

## BAB II LANDASAN TEORI

### 2.1 Mikrokontroler ATMEGA8535

Mikrokontroler atau *single chip microcomputer* merupakan sebutan yang umum diberikan pada suatu komponen (berupa rangkaian terintegrasi) yang terdiri dari mikroprosesor (*central processing unit*, CPU), ROM, RAM, dan I/O. Perbedaan yang paling menonjol antara mikrokomputer seperti IBM PC dengan *single chip microcomputer* adalah penggunaan perangkat *input/output* dan media penyimpanan programnya. IBM PC dan kompatibelnya menggunakan *disk* atau *tape* sebagai media penyimpanan programnya serta perangkat *input/output* banyak digunakan untuk berkomunikasi dengan pemakai, sedangkan *single chip microcomputer* lebih sering menggunakan ROM atau EEPROM sebagai media penyimpanan programnya dan perangkat *input/output* bukan hanya digunakan untuk berkomunikasi dengan pemakai tetapi juga untuk memonitor dan mengontrol mekanisme proses pada peralatan yang dikontrolnya.

Atmel sebagai salah satu *vendor* yang mengembangkan dan memasarkan produk mikroelektronika telah menjadi suatu teknologi standar bagi para disainer sistem elektronika masa kini. Dengan perkembangan terakhir, yaitu generasi AVR (*Alf And Vegard's Risc CPU*), para disainer sistem elektronika telah diberi kapabilitas yang amat maju, tetapi dengan biaya ekonomis yang cukup minimal.

Mikrokontroler AVR memiliki arsitektur RISC 8 *bit*, dimana semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit (16-bits *word*) dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam satu siklus *clock*, berbeda dengan instruksi MCS51 yang

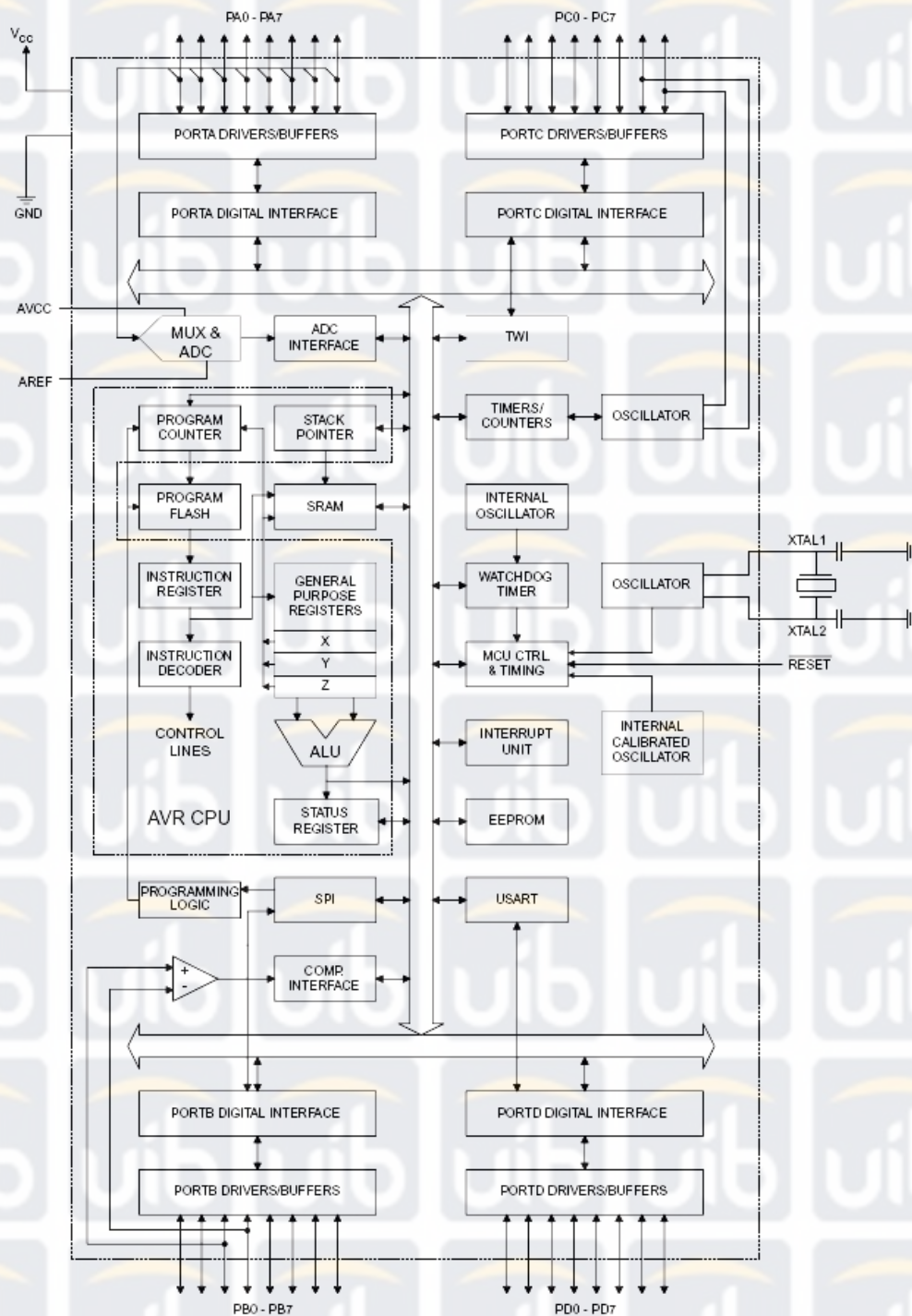
membutuhkan 12 siklus *clock*, ini karena kedua jenis mikrokontroler tersebut memiliki arsitektur yang berbeda. AVR berteknologi RISC (*Reduced Instruction Set Computing*), sedangkan seri MCS51 berteknologi CISC (*Complex instruction Set Computing*). Secara umum, AVR dapat dikelompokkan menjadi 4 kelas, yaitu kelompok ATtiny, kelompok AT90Sxx, keluarga ATmega dan AT86RFxx. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, *peripheral*, dan fungsinya. Dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan, bisa dikatakan hampir sama.

