

## BAB II

### DASAR TEORI

#### 2.1. Teknologi *Wireless*

Dalam perkembangan perangkat telekomunikasi tentunya kita sering mendengar kata *wireless*, yaitu penghubung dua perangkat yang tidak menggunakan media kabel. Teknologi *wireless* merupakan teknologi nirkabel, dalam melakukan hubungan telekomunikasi tidak lagi menggunakan media atau sarana kabel tetapi dengan menggunakan gelombang elektromagnetik sebagai pengganti kabel. Perkembangan teknologi *wireless* tumbuh dan berkembang dengan pesat, dimana setiap saat kita selalu membutuhkan sarana telekomunikasi. Hal ini terbukti dengan semakin banyaknya pemakaian alat yang menggunakan teknologi *wireless*<sup>[1]</sup>.

Komunikasi nirkabel adalah *transfer* informasi melalui jarak jauh tanpa menggunakan konduktor listrik atau kabel. Jarak yang terlibat mungkin pendek hanya beberapa meter seperti pada remot kontrol atau panjang ribuan kilometer untuk komunikasi radio.

Salah satu contoh perkembangan *wireless* pada kehidupan sehari-hari yaitu remot kontrol. Remot kontrol adalah alat tanpa kabel yang digunakan untuk mengendalikan peralatan dari jarak jauh, penggunaannya seperti pada televisi, *pager*, remot pelepas rana pada kamera DSLR dan lainnya.

#### 2.2. Inframerah

Cahaya inframerah merupakan cahaya yang tidak tampak. Jika dilihat dengan dengan spektroskop cahaya maka radiasi cahaya infra merah akan nampak pada spektrum elektromagnet dengan panjang gelombang di atas panjang gelombang cahaya merah. Dengan panjang gelombang ini maka cahaya inframerah ini akan tidak tampak oleh mata namun radiasi panas yang ditimbulkannya masih terasa/dideteksi. Pada dasarnya komponen yang menghasilkan panas juga menghasilkan radiasi inframerah termasuk tubuh manusia maupun tubuh binatang. Cahaya inframerah, 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<sup>[2]</sup>.

Inframerah ialah sinar elektromagnetik yang panjang gelombangnya lebih daripada cahaya nampak yaitu di antara 700 nm dan 1mm. Sinar inframerah

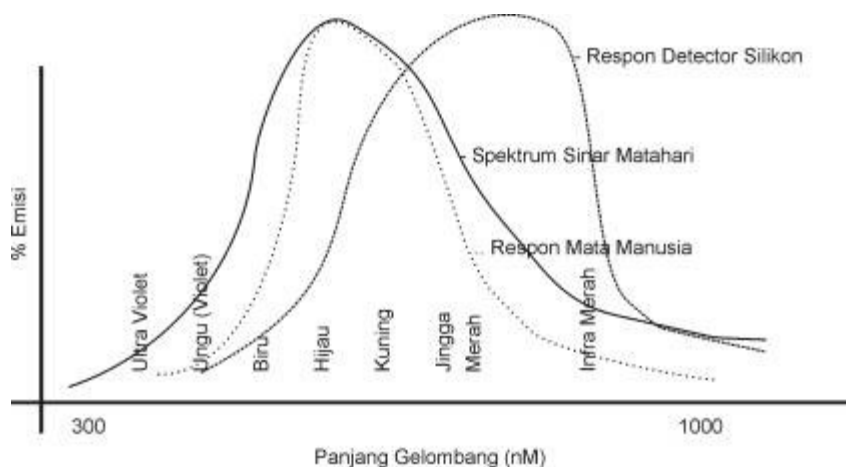
merupakan cahaya yang tidak tampak. Jika dilihat dengan spektroskop cahaya maka radiasi cahaya inframerah akan nampak pada spektrum elektromagnet dengan panjang gelombang diatas panjang gelombang cahaya merah. Dengan panjang gelombang ini maka cahaya inframerah ini akan tidak tampak oleh mata namun radiasi panas yang ditimbulkannya masih terasa / dideteksi. Inframerah dapat dibedakan menjadi 3 daerah<sup>[2]</sup> :

Tabel 2.1 perbedaan inframerah di 3 daerah

Daerah	Nilai
Near Infra Merah	0.75 – 1.5 $\mu\text{m}$
Mid Infra Merah	1.5 – 10 $\mu\text{m}$
Far Infra Merah	10 – 100 $\mu\text{m}$

### 2.2.1. Penggunaan Inframerah

Pada dasarnya penggunaan modulasi cahaya penggunaannya tidak ada batasnya namun modulasinya harus menggunakan sinyal *carrier* yang frekuensinya harus sangat tinggi yaitu dalam orde ribuan megahertz. Biasanya modulasi dengan frekuensi *carrier* yang tinggi ini digunakan untuk modulasi sinar laser atau pada transmisi data yang menggunakan media fiber optic sebagai media perantaranya. Inframerah menggunakan cahaya sebagai media komunikasinya. Cahaya dimodulasi oleh sebuah sinyal *carrier* seperti halnya sinyal radio dapat membawa pesan data maupun perintah yang banyaknya hampir tidak terbatas dan sampai saat ini belum ada aturan yang membatasi penggunaan cahaya ini sebagai media komunikasi.



Gambar 2.1 Spektrum cahaya dan respon mata manusia  
Sifat-sifat cahaya inframerah :

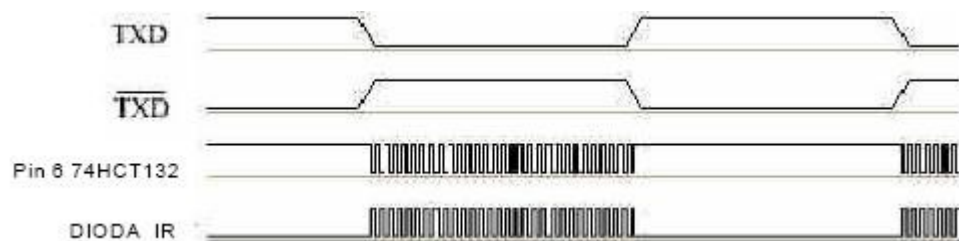
- Tidak tampak mata
- Tidak dapat menembus materi yang tidak tembus pandang
- Dapat ditimbulkan oleh komponen yang menghasilkan panas

Gambar 2.1 spektrum cahaya menjelaskan bahwa Komunikasi inframerah dilakukan menggunakan dioda inframerah sebagai pemancar dan modul penerima inframerah sebagai penerimanya. Untuk jarak yang cukup jauh, kurang lebih tiga sampai lima meter, pancaran data inframerah harus dimodulasikan terlebih dahulu untuk menghindari kerusakan data akibat noise.



Gambar 2.2 Modulasi sinyal Inframerah

Gambar 2.2 adalah Untuk transmisi data yang menggunakan media udara sebagai media perantara biasanya menggunakan frekuensi carrier sekitar 30 KHz sampai dengan 40 KHz. Inframerah yang dipancarkan melalui udara ini paling efektif jika menggunakan sinyal carrier yang mempunyai sinyal di atas. Sinyal yang dipancarkan oleh pengirim diterima oleh penerima inframerah dan kemudian didecodekan menjadi sebuah paket data biner. Proses modulasi dilakukan dengan mengubah kondisi logika 0 dan 1 menjadi kondisi ada dan tidak ada sinyal carrier inframerah yang berkisar antara 30 KHz sampai 40 KHz. Pada komunikasi data serial, kondisi idle (tidak ada transmisi data) adalah merupakan logika '0', sedangkan pada komunikasi inframerah kondisi idle adalah kondisi tidak adanya sinyal carrier. Hal ini ditujukan agar tidak terjadi pemborosan daya pada saat tidak terjadi transmisi data.



Gambar 2.3 Kondisi tidak ada sinyal carrier

### 2.3. Catu Daya

Istilah catu daya merupakan terjemah dari *power supply*. Dimaksudkan untuk memberikan catuan listrik kepada perangkat (*equipment*) telekomunikasi. Catu daya merupakan salah satu sub-sistem dalam sistem telekomunikasi yang memegang peranan teramat penting dan mutlak harus ada, karena setiap perangkat telekomunikasi terutama perangkat yang menggunakan komponen elektronik amat memerlukan catuan listrik. Sebagai “jantung” bagi bekerjanya perangkat telekomunikasi, bila macet (terputus), akan mengakibatkan semua komponen perangkat tidak akan dapat beroperasi. Setiap perangkat telekomunikasi seperti terminal, sentral telepon, sarana transmisi *transmitter* (pemancar), *receiver* (penerima), dan sebagainya memerlukan catu daya<sup>[3]</sup>.

