian mendekodekannya kembali menjadi data biner (bagian penerima). Komponen yang dapat menerima infra merah ini merupakan komponen yang peka cahaya yang dapat berupa dioda (photodiode) atau transistor (phototransistor). Komponen ini akan merubah energi cahaya, dalam hal ini energi cahaya infra merah, menjadi pulsa-pulsa sinyal listrik. Komponen ini harus mampu mengumpulkan sinyal infra merah sebanyak mungkin sehingga pulsa-pulsa sinyal listrik yang dihasilkan kualitasnya cukup baik [14-15].

### **2.9.2 Spektrum infra merah**

Spektrum infra merah adalah bagian dari spektrum gelombang elektromagnetik, pada tabel 2.4 spektrum elektromagnetik dibagi dalam beberapa bagian berdasarkan panjang gelombang dan frekuensi yang ditimbulkan oleh masing-masing spektrum.

Tabel 2.4 Spektrum Gelombang Elektromagnetik

Panjang Gelombang (m)	Frekuensi (Hz)	Jenis Gelombang
$10^{-13} - 10^{-15}$	$10^{21} - 10^{23}$	Sinar gamma
$10^{-9} - 10^{-12}$	$10^{17} - 10^{20}$	Sinar X
$10^{-7} - 10^{-9}$	$10^{15} - 10^{17}$	<i>Ultra violet</i>
$10^{-6} - 10^{-7}$	$10^{14} - 10^{15}$	Cahaya tampak
<b><math>10^{-3} - 10^{-6}</math></b>	<b><math>10^{11} - 10^{14}</math></b>	<b>Infra merah</b>
$10^1 - 10^3$	$10^7 - 10^{11}$	Gelombang televisi (VHF, UHF, SHV)
$10^2 - 10^1$	$10^6 - 10^7$	Frekuensi tinggi (HF)
$10^4 - 10^2$	$10^4 - 10^6$	Frekuensi menengah (VLF, LF, MF)
$10^8 - 10^4$	$10^0 - 10^4$	Gelombang listrik sangat tinggi

Sesuai dengan sifat cahaya, gelombang elektromagnetik infra merah juga mempunyai sifat-sifat sebagai berikut:

1. Merupakan gelombang *transversal*, yaitu arah getarannya tegak lurus dengan arah perambatannya.
2. Tidak tampak manusia
3. Tidak dapat menembus materi yang tidak tembus pandang
4. Dapat ditimbulkan oleh komponen yang menghasilkan panas
5. Dapat mengalami polarisasi dan interferensi.
6. Dapat mengalami pemantulan, pembiasan dan lenturan (difraksi).
7. Arah perambatannya tidak dapat dibelokkan oleh medan listrik atau medan magnet.

Prinsip kerja dari spektrum infra merah tidak berbeda jauh dengan spektrum cahaya tampak, diantaranya yaitu dapat memancarkan sinar yang merupakan garis lurus dan dapat menembus benda-benda bening atau transparan, serta dapat dipantulkan oleh benda yang dapat memantulkan cahaya. Cahaya infra merah yang dipancarkan tidak dapat dilihat oleh mata biasa, sehingga dapat digunakan sebagai media penyampaian informasi yang tepat dari sumber informasi secara rahasia ke bagian penerima. Beberapa keuntungan yang lain penggunaan spektrum infra merah adalah jarak jangkauannya cukup jauh, dapat menembus kabut dan pemakaian daya cukup rendah.