### 2.1.1 Fitur ATmega8535

- a. Sistem mikroprosesor 8 bit berbasis RISC dengan kecepatan maksimal 16MHz.
- b. Kapabilitas *memory flash* 8 KB, SRAM sebesar 512 *byte*, dan EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) sebesar 512 *byte*.
- c. ADC internal dengan fidelitas 10 bit sebanyak 8 *channel*.
- d. Portal komunikasi serial (USART) dengan kecepatan maksimal 2,5 Mbps.
- e. Enam pilihan *mode sleep* menghemat penggunaan daya listrik.

## 2.1.2 Arsitektur ATmega 8535

**Gambar 2.1**  
Blok diagram ATmega 8535



**Sumber** : Belajar Sendiri Buku mikrokontroler AVR Seri ATmega8535.2006.p,2



Dari gambar di atas, dapat dilihat bahwa ATmega 8535 memiliki bagian sebagai berikut :

- a. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu *port A*, *port B*, *port C* dan *port D*.
- b. ADC 10 bit sebanyak 8 saluran.
- c. Tiga buah *timer/counter* dengan kemampuan perbandingan.
- d. CPU yang terdiri atas 32 buah *register*.
- e. *Watchdog timer* dengan osilator internal.
- f. SRAM sebesar 512 *byte*.
- g. Memori *flash* sebesar 8 kb dengan kemampuan *Read While Write*.
- h. Unit interupsi internal & eksternal.
- i. *Port* antar muka SPI
- j. EEPROM sebesar 512 *byte* yang dapat diprogram saat operasi.
- k. Antarmuka komparator analog.
- l. *Port* USART untuk komunikasi serial.