### 2.3.1. Baterai CR2032

Pada alat ini menggunakan catu daya berupa baterai lithium CR2032. CR2032 adalah baterai tombol sel lithium dinilai pada 3.0 Volt. Hal ini umumnya digunakan di komputer sebagai Baterai CMOS, kalkulator, remote kontrol, instrumen ilmiah, bel pintu nirkabel, jam tangan, dan perangkat kecil lainnya. CR2032 menunjukkan sel bulat 19.9.±0.1 mm diameter dan 3.1±0.1 mm tinggi seperti yang didefinisikan oleh IEC standar 60086. Nominal diameter 20 mm, tinggi nominal adalah 3.2 mm. Review lembar 14 data dari pemasok yang berbeda menunjukkan berbagai beban dari 2.8g ke 3 g. Kecuali untuk dua ekstrem outliers, Semua melaporkan beban antara 3.0 g dan 3.2 g, dengan modus menjadi 3.2 g.

Baterai BR2032 memiliki dimensi yang sama, tegangan nominal yang sedikit lebih rendah dan kapasitas, dan rentang temperatur diperluas dibandingkan dengan CR2032. Hal ini dinilai untuk suhu setinggi 85° C atau serendah -30 ° C, sementara CR2032 ditetapkan selama rentang 20 ° C hingga 70 ° C. BR2032 juga memiliki tingkat yang jauh lebih rendah diri-discharge.[menghitung] Menggunakan BR2032 tempat CR2032 tidak akan merusak peralatan, dan dalam kebanyakan kasus akan berfungsi dengan baik.

Baterai nomenklatur didefinisikan oleh International Electrotechnical Commission (IEC) di yang 60086 "utama baterai standar". Huruf pertama menunjukkan sistem elektrokimia yang digunakan:  
C: (-) lithium elektroda-organik elektrolit – mangan dioksida elektroda (+)

B:(-) lithium elektroda-organik elektrolit – karbon monofluoride elektroda(+)

Kedua huruf R menunjukkan (silinder) bentuk bulat.

Digit 2032 menunjukkan dimensi maksimum yang 20.0 mm diameter dan 3.2 mm tinggi seperti yang didefinisikan oleh IEC standar 60086



Gambar 2.4 Bentuk Fisik Baterai CR2032

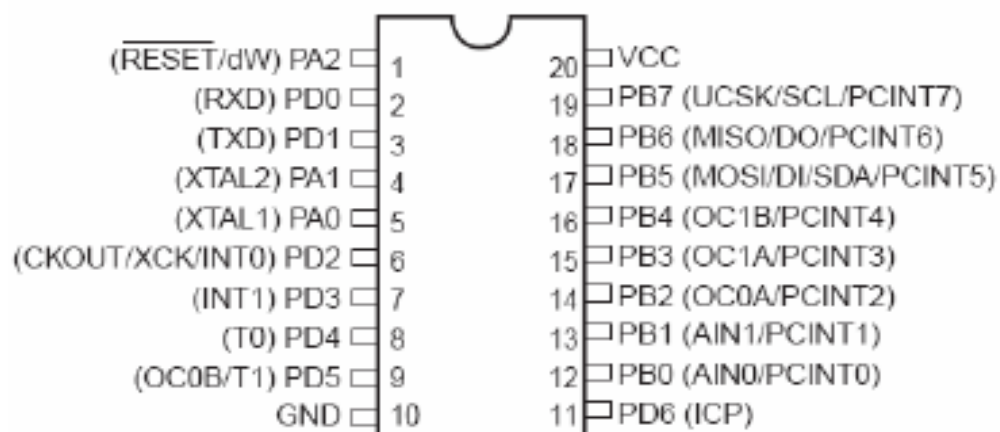
## 2.4. PERANGKAT KERAS

### 2.4.1. Mikrokontroler ATtiny2313<sup>[10]</sup>

Mikrokontroler adalah suatu unit yang dapat diprogram cara kerjanya, sehingga dapat dipergunakan untuk keperluan yang berbeda-beda. Beberapa mikrokontroler yang beredar di pasaran merupakan keluaran dari beberapa pabrik antara lain Atmel, Intel, Motorola dan sebagainya.

### 2.4.2. Konfigurasi Pin AVR ATtiny2313<sup>[10]</sup>

AVR Attiny2313 dengan kemasan PDIP merupakan sebuah mikrokontroler dengan 20 pin dengan konfigurasi pin seperti terlihat pada gambar 2.5



Gambar 2.5 Susunsn kaki AVR ATtiny2313

Konfigurasi kaki-kaki AVR Attiny2313

- a) 8 bit mikrokontroller
- b) Berarsitektur rendah RISC dengan konsumsi daya rendah
  - 1) 120 instruksi lengkap
  - 2) Fully static Operation
  - 3) 32x8 general Purpose Working Register (GPR)
  - 4) Mencapai 20 MIPS Throughput pada 20 MHz
- c) Data dan Non-volatile Program Memory
  - 1) 2K Bytes Flas In-System Self-Programmable, daya tahan 10.000kali baca/tulis
  - 2) 128 Bytes isi SRAM
  - 3) 128 Bytes EEPROM In-System Programmable daya tahan 100.000 kali baca/tulis
  - 4) Pemrograman pengunci untuk keamanan software
- d) Fitur peripheral
  - 1) Satu timer/counter 8-bit dengan seprate Prescaler (sumber klok yang biasa diatur) dan Mode pembanding
  - 2) Satu timer/counter 16-bit dengan Separate Prescaler, mode Pembanding, Mode captur (penangkap trigger)
  - 3) Empat saluran PWM
  - 4) Full Duplex USART
  - 5) On-chip Analog Comparator
  - 6) Programmable Watchdog Timer dengan On-chip Osilator
  - 7) USI-Universal Serial Intervace
- e) Fitur Khusus Mikrokontroller
  - 1) Tiga Mode Sleep : mode Idle, mode Power-down dan mode Standby
  - 2) DebugWIRE On-Chip Debugging
  - 3) In-System Programmable melalui port SPI
  - 4) Rangkaian Power-on reset dan deteksi Brown-Out yang dapat diprogram
  - 5) Sumber Interrupsi Eksternal dan Internal
  - 6) Kalibrasi Oscilator internal
- f) I/O dan Kemasan
  - 1) 18 Programmable saluran I/O
  - 2) 20-pin PDIP, 20-SOIC, 20-pad QFN/MLF
  - 3) Vcc : supply tegangan
  - 4) GND : Ground
  - 5) Port A(PA2.PA0) : PortA mempunyai 3-bit bi-directional I/O port. Pin port dapat diberi resistor pull-up internal secara individual. Buffer output portA mempunyai karakteristik penggerak dengan kemampuan mencatu (source) dan menyerap (sink). Ketika pin PA0 sampai PA2 digunakan sebagai input di-pulled low, maka akan menghasilkan sumber arus jika resistor internal pull-up diaktifkan. Pin

portA mempunyai tiga keadaan ketika kondisi reset bahkan ketika clock tidak aktif.

