

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

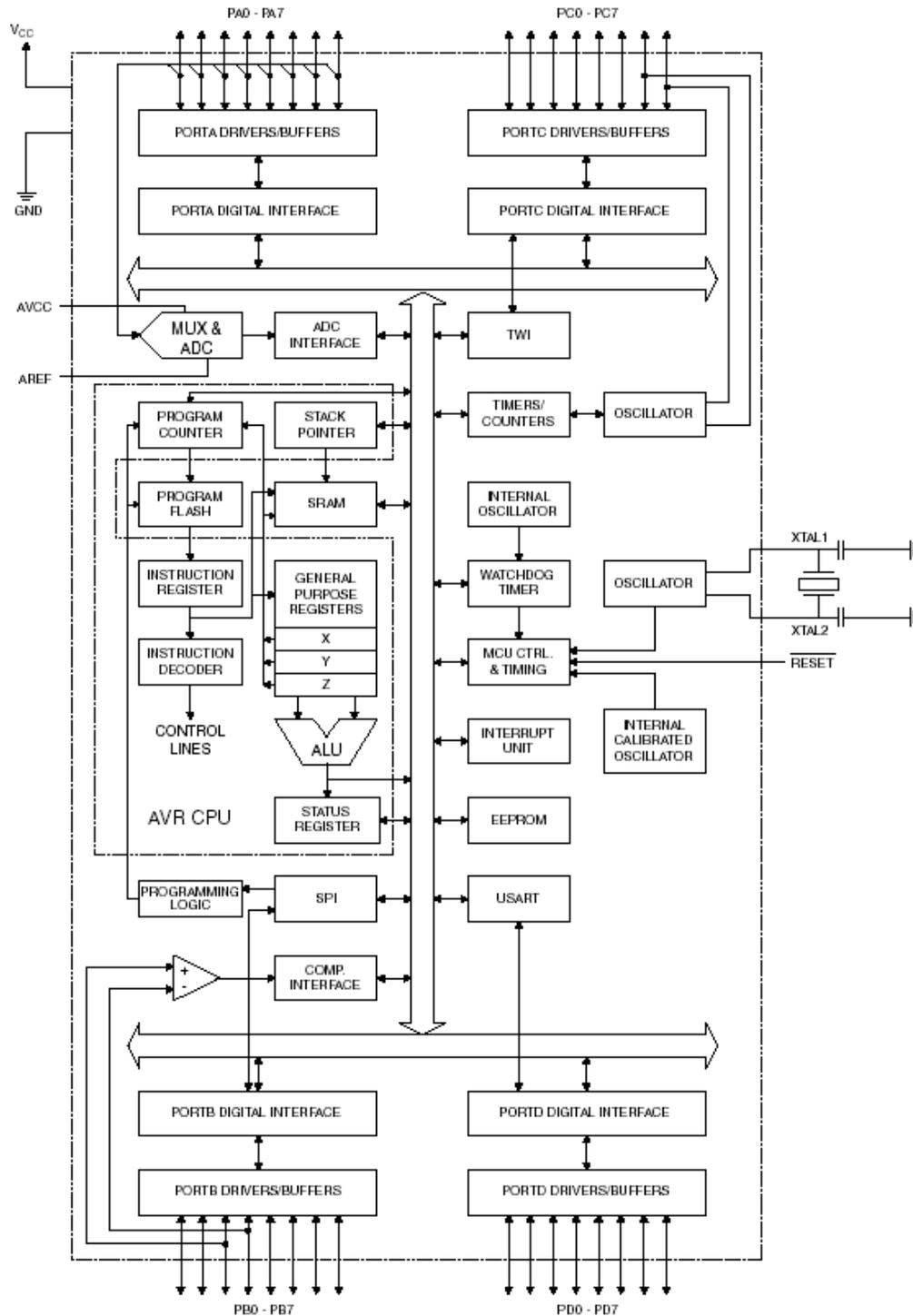
2.1 Mikrokontroler ATmega 16

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer lengkap dalam satu serpih (chip). Mikrokontroler lebih dari sekedar mikroprosesor karena sudah terdapat ROM (*Read Only Memory*), RAM (*Read Write Memory*), beberapa masukan maupun keluaran dan beberapa peripheral seperti pencacah atau pewaktu, ADC (*Analog Digital Converter*), DAC (*Digital Analog Converter*) dan serial komunikasi.

Secara umum mikrokontroler AVR dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok, yaitu keluarga AT90Sxx, ATmega, ATtiny. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, peripheral dan fiturnya. AVR merupakan seri mikrokontroler CMOS 8-bit buatan Atmel, berbasis arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computer*). Hampir semua instruksi dieksekusi dalam satu siklus *clock*. AVR mempunyai 32 register general-purpose, timer/counter fleksibel dengan mode *compare*, *interrupt internal* dan *eksternal*, serial UART, *programmable Watchdog Timer*, dan *mode power saving*, ADC dan PWM internal. AVR juga mempunyai *In-System Programmable Flash on-chip* yang memungkinkan memori program untuk diprogram ulang dalam sistem menggunakan hubungan serial SPI.