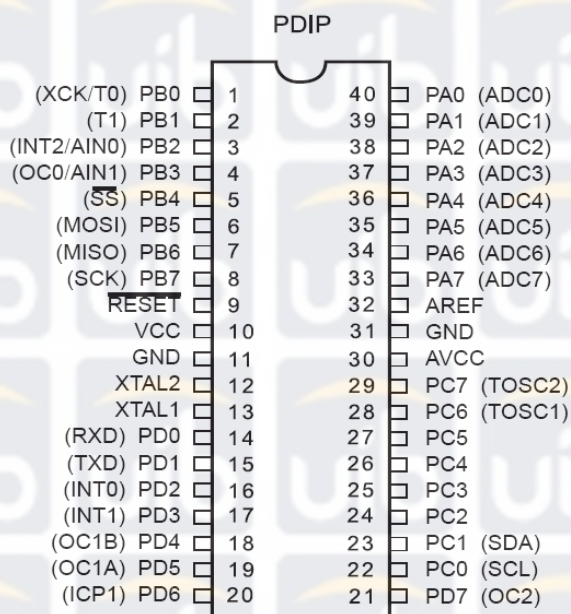
### 2.1.3 Konfigurasi Pin AVR Seri ATmega8535

Konfigurasi pin ATmega 8535 bisa dilihat di Gambar 2.2. Dari gambar tersebut dapat dijelaskan secara fungsional konfigurasi pin ATmega 8535 sebagai berikut :

- a. VCC merupakan pin yang berfungsi sebagai pin masukan catu daya.
- b. GND merupakan pin *ground*.
- c. *Port A* (PA0 s.d PA7) merupakan pin I/O dua arah dan masukan ADC.

- d. *Port B* (PB0 s.d PB7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu *Timer/Counter*, komparator analog, dan SPI.
- e. *Port C* (PC0 s.d PC7) merupakan pin I/O dua arah dan pin khusus, yaitu, komparator analog, dan *Timer Oscillator*.
- f. *Port D* (PD0 s.d PD7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu komparator analog, interupsi eksternal, dan komunikasi serial.
- g. RESET merupakan pin yang digunakan untuk me-reset mikrokontroler.
- h. XTAL1 dan XTAL2 merupakan pin masukan *clock* eksternal.
- i. AVCC merupakan pin masukan tegangan referensi ADC.
- j. AREF merupakan pin masukan tegangan referensi ADC.

**Gambar 2.2**  
Pin ATmega 8535



**Sumber** : Belajar Sendiri Buku mikrokontroler AVR Seri ATmega8535.2006.p,4

#### 2.1.4 Peta Memori

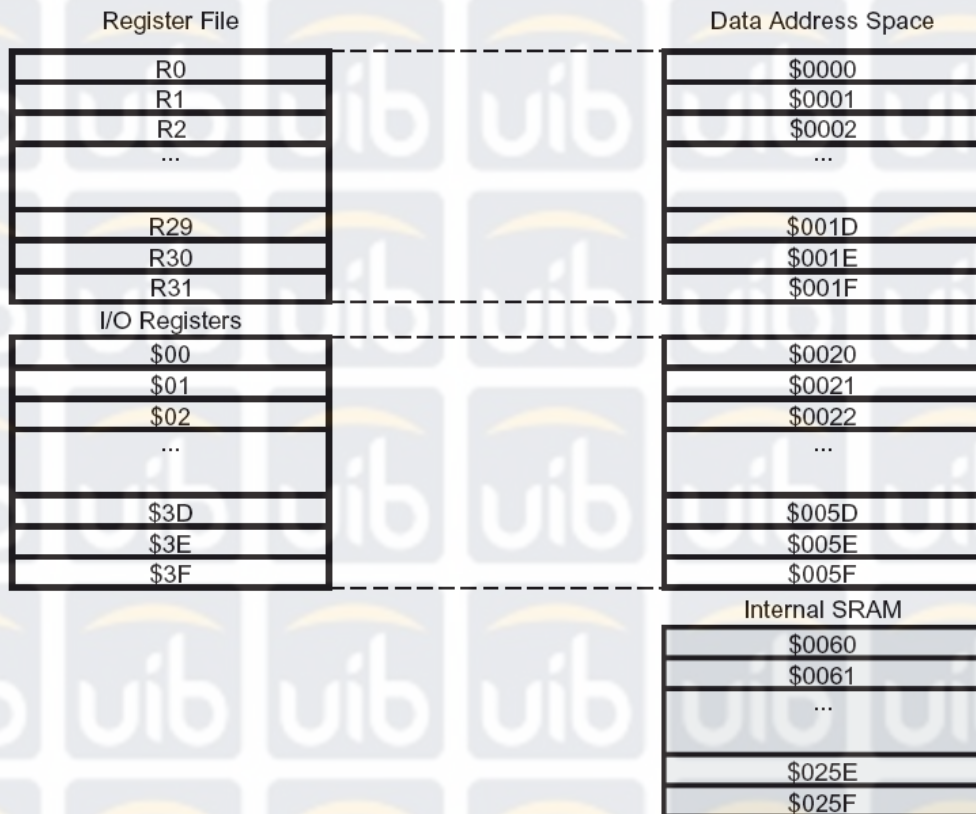
AVR ATmega 8535 memiliki ruang pengalamatan memori data dan memori program yang terpisah. Memori data terbagi menjadi 3 bagian, yaitu 32 buah register umum, 64 buah *register I/O*, dan 512 *byte* SRAM internal.