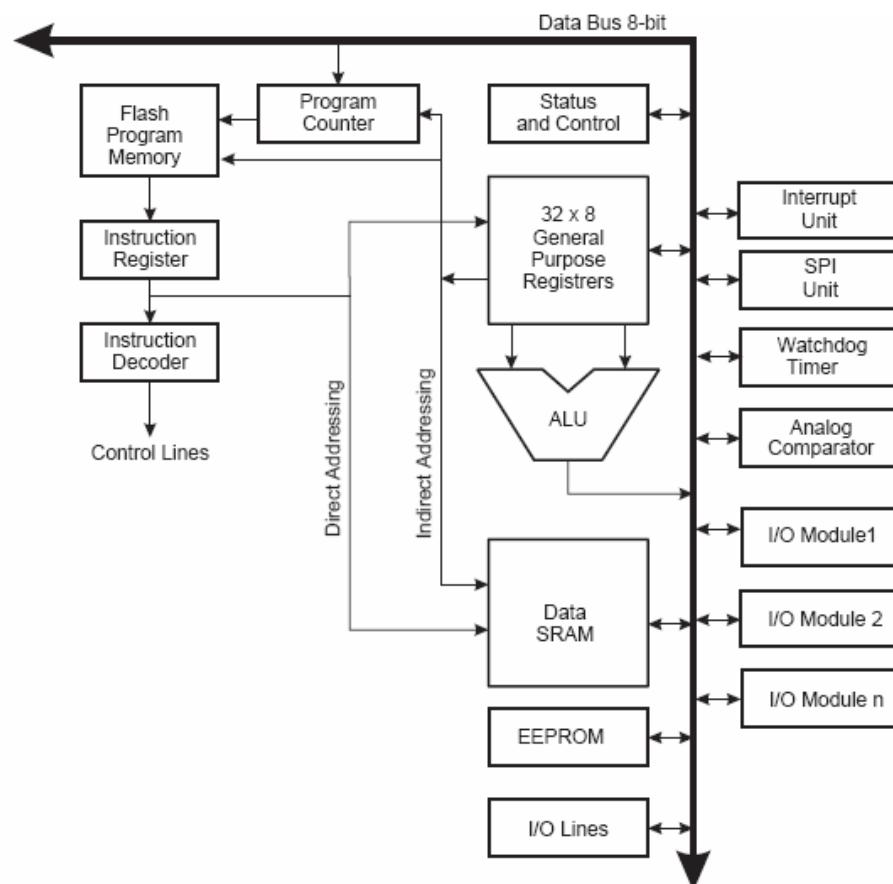
PortA memiliki fungsi khusus lain seperti XTAL1, XTAL2 dan reset.

- 6) Port B (PB7.PB0) : Port B mempunyai 8-bit bi-directional I/O. Pin port dapat diberi resistor pull-up internal secara individual. Buffer output PortB mempunyai karakteristik penggerak dengan kemampuan mencatu (source) dan menyerap (sink). Ketika pin PB0 sampai PB7 digunakan sebagai input dan di-pulled low, maka akan menghasilkan sumber arus jika resistor internal pull-up diaktifkan. Pin port B mempunyai tiga keadaan ketika kondisi reset bahkan ketika clock tidak aktif.
- 7) Port D (PD6.Pd0) : Port D mempunyai 8-bit bi-directional I/O. Pin port dapat diberi resistor pull-up internal secara individu. Buffer output Port B mempunyai karakteristik penggerak dengan kemampuan menyatu (source) dan menyerap (sink). Ketika pin PD0 sampai PD6 digunakan sebagai input dan di-pulled low, maka akan menghasilkan sumber arus jika resistor internal pill-up diaktifkan. Pin port D mempunyai tiga keadaan ketika kondisi reset bahkan ketika clock tidak aktif.
- 8) RESET : Input reset, ketika terjadi kondisi rendah pada pin ini. Akan membuat mikrokontroller masuk dalam kondisi reset walaupun clock mati/tidak bergerak.
- 9) XTAL1 : Input bagi inverting oscilator amplifier dan input bagi operasi rangkaian clock internal  
XTAL2 : Output inverting oscilator amplifier

### 2.4.3. Arsitektur AVR ATtiny2313

Mikrokontroller AVR memiliki model arsitektur *Harvard*, dimana memori untuk data dan program terpisah, bus untuk program dan bus untuk data juga terpisah. Dalam arsitektur AVR, seluruh GPR ( General Purpose Register [32-register] ) terhubung langsung ke ULU (Arictmetic Logic Unit ) / procesor sehingga eksekusi instruksi lebih cepat. Dalam satu siklus clock terdapat dua register independen yang dapat diakses oleh satu instruksi. Teknik yang digunakan adalah *fetch during execution* atau memegang sambil mengerjakan. Hal ini berarti, dua operan dibaca dari satu register, semuanya dilakukan hanya dalam satu siklus clock. Dari 32 register terdapat enam buah register yang dapat

digunakan untuk pengalamatan tidak langsung 16-bit sebagai register pointer (penunjuk). Register tersebut mempunyai nama khusus yaitu X, Y, Z. Masing – masing terdiri dari sepasang register, seperti : X (R27:R26), Y (R29:R28), dan Z (R31:R30). Untuk kontrol aliran program disediakan instruksi lompatan bersyarat dan tak bersyarat, instruksi CALL (panggil), dapat ditempatkan diseluruh ruang program. Kebanyakan instruksi AVR mempunyai 16-bit word. Setiap alamat program mengandung sebuah instruksi 16 atau 32 bit. Selama interupsi dan pemanggilan subrutin, alamat program counter (PC) disimpan kedalam Stack. Stack akan efektif diletakkan di SRAM, dan konsekuensinya ukuran Stack dibatasi oleh ukuran SRAM dan penggunaan SRAM. Setiap pengguna harus menginisialisasi SP dalam rutin RESET ( sebelum subrutin atau intrupsi dieksekusi ). Stack pointer SP dapat ditulis dan dibaca dalam ruang I/O. SRAM dapat di akses melaui lima mode pengalamatan dalam arsitektur AVR. Adapun gambar arsitektur ATtiny2313 dapat dilihat pada gambar 2 berikut.