2.1.1 Arsitektur ATmega 16

Mikrokontoler ini menggunakan arsitektur Harvard yang memisahkan memori program dari memori data, baik bus alamat maupun bus data sehingga pengaksesan program dan data dapat dilakukan secara bersamaan.



Gambar 2.1 Arsitektur ATmega 16



Secara garis besar Mikrokontroler ATmega 16 terdiri dari :

1. Arsitektur RISC dengan throughput mencapai 16 MIPS pada frekuensi 16 MHz.
2. Memiliki kapasitas flash memori 16 Kbyte, EEPROM 512 byte dan SRAM 1 Kbyte.
3. Saluran I/O 32 buah, yaitu Port A, Port B, Port C dan Port D.
4. CPU yang terdiri dari 32 buah register.
5. User interupsi internal dan eksternal.
6. Port antarmuka SPI (*Serial Peripheral Interface*) dan Port USART (*Universal Synchronous Asynchronous serial Receiver and Transmitter*) sebagai komunikasi serial.
7. Tegangan operasi 4,5 – 5,5 Volt pada ATmega 16.
8. Kecepatan nilai (*Speed Grades*) 0-16 MHz untuk ATmega 16.
9. Fitur peripheral, yaitu :
 - Dua buah timer atau counter 8-bit dan 1 buah timer atau counter 16-bit dengan prescalers dan kemampuan pembanding.
 - *Real Time Counter* dengan osilator internal.
 - Empat kanal PWM dan antarmuka komparator analog.
 - ADC 10 bit sebanyak 8 kanal pada Port A.
 - *Watchdog Timer* dengan osilator internal.

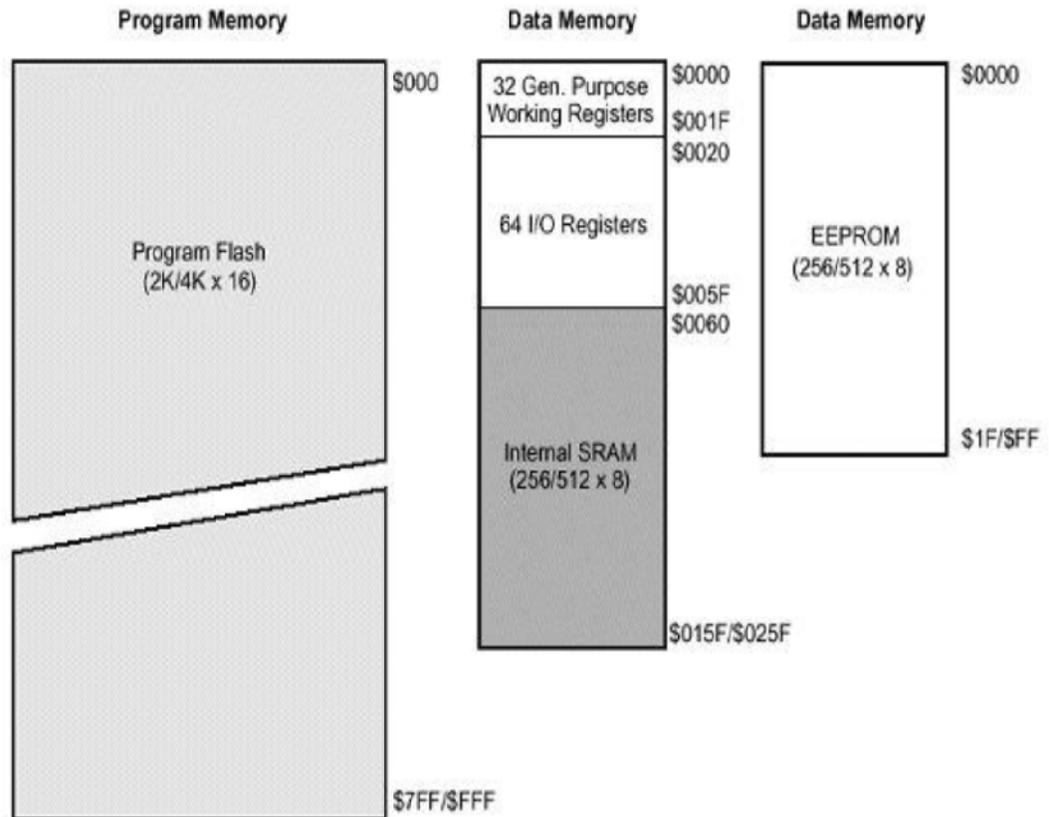
2.1.2 Peta Memori ATmega 16

ATmega 16 memiliki ruang pengelamatan memori data dan memori program yang terpisah. Memori data terbagi menjadi 3 bagian yaitu: 32 buah register umum, 64 buah register I/O dan 2Kbyte SRAM Internal.