Register keperluan umum menempati *space* data pada alamat terbawah, yaitu \$00 sampai \$1F. Sementara itu, register khusus untuk menangani I/O dan kontrol terhadap mikrokontroler, menempati 64 alamat berikutnya, yaitu mulai dari \$20 hingga \$5F. *Register* tersebut merupakan *register* yang khusus, digunakan untuk mengatur fungsi terhadap berbagai *peripheral* mikrokontroler, seperti kontrol *register*, *timer/counter*, fungsi-fungsi I/O, dan sebagainya. *Register* khusus alamat memori secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 1.1. Alamat memori berikutnya digunakan untuk SRAM 512 *byte*, yaitu pada lokasi \$60 sampai dengan \$25F. Konfigurasi memori data ditunjukkan pada Gambar 2.3 di bawah.

Memori program yang terletak dalam Flash PEROM tersusun dalam *word* atau dua *byte* karena setiap instruksi memiliki lebar 16-bit atau 32-bit. AVR ATmega 8535 memiliki 4K*byte* X16-bit *Flash* PEROM dengan alamat mulai dari \$000 sampai \$FFF. AVR tersebut memiliki 12-bit Program *Counter* (PC) sehingga mampu mengamati isi *Flash*. Lihat Gambar 2.4.

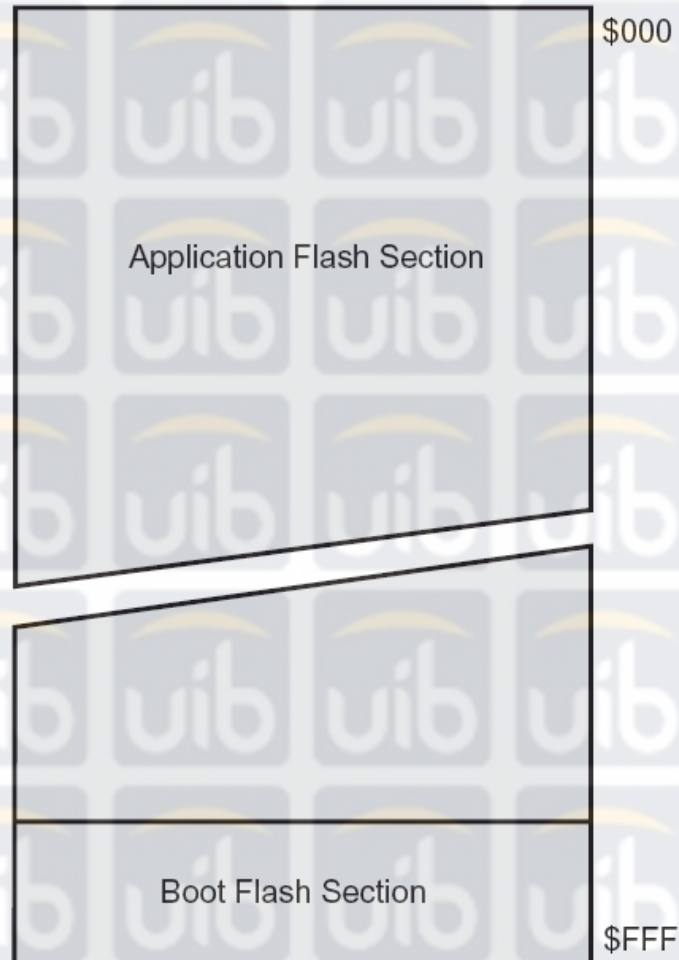


**Gambar 2.3**  
Konfigurasi Memori data AVR ATmega 8535



**Sumber** : Belajar Sendiri Buku mikrokontroler AVR Seri ATmega8535.2006.p,5

**Gambar 2.4**  
Memori program AVR ATmega 8535



**Sumber** : Belajar Sendiri Buku mikrokontroler AVR Seri ATmega8535.2006.p,5

Selain itu, AVR ATmega 8535 juga memiliki memori data berupa EEPROM 8-bit sebanyak 512 *byte*. Alamat EEPROM dimulai dari \$000 sampai \$1FF. Dapat dilihat pada data *sheet* pada halaman lampiran.



### 2.1.5 Status Register (SREG)

Merupakan *register* berisi status yang dihasilkan pada setiap operasi yang dilakukan ketika suatu instruksi dieksekusi. SREG merupakan bagian dari inti CPU mikrokontrol.

**Gambar 2.5**  
Status register AVR ATmega 8535

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	I	T	H	S	V	N	Z	C	SREG
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	

**Sumber** : Belajar Sendiri Buku mikrokontroler AVR Seri ATmega8535.2006.p,7

a. Bit 7 – I : *Global Interrupt Enable*

Bit harus diset untuk meng-*enable* interupsi. Setelah itu, kita dapat mengaktifkan interupsi mana yang akan anda gunakan dengan cara meng-*enable* bit kontrol register yang bersangkutan secara individu. Bit akan di-*clear* apabila terjadi suatu interupsi yang dipicu oleh *hardware*, dan bit tidak akan mengizinkan terjadinya interupsi, serta akan di *set* kembali oleh RETI.

b. Bit 6 – T: *Bit Copy Storage*