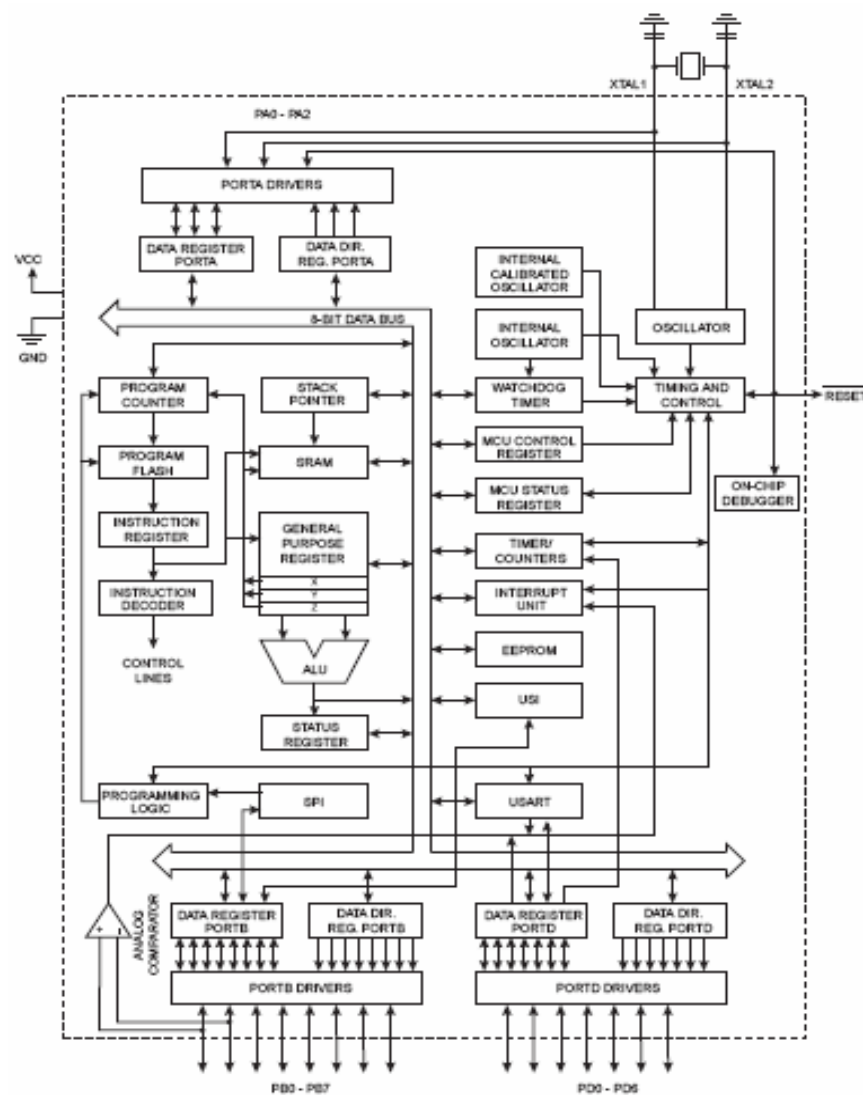


**Gambar 2.6** Arsitektur ATtiny2313



### 2.4.4. Diagram Blok AVR ATtiny2313

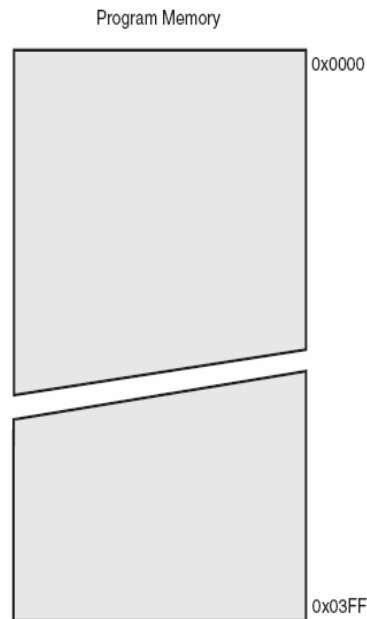
Mikrokontroler ATmega 8515 merupakan mikrokontroler CMOS dengan daya rendah yang memiliki arsitektur AVR RISC 8-bit. Arsitektur ini mendukung kemampuan melaksanakan eksekusi instruksi hanya dalam satu siklus clock osilator. Adapun blok diagram mikrokontroler ini dapat dilihat pada gambar 3 berikut.



Gambar 2.7 Diagram Blok ATtiny2313

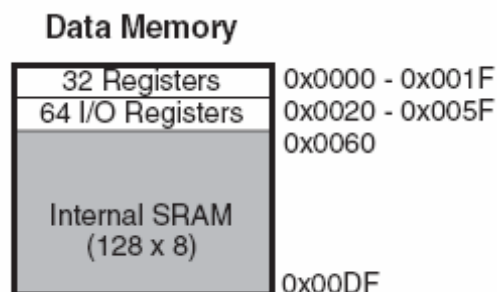
### 2.4.5. Peta Memori

ATtiny2313 mempunyai flash memori 2 Kbyte On-chip untuk menyimpan program. Semua instruksi AVR mempunyai format 16 atau 32 bit, flash dibentuk menjadi 1K x 16. Memori Flash Program sedikitnya mempunyai 10.000 siklus tulis/hapus. Lebar data PC ( Program Counter ) adalah 10 bit yang digunakan untuk mengamati 1Kx16 memori program. Peta memori pada ATtiny2313 dapat dilihat pada gambar 4 berikut.



Gambar 2.8 Peta Memori Program ATtiny2313

ATtiny2313 memiliki 224 (0x0DF) alamat lokasi memori. Kapasitas SRAM (Statik RAM) ATtiny2313 adalah 128 byte lokasi SRAM dalam peta memori AVR ATtiny2313 ditunjukkan pada gambar 7. Lokasi terbawah adalah GPR, I/O memori kemudian baru SRAM. Lokasi memori pertama adalah GPR dan I/O memori, dan 128 lokasi berikutnya internal SRAM.



Gambar 2.9 Peta Memori Data ATtiny2313

#### 2.4.6. Pin Port I/O

ATtiny2313 memiliki tiga buah pin port I/O yaitu Port D, Port B dan Port A. Pin port I/O berguna untuk berinteraksi dengan dunia luar ( peripheral diluar IC mikrokontroler ) baik sebagai jalur masuk ataupun jalur keluar.

#### a. Port A

Port A mempunyai 3-bit bi-directional I/O port. Pin port dapat diberi resistor pull-up internal secara individual, agar tidak mengambang saat dikonfigurasi sebagai input, tanpa harus memberikan pull-up eksternal. Port A dapat dikonfigurasi secara individual (per bit sebagai input atau output). Port A mempunyai 3 perangkat register yaitu :

- 1) Data register port A (PORTA), berlokasi \$1B (\$3B). Register ini dapat ditulis dan dibaca.

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	-	-	-	-	-	PORTA2	PORTA1	PORTA0	PORTA
Read/Write	R	R	R	R	R	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

- 2) Data Direction Register port A (DDRA), berlokasi \$1A (\$3A). Register ini dapat ditulis dan dibaca.

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	-	-	-	-	-	DDA2	DDA1	DDA0	DDRA
Read/Write	R	R	R	R	R	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

- 3) Port A Input In (PINA), berlokasi \$19 (\$39). Ini bukan register, ini merupakan pin fisik pada *hardware* dan hanya dapat dibaca. Bila PORTA yang dibaca maka data latch dari PORTA akan dibaca, sedangkan jika PINA yang dibaca maka logika yang sedang terjadi pada pin-pin portA yang akan dibaca.

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	-	-	-	-	-	PINA2	PINA1	PINA0	PINA
Read/Write	R	R	R	R	R	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	

Cara mengatur Port A :

- a) Port A sebagai input :

- 1) Atur register DDRA dengan memberi nilai “0” nol pada bit-bit (nomor bit sesuai dengan nomor pin) yang akan digunakan sebagai input.
  - 2) Apabila register PORTAn kita beri nilai “1” sementara DDRA “0”, maka resistor pull-up secara otomatis akan ON. Untuk mematikan pull-up, bit PORTAn harus kita clear “0”, atau pin yang bersangkutan harus dikonfigurasi sebagai output.
- b) Port A sebagai output :
- 1) Atur register DDRA dengan memberi nilai ”1” satu pada bit-bit (nomor bit sesuai dengan nomor pin) yang akan digunakan sebagai output.
  - 2) Misalnya kita ingin pin port A nomor nol akan kita konfigurasi sebagai input sementara sisanya sebagai output. Maka masukkan nilai biner 00000001 pada register DDRA dengan perintah ”out”

Contoh :

```
LDI R16,0b0000001
OUT ddrb,R16
```

Fungsi alternatif portA dapat digunakan jika dalam setting sistem clock yang dipakai menggunakan oscilator eksternal/kristal/resonator.

Tabel 2.1 Fungsi alternatif port A

Port Pin	Fungsi Alternatif
PA2	Reset, dW
PA1	XTAL2
PA0	XTAL1

#### b. Port B

Port B mempunyai 8-bit bi-directional I/O port. Pin port dapat diberi resistor pull-up internal secara individual, agar tidak mengambang pada saat dikonfigurasi sebagai input, tanpa harus memberikan pull-up eksternal. Port B dapat dikonfigurasi secara individual (per-bit sebagai input atau output).

Port B mempunyai 3 perangkat register, yaitu :

- 1) Data register port B (PORTB), berlokasi \$ 18 (\$38). Register dapat ditulis dan dibaca.

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	PORTB7	PORTB6	PORTB5	PORTB4	PORTB3	PORTB2	PORTB1	PORTB0	PORTB
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

- 2) Data Direction Register port B (DDRB, berlokasi \$17 (\$37). Register ini dapat ditulis dan dibaca.

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	DDB7	DDB6	DDB5	DDB4	DDB3	DDB2	DDB1	DDB0	DDRB
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

- 3) Port B Input PIN (PINB), berlokasi \$16 (\$36). Ini bukan register, ini merupakan pin fisik dari hardware dan hanya dapat dibaca. Bila PORTB yang dibaca maka data *latch* dari PORTB akan dibaca, sedangkan jika PINB yang dibaca maka logika yang sedang terjadi pada pin-pin port B yang akan terbaca.

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	PINB7	PINB6	PINB5	PINB4	PINB3	PINB2	PINB1	PINB0	PINB
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	

Beberapa pin dari port B memiliki fungsi khusus, yang bisa digunakan sesuai kebutuhan.