Register untuk keperluan umum menempati space data pada alamat terbawah \$00 sampai \$1F. Sementara itu register khusus untuk menangani I/O dan kontrol terhadap mikrokontroler menempati 64 alamat berikutnya, yaitu mulai dari \$20 sampai \$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 dibawah. Alamat memori berikutnya digunakan untuk SRAM 512 byte, yaitu pada lokasi \$60 sampai dengan \$25F.



Gambar 2.2 Memori AVR ATmega 16

Selain itu AVR ATmega 16 juga memiliki memori data berupa EEPROM 8-bit sebanyak 1024 byte. Alamat EEPROM dimulai dari \$000 sampai \$1FF.

2.1.3 Status Register

Status Register adalah register berisi status yang dihasilkan pada setiap operasi yang dilakukan ketika suatu instruksi dieksekusi. SREG merupakan bagian dari inti CPU mikrokontroler.



Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	I	T	H	S	V	N	Z	C	SREG
Read/Write	R/W								
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Gambar 2.3 Status Register

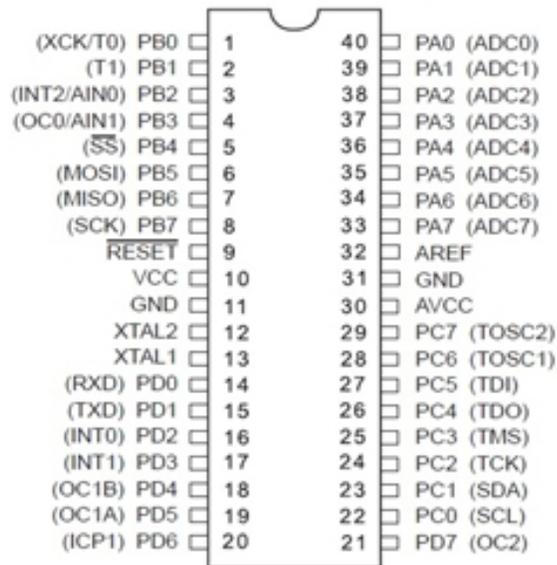
Keterangan Status Register dalam ATmega 16:

1. Bit7 – I (*Global Interrupt Enable*), bit harus diatur untuk memungkinkan semua jenis intrupsi.
2. Bit6 – T (*Bit Copy Storage*) berfungsi untuk 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 dengan menggunakan instruksi BLD.
3. Bit5 - H (*Half Carry Flag*) berfungsi untuk menunjukkan ada tidaknya setengah *carry* pada operasi aritmatika.
4. Bit4 - S (*Sign Bit*) merupakan hasil operasi EOP antara *flag-N* (negatif) dan *flag-V* (komplemen dua *overflow*)
5. Bit3 – V (*Two's Component Overflow Flag*) berfungsi untuk mendukung operasi matematis.
6. Bit2 - N (*Negative Flag*), *flag-N* akan menjadi *set* jika suatu operasi matematis menghasilkan bilangan negatif.
7. Bit1 – Z (*Zero Flag*), bit akan menjadi *set* apabila hasil operasi matematis menghasilkan bilangan 0.
8. Bit0 – C (*Carry Flag*), bit ini akan menjadi *set* apabila suatu operasi menghasilkan *carry*.



2.1.4 Konfigurasi Pin ATmega 16

Konfigurasi pin ATmega 16 dengan jumlah 40 pin yang terdiri 8 pin untuk masing-masing Port A, Port B, Port C dan Port D.



Gambar 2.4 Konfigurasi Pin ATmega 16

Fungsi dari setiap Pin akan dijelaskan sebagai berikut:

1. VCC merupakan Pin yang berfungsi sebagai masukan catu daya.
2. GND merupakan Pin Ground.
3. Port A (PA0 - PA7) merupakan Pin I/O dua arah dan pin masukan ADC.