Instruksi BLD dan BST menggunakan bit-T sebagai sumber atau tujuan dalam operasi bit. Suatu bit dalam sebuah register GPR dapat disalin ke bit T menggunakan instruksi BST, dan sebaliknya bit-T dapat disalin kembali ke suatu bit dalam register GPR menggunakan instruksi (BLD)

c. Bit – H: *Half carry flag*

d. Bit-S : *Sign Bit*

Bit-S merupakan hasil operasi EOR antara *flag-N* (negatif) dan *flag V* (komplemen dua overflow).

e. Bit-3 – V : *Two's Complement Overflow Flag*

Bit berguna untuk mendukung operasi aritmatika.

f. Bit 2 – N: *Negative Flag*

Apabila suatu operasi menghasilkan bilangan negatif, maka *flag-N* akan diset.

g. Bit 1 – Z: *Zero Flag*

Bit akan diset bila hasil operasi yang diperoleh adalah nol.

h. Bit 0 –C: *Carry Flag*

Apabila suatu operasi menghasilkan *carry*, maka bit akan diset.

### 2.1.6 Pengarah Assembler

Pengarah *Assembler* berguna untuk mengubah penunjuk kode *assembly*. Sebagai contoh, kita dapat mengubah lokasi kode *.asm* kita pada memori program, memberi label pada SRAM, atau mendefinisikan suatu konstanta menggunakan sintaksis pengarah *assembler*. Berikut beberapa sintaksis pengarah *assembler* yang terdapat pada AVR ATmega 8535 yaitu;

- a. ***.cseg (code segment)***; pengarah ini berguna sebagai penunjuk bahwa kode atau ekspresi di bawahnya diletakkan pada memori program. Pengarah ini biasanya digunakan setelah pengarah *.dseg*

- b. **.db (data byte)**; pengarah ini memungkinkan kita dapat meletakkan konstanta, seperti *serial number* dan *look-up table* di memori program pada alamat tertentu.
- c. **.dw (data word)**; pengarah ini sama seperti *data byte*, tetapi dalam ukuran *word*.
- d. **.org**; digunakan untuk mengeset program *counter* pada alamat tertentu. Digunakan pada awal program `.org 0x0000` atau pengarah pada vektor interupsi, misalnya vektor interupsi untuk interupsi eksternal 1, maka alamat vektor interupsinya `.org 0x0002`.
- e. **.byte**; digunakan untuk inisialisasi besar *byte* yang digunakan pada SRAM untuk label tertentu.
- f. **.dseg (data segmen)**; pengarah ini berguna untuk penunjuk bahwa kode di bawahnya berfungsi untuk melakukan *setting* SRAM.
- g. **.def (define)**; pengarah ini memungkinkan suatu *register* dapat didefinisikan, Contoh: `.def temp = r16`
- h. **.equ**; berguna untuk memberi nama suatu konstanta yang tidak dapat berubah. Contoh: `.equ max = 19200`
- i. **.set**; sama seperti `.equ` tetapi konstantanya dapat diubah.  
 Contoh : `.set baud = 2400`  
`.set baud = 9600`
- j. **.endm (end macro)**; untuk mengakhiri *macro*.