Cara mengatur port B:

1. Port B sebagai input:
  - a. Atur register DDRD dengan memberi nilai "0" pada bit-bit (nomor bit sesuai nomor pin) yang akan digunakan sebagai input.
  - b. Apabila register PORTBn kita beri nilai "1" sementara DDRBn "0", maka resistor pull-up secara otomatis akan ON. Untuk mematikan pull-up, bit PORTBn harus kita clear "0", atau pin yang bersangkutan harus dikonfigurasi sebagai output.
2. Port B sebagai output:
  - a. Atur register DDRB dengan memberi nilai "1" satu pada bit-bit (nomor bit sesuai dengan nomor pin) yang akan digunakan sebagai output.
  - b. Misalnya kita ingin pin port B nomor nol akan kita konfigurasi sebagai input sementara sisanya sebagai output. Maka masukkan nilai biner 00000001 pada register DDRB dengan perintah "out"

Contoh:

```
LDI R16,0b00000001
OUT ddrb,R16
```

Fungsi alternatif port B digunakan sesuai dengan setting peripheral internal yang bersangkutan.

Tabel 2.2 Fungsi alternatif port B

Port Pin	Fungsi Alternatif
PB7	USAK/SCL/PCINT7
PB6	DO/PCINT6
PB5	DI/PCINT5
PB4	OC1B/PCINT4
PB3	OC1A/PCINT3
PB2	OC0A/PCINTA2
PB1	AIN1/PCIN1
PB0	AIN0/PCIN0

c. Port D

Port D mempunyai 7 bit di-directional I/O port. Pin port dapat diberi resistor pull-up internal secara individu, agar tidak mengambang saat konfigurasi sebagai input, tanpa harus memberikan pull-up eksternal. Port D dapat dikonfigurasi secara individu (per-bit sebagai input atau output).

Port D mempunyai 3 perangkat register yaitu:

- 1) Data register port D (PORTD), berlokasi \$12 (\$32). Register ini dapat ditulis dan dibaca.

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	-	PORTD6	PORTD5	PORTD4	PORTD3	PORTD2	PORTD1	PORTD0	PORTD
Read/Write	R	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

- 2) Data Direction Register port D (DDRD), berlokasi \$11 (\$31). Register ini dapat ditulis dan dibaca.

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	-	DDD6	DDD5	DDD4	DDD3	DDD2	DDD1	DDD0	DDRD
Read/Write	R	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

- 3) Port D Input Pin (PIND), berlokasi \$10 (\$30). Ini bukan register, ini merupakan pin fisik pada hardware dan hanya dapat dibaca. Bila PORTD yang dibaca maka data lath dari PORTD akan dibaca, sedangkan jika PIND yang dibaca maka logika yang sedang terjadi pada pin-pin port B yang akan dibaca.

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	-	PIND6	PIND5	PIND4	PIND3	PIND2	PIND1	PIND0	PIND
Read/Write	R	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	

### Cara mengatur port D

#### 1. Port D sebagai input:

- Atur register DDRD dengan memberi nilai "0" pada bit-bit (nomor bit sesuai nomor pin) yang akan digunakan sebagai input.
- Apabila register PORTDn kita beri nilai "1" sementara DDRDn "0", maka resistor pull-up secara otomatis akan ON. Untuk mematikan pull-up, bit PORTDn harus kita clear "0", atau pin yang bersangkutan harus dikonfigurasi sebagai output.

#### 2. Port D sebagai output:

- Atur register DDRD dengan memberi nilai "1" satu pada bit-bit (nomor bit sesuai dengan nomor pin) yang akan digunakan sebagai output.
- Misalnya kita ingin pin port D nomor nol akan kita konfigurasi sebagai input sementara sisanya sebagai output. Maka masukkan nilai biner 00000001 pada register DDRD dengan perintah "out".

Contoh:

```
LDI R16,0b00000001
```

```
OUT ddrd,R16
```

Fungsi alternatif portB digunakan sesuai dengan setting peripheral internal yang bersangkutan.

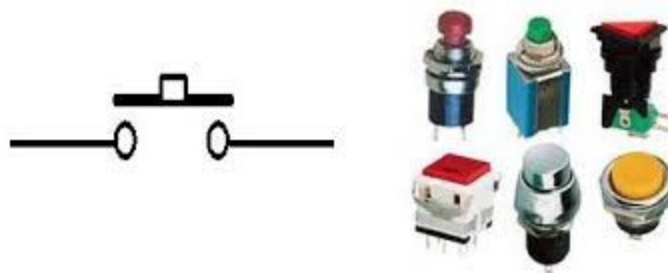
Tabel 2.3 Fungsi Alternatif Port D

Port Pin	Fungsi Alternatif
PD6	ICP
PD5	OC0/TI
PD4	T0
PD3	INT1
PD2	INT0/XCK/CKOUT
PD1	TXD

Port Pin	Fungsi Alternatif
PD0	RXD

#### 2.4.7. Push Button<sup>[5]</sup>

Push Button atau dalam bahasa Indonesianya yaitu saklar tekan yang artinya alat ini akan bekerja dengan cara ditekan. Alat ini sangat umum, banyak digunakan diberbagai mesin baik itu diindustri ataupun alat-alat yang lain. Alat ini juga paling mudah untuk dipelajari ataupun dipahami karena fungsi dan cara kerjanya yang sangat sederhana. Pada bagian atasnya terdapat knop yang berfungsi sebagai area penekan, lalu disamping kiri dan kanan terdapat terminal, kontak normally open (NO) dan normally close (NC) berfungsi sebagai terminal wiring yang dihubungkan dengan alat listrik lainnya, mempunyai kapasitas beban sekitar 5A. Alat ini berfungsi sebagai pemberi sinyal masukan pada rangkaian listrik, ketika atau selama bagian knopnya ditekan maka alat ini akan bekerja sehingga kontak-kontaknya akan terhubung untuk jenis normally open dan akan terlepas untuk jenis normally close, dan sebaliknya ketika knopnya dilepas kembali maka kebalikan dari sebelumnya, untuk membuktikannya pada terminalnya bisa digunakan alat ukur tester atau ohm meter. Pada umumnya pemakaian terminal jenis NO digunakan untuk menghidupkan rangkaian dan terminal jenis NC digunakan untuk mematikan rangkaian, namun semuanya tergantung dari kebutuhan mesin.



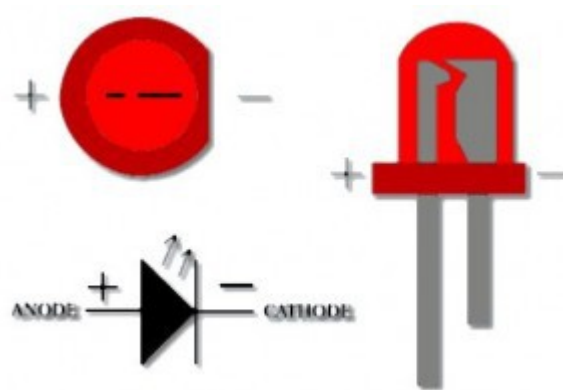
Gambar 2.10 *Push Button*

#### 2.4.8. LED Inframerah (IR LED)<sup>[2]</sup>

Led Inframerah merupakan salah satu jenis LED (Light Emitting Diode) yang dapat memancarkan cahaya inframerah yang tidak kasat mata. LED Inframerah dapat memancarkan cahaya inframerah pada saat diode ini diberikan tegangan bias maju pada anoda dan katodanya. LED Inframerah ini



dapat memancarkan gelombang cahaya inframerah karena dibuat dengan bahan khusus untuk memancarkan cahaya inframerah. Bahan pembuat LED inframerah tersebut adalah bahan Galium Arsenida (GaAs). Secara teoritis LED inframerah mempunyai panjang gelombang 7800A dan mempunyai daerah frekuensi 3.104 sampai 4.104 Hz. Dilihat dari jangkauan frekuensi yang begitu lebar, inframerah sangat fleksibel dalam penggunaannya. LED ini akan menyerap arus yang lebih besar dari pada dioda biasa. Semakin besar arus yang mengalir maka semakin besar daya pancarnya dan semakin jauh jarak sapuannya. Bentuk cahaya inframerah tidak mudah terkontaminasi atau teresonansi dengan cahaya lain, sehingga dapat digunakan baik siang maupun malam. Aplikasi dari LED inframerah ini dapat digunakan sebagai transmitter remote control maupun sebagai line detector pada pintu gerbang maupun sensor pada robot. Aplikasi cahaya inframerah sendiri dapat digunakan sebagai link pada jaringan telekomunikasi atau dapat juga dipancarkan pada fiber optik. Sebagai receiver cahaya inframerah dapat digunakan foto dioda, foto transistor maupun modul receiver inframerah.



Gambar 2.11 Simbul dan Bentuk Fisik LED

#### 2.4.9. Transistor BC547<sup>[6]</sup>

Transistor pertama kali di temukan oleh William Shockley, John Barden, dan W. H Brattain pada tahun 1948. Dan mulai di pakai dalam praktek pada tahun 1958. Ada 2 jenis transistor, yaitu transistor tipe P – N – P dan transistor jenis N – P – N. Transistor ialah menurutku ibaratkan seperti kran listrik, pada titik masukan merupakan kolektor, pada titik kran adalah basis sedangkan emitor adalah bagian outputnya. Transistor sendiri dapat digunakan sebagai penguat, sebagai sirkuit pemutus dan penyambung

(switching), stabilisasi tegangan, modulasi sinyal atau sebagai fungsi lainnya. Transistor memiliki 3 terminal, yaitu Basis (B), Emitor (E) dan Kolektor (C). Tegangan yang di satu terminalnya misalnya Emitor dapat dipakai untuk mengatur arus dan tegangan yang lebih besar daripada arus input Basis, yaitu pada keluaran tegangan dan arus output Kolektor.

Transistor merupakan komponen yang sangat penting dalam dunia elektronik modern. Dalam rangkaian analog, transistor digunakan dalam amplifier (penguat). Rangkaian analog melingkupi pengeras suara, sumber listrik stabil (stabilisator) dan penguat sinyal radio. Dalam rangkaian-rangkaian digital, transistor digunakan sebagai saklar berkecepatan tinggi. Beberapa transistor juga dapat dirangkai sedemikian rupa sehingga berfungsi sebagai logic gate, memori dan fungsi rangkaian-rangkaian lainnya.

Transistor juga dapat diartikan sebagai alat semikonduktor yang dipakai sebagai penguat, pemotong (*switching*), stabilisasi tegangan, modulasi sinyal atau fungsi lainnya. Transistor dapat berfungsi semacam kran listrik, dimana berdasarkan arus masukannya atau tegangan masukannya, memungkinkan pengaliran listrik yang sangat akurat dari sirkuit sumber listriknya.



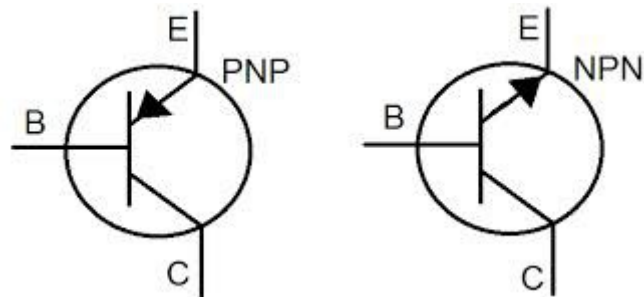
Gambar 2.12 Transistor

Pada umumnya, transistor memiliki tiga terminal. Tegangan atau arus yang dipasang di satu terminalnya mengatur arus yang lebih besar yang melalui 2 terminal lainnya. Transistor adalah komponen yang sangat penting dalam dunia elektronik *modern*. Dalam rangkaian *analog*, transistor digunakan dalam *amplifier* (penguat). Rangkaian *analog* melingkupi pengeras suara, sumber listrik stabil, dan penguat sinyal radio. Dalam rangkaian-rangkaian digital, transistor digunakan sebagai saklar berkecepatan tinggi. Beberapa transistor

juga dapat dirangkai sedemikian rupa sehingga berfungsi sebagai *logic gate*, memori, dan komponen-komponen lainnya. Jenis-jenis transistor:

### 1. Transistor Bipolar

Transistor bipolar merupakan kanal konduksi utamanya menggunakan dua polaritas pembawa muatan: elektron dan lubang, untuk membawa arus listrik. Arus listrik utama harus melewati satu daerah/lapisan pembatas dinamakan *depletion zone*, dan ketebalan lapisan ini dapat diatur dengan kecepatan tinggi dengan tujuan untuk mengatur aliran arus utama tersebut. *Bipolar Junction Transistor* (BJT) adalah salah satu dari dua jenis transistor. Cara kerja BJT dapat dibayangkan sebagai dua dioda yang terminal positif atau negatifnya berdempet, sehingga ada tiga terminal. Ketiga terminal tersebut adalah emiter (E), kolektor (C), dan basis (B).

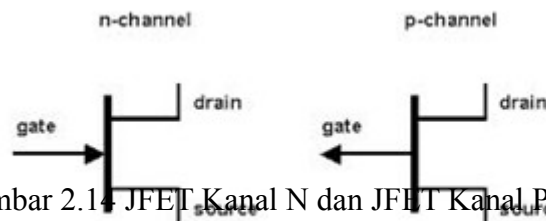


Gambar 2.13 Simbol Transistor PNP dan NPN

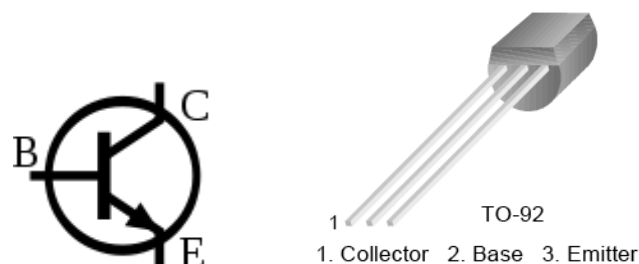
Perubahan arus listrik dalam jumlah kecil pada terminal basis dapat menghasilkan perubahan arus listrik dalam jumlah besar pada terminal kolektor. Prinsip inilah yang mendasari penggunaan transistor sebagai penguat elektronik. Rasio antara arus pada kolektor dengan arus pada basis biasanya dilambangkan dengan  $\beta$  atau  $h_{FE}$ .  $\beta$  biasanya berkisar sekitar 100 untuk transistor-transistor BJT.

### 2. Transistor unipolar

FET (juga dinamakan transistor unipolar) hanya menggunakan satu jenis pembawa muatan (elektron atau *hole*, tergantung dari tipe FET). Dalam FET, arus listrik utama mengalir dalam satu kanal konduksi sempit dengan *depletion zone* di kedua sisinya (dibandingkan dengan transistor bipolar dimana daerah Basis memotong arah arus listrik utama). Dan ketebalan dari daerah perbatasan ini dapat dirubah dengan perubahan tegangan yang diberikan, untuk mengubah ketebalan kanal konduksi tersebut.

Gambar 2.14 JFET Kanal N dan JFET Kanal P<sup>[3]</sup>

FET dibagi menjadi dua keluarga: Junction FET (JFET) dan Insulated Gate FET (IGFET) atau juga dikenal sebagai *Metal Oxide Silicon* (atau *Semiconductor*) FET (MOSFET). Berbeda dengan IGFET, terminal *gate* dalam JFET membentuk sebuah dioda dengan kanal (materi semikonduktor antara *Source* dan *Drain*). Secara fungsinya, ini membuat N-channel JFET menjadi sebuah versi solid-state dari tabung vakum, yang juga membentuk sebuah dioda antara antara *grid* dan *catode*. Dan juga, keduanya (JFET dan tabung vakum) bekerja di "*depletion mode*", keduanya memiliki impedansi *input* tinggi, dan keduanya menghantarkan arus listrik dibawah kontrol tegangan *input*.



Gambar 2.15 Simbol dan Bentuk Fisik Transistor BC547

#### 2.4.10. Kapasitor<sup>[6]</sup>

Kondensator/Kapasitor adalah komponen pasif, notasinya dituliskan dengan huruf C berfungsi untuk menyimpan energi listrik dalam bentuk muatan listrik banyaknya muatan listrik per detik dalam satuan Qoulomb (Q). Kemampuan Kondensator/Kapasitor dalam menyimpan muatan disebut kapasitansi yang satuannya adalah Farad (F), 1 Farad = 1.000.000 m F baca (mikro farad), 1 m F = 1.000 nF baca (nano Farad) dan 1 nF = 1.000 pF baca (piko Farad). Pada prinsipnya Kondensator/Kapasitor terdiri dari dua keping konduktor yang dipisahkan oleh bahan penyekat yang disebut bahan dielektrik, fungsi zat dielektrik adalah untuk memperbesar kapasitansi Kondensator/Kapasitor diantaranya adalah: keramik, kertas, kaca, mika, polyister dan elektrolit tertentu.