- k. **.include;** untuk men-*include*-kan sebuah *file* ke dalam program agar program lebih cepat dimengerti, atau memisahkan kode dalam dua *file* terpisah.
  - l. **.device;** sebagai penunjuk jenis AVR yang digunakan.
  - m. **.exit;** sebagai penunjuk agar berhenti melakukan *assembly* pada *file* saat ini.
  - n. **.list;** berguna membangkitkan *file list*.
  - o. **.listmac;** berguna agar penambahan *macro* ditampilkan pada *file list* yang dibangkitkan.
  - p. **.nolist;** berguna agar suatu runtun instruksi tidak dimasukkan dalam *file list* yang dibangkitkan.
- Sistem Interupsi pada AVR ATmega8535

## 2.2 Sensor Infra Merah

Sensor Infra merah biasanya terdiri dari pengirim dan penerima.

Pengirimnya adalah dioda infra merah dan penerimanya berupa photodiode.

### 2.2.1 Dioda Infra Merah

**Gambar 2.6**  
Dioda Infra Merah

(a) Bentuk fisik



(b) Simbol



**Sumber :** <http://Infrared basic/silicone sensor.html>

Komponen elektronik yang bisa menghasilkan cahaya infra merah adalah dioda infra merah. Dioda infra merah merupakan peralatan elektrik yang terbuat dari bahan semikonduktor yang dapat memancarkan cahaya yang disebut dengan “*electroluminescence*”. Seperti pada dioda *pn junction*, dioda infra merah ini bekerja pada kondisi tegangan maju (*forward-biased*).

Dioda infra merah ini terbuat dari bahan *gallium arsenide (GaAs)*. Dengan mengkombinasi kedua bahan tersebut akan membentuk pita energi dengan muatan elektron yang berbeda. Seperti yang kita ketahui pada pita energi, yaitu pita konduksi memiliki muatan elektron yang lebih besar daripada pita valensi, pada saat dioda infra merah diberi tegangan maju akan terjadi perpindahan elektron dari pita konduksi menuju pita valensi.

Pada saat perpindahan ini terjadi pelepasan elektron dalam bentuk panas ataupun cahaya. Dipilih bahan *gallium arsenide* ini karena pelepasan elektron dalam bentuk cahaya lebih banyak dibandingkan dalam bentuk panas sedangkan pada bahan silikon lebih banyak menghasilkan panas. Cahaya yang dihasilkan disini berupa sinar infra merah.

### 2.2.2 Photodioda

**Gambar 2.7**  
Photodioda

(a) Bentuk fisik



(b) Simbol



**Sumber :** <http://photodiode basic/silicone sensor.html>

Photodioda merupakan sambungan substrat tipe N dan substrat tipe P yang dirancang untuk beroperasi bila dibiaskan dalam arah terbalik. Dengan pemberian tegangan mundur ini akan memperluas daerah pengosongan. Perubahan pada daerah pengosongan ini merupakan prinsip kerja photodioda.

Ketika energi cahaya (*photon*) yang jatuh pada daerah pengosongan photodioda lebih besar dari tegangan *barrier* silikon yaitu 1,12eV, dan menembus daerah katoda, energi cahaya ini dapat menyebabkan elektron keluar dari pita valensi (*valence band*) dan masuk ke pita konduksi (*conduction band*) dan meninggalkan *hole* pada pita konduksi, dengan kata lain elektron dan *hole* menempati daerah masing-masing (*photovoltaic effect*).