Disamping memiliki nilai kapasitas menyimpan muatan listrik Kondensator/Capasitor juga memiliki batas tegangan kerja (working Voltage) maksimum yang dicantumkan nilainya pada komponen. Tegangan kerja Kondensator/Capasitor AC untuk non polar : 25 Volt; 50 Volt; 100 Volt; 250 Volt 500 Volt dsb. Tegangan kerja DC untuk polar: 10 Volt; 16 Volt; 25 Volt; 35 Volt; 50 Volt; 100 Volt; 250 Volt. Kapasitor juga sering kali diartikan sebagai komponen elektronika yang dapat menyimpan muatan listrik. Struktur sebuah kapasitor terbuat dari dua buah plat metal yang dipisahkan oleh suatu bahan dielektrik. Bahan-bahan dielektrik yang umum dikenal misalnya udara vakum, keramik, gelas dan lain-lain. Jika kedua ujung plat metal diberi tegangan listrik, maka muatan-muatan positif akan mengumpul pada salah satu kaki (elektroda) metalnya dan pada saat yang sama muatan-muatan negatif terkumpul pada ujung metal yang satu lagi. Muatan positif tidak dapat mengalir menuju ujung kutub negatif dan sebaliknya muatan negatif tidak bisa menuju ke ujung kutub positif karena terpisah oleh bahan dielektrik yang non-konduktif. Pada dasarnya kapasitor terdiri dari dua jenis, yaitu :

a. Kapasitor Polar

Kapasitor polar kedua kutubnya mempunyai polaritas positif dan negatif. Bahan dielektrik kapasitor Polar biasanya terbuat dari elektrolit dan biasanya mempunyai nilai kapasitansi yang besar dibandingkan dengan bahan dielektrolit yang lain seperti :



Gambar 2.16 Kapasitor elektrolit dan simbolnya.

b. Kapasitor Non Polar

Kapasitor *Non-Polar* adalah kapasitor yang kedua kutubnya tidak mempunyai polaritas sehingga dalam penggunaannya dapat dipakai secara bolak-balik. Kapasitor jenis ini mempunyai nilai kapasitansi yang lebih kecil dibandingkan dengan kapasitor *polar*.

Kapasitor atau kondensator merupakan piranti elektronik yang berfungsi :

- Menyimpan muatan listrik sementara.
- Penapisan frekuensi
- Penalaaan frekuensi
- Pembentukan gelombang
- Pengopelan dari satu rangkaian ke rangkaian yang lain.

#### 2.4.11. Resistor<sup>[6]</sup>

Resistor merupakan salah satu komponen elektronika yang bersifat pasif dimana komponen ini tidak membutuhkan arus listrik untuk bekerja. Resistor memiliki sifat menghambat arus listrik dan resistor sendiri memiliki nilai besaran hambatan yaitu ohm dan dituliskan dengan simbol  $\Omega$ . Sesuai dengan nama dan kegunaannya untuk membatasi atau menghambat arus listrik yang melewatinya dalam suatu rangkaian maka resistor mempunyai sifat resistif (menghambat) yang umumnya terbuat dari bahan karbon. Hal ini bisa terjadi karena resistor yang memiliki dua kutub akan memproduksi tegangan listrik di antara kedua kutubnya. Dengan mengatur besarnya arus yang mengalir, kita dapat mengatur alat elektronik untuk melakukan berbagai hal.

Dari hukum Ohm di jelaskan bahwa resistansi akan berbanding terbalik dengan jumlah arus yang melaluinya. Angka untuk menyatakan besarnya resistansi dari sebuah resistor dinyatakan dalam satuan Ohm yang dilambangkan dengan simbol  $\Omega$  (Omega). Untuk menggambarkannya dalam suatu rangkaian dilambangkan dengan huruf R, karena huruf ini merupakan standart internasional yang sudah disepakati bersama untuk melambangkan sebuah komponen resistor dalam sebuah rangkaian. Dari hukum Ohm juga diketahui, resistansi berbanding terbalik dengan jumlah arus yang mengalir melaluinya. Satuan resistor adalah ohm, yang menemukan adalah George Ohm (1787-1854), seorang ahli Fisika bangsa Jerman. Tahanan bagian dalam ini dinamai Konduktansi. Satuan konduktansi ditulis dengan kebalikan dari ohm yaitu mho. Kemampuan

resistor untuk menghambat disebut juga resistensi atau hambatan listrik. Besarnya diekspresikan dalam satuan Ohm. Suatu resistor dikatakan memiliki hambatan 1 ohm apabila resistor tersebut menjembatani beda tegangan sebesar 1 volt dan arus listrik yang timbul akibat tegangan tersebut adalah sebesar 1 ampere, atau sama dengan sebanyak  $6.241506 \times 10^{18}$  elektron per detik mengalir menghadap arah yang berlawanan dari arus. Hubungan antara hambatan, tegangan, dan arus, dapat disimpulkan melalui hukum berikut ini, yang terkenal sebagai hukum Ohm, Berdasarkan hukum Ohm persamaan resistor ditunjukkan pada persamaan 2.1.

$$R = \frac{V}{I} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dengan :

R = nilai hambatan/tahanan/resistansi dalam Ohm ( $\Omega$ )

V = nilai tegangan/beda potensial dalam Volt (v)

I = nilai arus/kuat arus dalam Ampere (A)

Karakteristik utama dari resistor adalah resistansinya dan daya listrik yang dapat dihantarkan. Resistor dapat diintegrasikan kedalam sirkuit hibrida dan papan sirkuit cetak, bahkan sirkuit terpadu. Ukuran dan tata letak kaki bergantung pada desain sirkuit, kebutuhan daya resistor harus cukup dan disesuaikan dengan kebutuhan arus rangkaian agar tidak terbakar.



Gambar 2.17 Bentuk Resistor Tetap dan Simbol Resistor

Pada Resistor biasanya memiliki 4 gelang warna, gelang pertama dan kedua menunjukkan angka, gelang ketiga adalah faktor kelipatan, sedangkan gelang ke empat menunjukkan toleransi hambatan.

Perkembangan pada komponen resistor terjadi pada jumlah gelang warna. Dengan komposisi: Gelang Pertama (Angka Pertama), Gelang Kedua (Angka Kedua), Gelang Ketiga (Angka Ketiga), Gelang Keempat (Multiplier) dan Gelang Kelima (Toleransi). Berikut merupakan tabel gelang warna resistor:

Tabel 2.4 Gelang warna resistor

Warna	Nilai	Faktor pengali	Toleransi
Hitam	0	1	
Coklat	1	10	1%
Merah	2	100	2%
Jingga	3	1.000	
Kuning	4	10.000	
Hijau	5	100.000	
Biru	6	$10^6$	
Violet	7	$10^7$	
Abu-abu	8	$10^8$	
Putih	9	$10^9$	
Emas		0,1	5%
Perak		0,01	10%
Tanpa warna			20%

Selain untuk membatasi atau menghambat arus listrik, resistor mempunyai kegunaan atau fungsi lainnya, diantaranya adalah sebagai berikut:

- Sebagai pembagi arus
- Sebagai pembagi tegangan
- Sebagai penurun tegangan
- Sebagai penghambat arus listrik
- Menghambat arus listrik
- Mengatur volume (potensiometer)
- Mengatur kecepatan motor (rheostat)

## 2.5. PERANGKAT LUNAK

### 2.5.1. Bahasa pemrograman C

Bahasa C merupakan hasil dari perkembangan bahasa sebelumnya oleh Dennis Ritchie sekitar tahun 1970-an di Bell Telephone Laboratories Inc. Bahasa C pertama digunakan di komputer Digital Equipment Corporation PDP-11 yang menggunakan sistem operasi UNIX. C adalah bahasa program yang ssandar, artinya suatu program yang ditulis dengan versi bahasa C tertentu akan dapat dikompilasi dengan versi bahasa C yang



lain dengan sedikit modifikasi. Standar bahasa C yang asli adalah standar dari UNIX. Patokan dari standar UNIX ini diambil dari buku yang ditulis oleh Brian Kernighan dan Dennis Ritchie berjudul “*The C Programming Language*”, diterbitkan oleh prentice hall tahun 1978. Deskripsi C dari kernighan dan ritchie ini kemudian dikenal secara umum sebagai “K&R C”.

Kelebihan bahasa C :

1. Bahasa C tersedia hampir di semua jenis komputer.
2. Kode bahasa C sifatnya adalah *portable* dan *fleksibel* untuk semua jenis computer.
3. Bahasa C hanya menyediakan sedikit kata-kata kunci. hanya terdapat 32 kata kunci.
4. Proses *executable* program bahasa C lebih cepat
5. Dukungan pustaka yang banyak.
6. C adalah bahasa yang terstruktur
7. Bahasa C termasuk bahasa tingkat menengah penempatan ini hanya menegaskan bahwa c bukan bahasa pemrograman yang berorientasi pada mesin yang merupakan ciri bahasa tingkat rendah. Melainkan berorientasi pada obyek tetapi dapat diterprestasikan oleh mesin dengan cepat. secepat bahasa mesin. inilah salah satu kelebihan c yaitu memiliki kemudahan dalam menyusun programnya semudah bahasa tingkat tinggi namun dalam mengesekusi program secepat bahasa tingkat rendah.

Kekurangan Bahasa C :

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

### 2.5.2. Struktur Program C

```
<preprosesor directive>
{
  <statement>;
  <statement>;
}
```

Ketikkanlah program sederhana berikut ini:

```
#include <stdio.h>

void main ()
{
    printf ("hello ^^");
}
```

Kemudian compile. Apa hasilnya?

Penjelasan:

1. *Header File*

adalah berkas yang berisi *prototype* fungsi, definisi konstanta, dan definisi variable. Fungsi adalah kumpulan code C yang diberi nama dan ketika nama tersebut dipanggil maka kumpulan kode tersebut dijalankan.

Contoh :

stdio.h  
math.h  
conio.h

2. *Preprocessor Directive (#include)*

*Preprocessor directive* adalah bagian yang berisi pengikutsertaan file atau berkas-berkas fungsi maupun pendefinisian konstanta.

Contoh:

```
#include <stdio.h>
#include phi 3.14
```

3. *Void*

artinya fungsi yang mengikutinya tidak memiliki nilai kembalian (return).

4. *Main ()*

Fungsi *main ()* adalah fungsi yang pertama kali dijalankan ketika program dieksekusi. Tanpa fungsi *main* suatu program tidak dapat dieksekusi namun dapat dikompilasi.

5. *Statement*

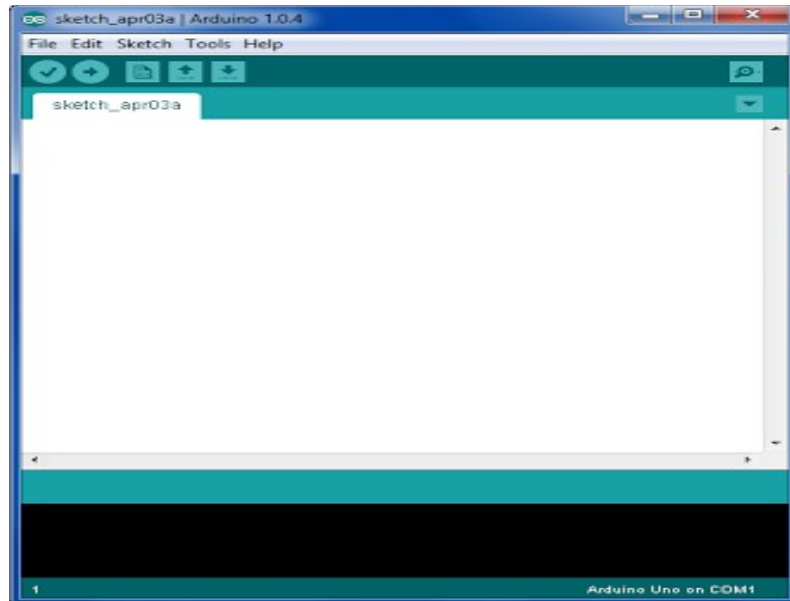
*Statement* adalah instruksi atau perintah kepada suatu program ketika program itu dieksekusi untuk menjalankan suatu aksi. Setiap *statement* diakhiri dengan titik-koma (;).

Bahasa C dikatakan sebagai bahasa struktur karena strukturnya menggunakan fungsi sebagai program bagian. Fungsi-fungsi selain fungsi utama diletakan di *file* pustaka atau *library*. Jika fungsi-fungsi diletakan di *file* pustaka dan akan di pakai di suatu program, maka *file* judulnya (*header file*) harus dilibatkan di dalam program yang menggunakan dengan *preprocessor directive #include*.

### 2.5.3. ARDUINO

Arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik *open source* yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel. Mikrokontroler itu sendiri adalah chip atau IC (*integrated circuit*) yang bisa diprogram menggunakan komputer. Tujuan menanamkan program pada mikrokontroler adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca *input*, memproses *input* tersebut dan kemudian menghasilkan *output* sesuai yang diinginkan. Jadi mikrokontroler bertugas sebagai ‘otak’ yang mengendalikan *input*, proses dan *output* sebuah rangkaian elektronik. Bahasa pemrograman Arduino adalah bahasa C. Tetapi bahasa ini sudah dipermudah menggunakan fungsi-fungsi yang sederhana sehingga pemula pun bisa mempelajarinya dengan cukup mudah.

Untuk *arduino* terdiri dari *hardware* dan *software* dimana *arduino* memiliki bahasa pemrograman sendiri. Pada *hardware*-nya sendiri terdiri dari mikrokontroler dan komponen elektronik lain sebagai tambahan. *Hardware* dari *arduino* memiliki prosesor Atmel AVR. Untuk *software arduino* yang berupa IDE (*Integrated Development Environment*) yang memiliki text editor yang digunakan untuk menulis program. Pada Gambar 2.14. merupakan tampilan IDE arduino



Gambar 2.18. Tampilan IDE Arduino

Pada Gambar 2.14. merupakan tampilan dari IDE Arduino. IDE Arduino terdiri dari Tools yang berada di menu paling atas, kode atau umumnya disebut dengan *sketch* berada pada jendela utama, dan *Serial output* berada pada jendela paling bawah yang berwarna hitam. *Toolbar* ini terdiri dari 6 tombol, di bawah *Toolbar* adalah *tab*, atau seperangkat *tab*, dengan nama *file* dari kode dalam *tab*. Pada menu paling atas adalah menu *file* dengan menu *drop-down* yang terdiri dari *File*, *Edit*, *Sketsa*, *Tools* dan *Help*. Gambar 2.15. merupakan penjelasan *toolbar* IDE Aurduino.

Gambar 2.19. *Toolbar* IDE Arduino

Toolbar IDE Arduino tersebut terdiri dari:

1. *Verify / Compile*, merupakan sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa *processing*) menjadi kode-kode biner. Mikrokontroler tidak akan bisa memahami bahasa *processing*. Kode biner adalah yang bisa dipahami oleh Mikrokontroler. Maka dari itu *compiler* diperlukan dalam hal ini.

2. *Upload*, merupakan sebuah modul yang digunakan untuk meng-upload kode dalam sketch ke Arduino.
3. *New*, merupakan sebuah tombol untuk membuat *sketch* baru dan *sketch* ini berupa *sketch* kosong yang nantinya digunakan untuk memasukkan kode program ke dalamnya.
4. *Open*, merupakan sebuah tombol untuk membuka daftar *sketch* pengguna maupun membuka contoh *sketch* yang sudah disediakan.
5. *Save*, merupakan tombol untuk menyimpan *sketch*. Setelah selesai meyimpan akan muncul pesan di bagian bawah *window*.
6. *Serial Monitor*, merupakan *tool* yang sangat berguna, terutama untuk *debugging* kode. Monitor menampilkan data *serial* yang dikirim keluar dari Arduino (*USB* atau *Serial Board*). Ini juga dapat mengirim data *serial* kembali ke Arduino menggunakan *Serial Monitor*.