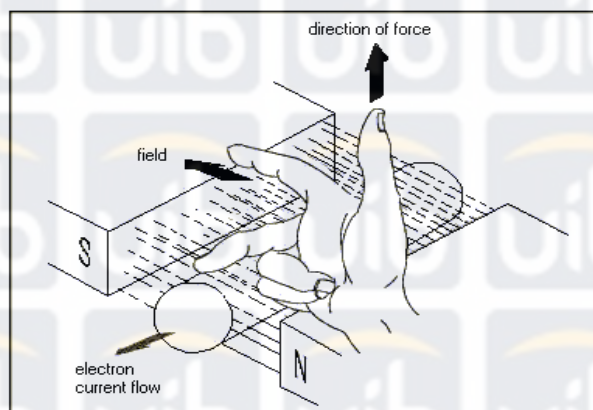


Dengan kondisi diatas maka energi cahaya yang jatuh pada daerah pengosongan akan meniadakan sambungan. Daerah pengosongan yang semula menyekat arus ini akan berubah menghasilkan aliran arus *elektron-hole*.

### 2.3 Motor DC

Motor DC berfungsi mengubah tenaga listrik menjadi tenaga mekanis dimana gerak tersebut berupa putaran dari motor. Prinsip dasar dari motor arus searah adalah kalau sebuah kawat berarus diletakkan antara kutub magnet (U-S), maka pada kawat itu akan bekerja suatu gaya yang menggerakkan kawat itu. Arah gerakkan kawat dapat ditentukan dengan kaidah tangan kanan, yang berbunyi sebagai berikut : Apabila tangan kanan terbuka diletakkan diantara kutub U dan S, sehingga garis-garis gaya yang keluar dari kutub utara menembus telapak tangan kanan dan arus didalam kawat mengalir searah dengan arah keempat jari, maka kawat itu akan mendapat gaya yang arahnya sesuai dengan arah ibu jari. Yang diperlihatkan dengan gambar dibawah ini.

**Gambar 2.8**  
Prinsip Kerja Motor DC



**Sumber:** <http://kebo.vlsm.org/~danang/Medan%20magnet%20tutorial.html>.

### 2.3.1 Motor penguat permanen.

Motor DC penguatan terpisah, bila arus penguatan magnet diperoleh dari sumber DC diluar motor. Motor DC penguat terpisah memiliki kumparan jangkar dan kumparan medan yang dicatu dari sumber yang berbeda. Pengaturan kecepatan dilakukan melalui pengaturan tegangan pada kumparan jangkar. Motor DC dengan penguatan sendiri, bila arus penguatan magnet berasal dari motor itu sendiri.

Sedangkan menurut konstruksinya terdapat tiga jenis motor DC, yaitu motor DC *shunt*, motor DC penguat terpisah dan motor DC seri.

#### a. Motor DC *shunt*.

Motor DC *shunt* memiliki kumparan medan yang dihubungkan secara paralel dengan kumparan jangkar. Kondisi ini akan banyak menghasilkan kecepatan yang konstan. Pengaturan kecepatan dapat dilakukan dengan pengaturan tegangan sampai nol secara stabil dengan *torsi* yang hanya tergantung pada besarnya arus jangkar dan pengaturan tahanan yang dihubungkan seri dengan kumparan jangkar, tetapi cara ini kurang baik sebab rugi daya pada *rotor* akan tergantung pada kecepatan dan *torsi* beban.

#### b. Motor DC seri

Motor DC seri mempunyai medan penguat yang dihubungkan seri dengan medan jangkar. Arus jangkar lebih besar daripada arus medan pada motor jenis *shunt* dan jumlah kumparan N, lebih sedikit. Tahanan medan motor DC seri lebih kecil karena tahanan itu sendiri merupakan

bagian dari jumlah lilitan yang sedikit. Kecepatan motor dapat diatur melalui pengaturan tegangan catu.

### 2.3.2 Motor Kompond

Motor ini merupakan gabungan dari sifat-sifat dari motor DC *shunt* dan motor DC seri, tergantung mana yang lebih kuat lilitannya, umumnya motor jenis ini memiliki momen *start* yang besar seperti motor DC seri. Perubahan kecepatan sekitar 25% terhadap kecepatan tanpa beban. Motor ini dibagi menjadi 2 jenis yaitu motor kompond panjang dan motor kompond pendek.