Tabel 2.1 Port A

PIN	Fungsi Khusus
PA7	ADC7 (Analog Digital Converter7)
PA6	ADC6 (Analog Digital Converter6)
PA5	ADC5 (Analog Digital Converter5)
PA4	ADC4 (Analog Digital Converter4)
PA3	ADC3 (Analog Digital Converter3)
PA2	ADC2 (Analog Digital Converter2)
PA1	ADC1 (Analog Digital Converter1)
PA0	ADC0 (Analog Digital Converter0)



4. Port B (PB0 - PB7) merupakan Pin I/O dua arah dan pin-pin fungsi khusus, seperti dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.2 Port B

PIN	Fungsi Khusus
PB7	SCK (<i>SPI Bus Serial Clock</i>)
PB6	MISO (<i>SPI Bus Master Input/ Slave Output</i>)
PB5	MISO (<i>SPI Bus Master Output/ Slave Input</i>)
PB4	\hat{A} (<i>SPI Slave Select Input</i>)
PB3	AIN1 (<i>Analog Comparator Negative Input</i>) OC0 (<i>Timer/ Counter 0 Output Compare Match Output</i>)
PB2	AIN0 (<i>Analog Comparator Positive Input</i>) INT2 (<i>External Interrupt 2 Input</i>)
PB1	T1 (<i>Timer/ Counter1 External Counter Input</i>)
PB0	T0 T1 (<i>Timer/ Counter0 External Counter Input</i>) XCK (<i>USART External Clock Input/Output</i>)

5. Port C (PC0 – PC7) merupakan Pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, seperti dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.3 Port C

PIN	Fungsi Khusus
PC7	TOSC2 (<i>Timer Oscillator PIN2</i>)
PC6	TOSC1 (<i>Timer Oscillator PIN1</i>)
PC5	TDI (<i>JTAG Test Data In</i>)
PC4	TD2 (<i>JTAG Test Data Out</i>)
PC3	TMS (<i>JTAG Test Mode Select</i>)
PC2	TCK (<i>JTAG Test Clock</i>)
PC1	SDA (<i>Two-wire Serial Bus Data Input/ Output line</i>)
PC0	SCL (<i>Two-wire Serial Bus Clock Line</i>)



6. Port D (PD0 – PD7) merupakan Pin I/O dua arah dan pin khusus, seperti dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.4 Port D

PIN	Fungsi Khusus
PD7	OC2 (<i>Timer/ counter2 Output Compare Match Output</i>)
PD6	Â ICP (<i>Timer/ Counter1 Input Capture Pin</i>)
PD5	OC1A (<i>Timer/ Counter1 Output Compare A Match Output</i>)
PD4	OC1B (<i>Timer/ Counter1 Output Compare B Match Output</i>)
PD3	INT1 (<i>External Interrupt 1 Input</i>)
PD2	INT2 (<i>External Interrupt 0 Input</i>)
PD1	TXD (<i>USART Output Pin</i>)
PD0	RXD (<i>USART Input Pin</i>)

7. *Reset* merupakan Pin yang digunakan untuk mengatur ulang kembali mikrokontroler.
8. XTAL1 dan XTAL2 merupakan Pin masukan clock eksternal.
9. AVCC merupakan Pin masukan tegangan untuk ADC.
10. AREF merupakan Pin masukan tegangan referensi ADC.

2.2 Photodiode

Photodiode adalah suatu jenis dioda yang resistansinya berubah-ubah kalau cahaya yang jatuh pada dioda berubah-ubah intensitasnya. Dalam gelap nilai tahanannya sangat besar sehingga praktis tidak ada arus yang mengalir.



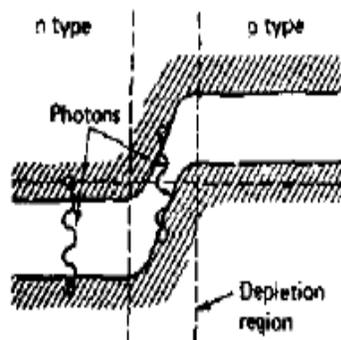
Gambar 2.5 Simbol Photodiode

Semakin kuat cahaya yang jatuh pada dioda maka makin kecil nilai tahanannya sehingga arus yang mengalir semakin besar. Jika photodiode persambungan p-n bertegangan balik disinari maka arus akan berubah secara

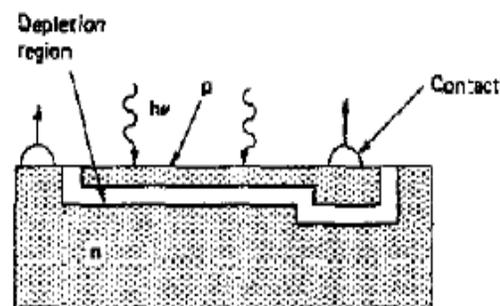


linier dengan kenaikan fluks cahaya yang dikenakan pada persambungan tersebut. Photodiode terbuat dari bahan semikonduktor. biasanya yang dipakai adalah *Silicon* (Si) atau *Gallium Arsinade* (GaAs) yang mempunyai sebuah elektron valensi, masing-masing elektron dalam atom saling terikat sehingga elektron valensi genap menjadi 8 untuk setiap atom. Begitulah sebabnya *Crystal Silicon* memiliki konduktivitas listrik yang rendah karena setiap electron terikat oleh atom-atom yang berada di sekelilingnya. Beda potensial pada bahan silikon umumnya berkisar antara 0,6 volt sampai 0,8 volt.

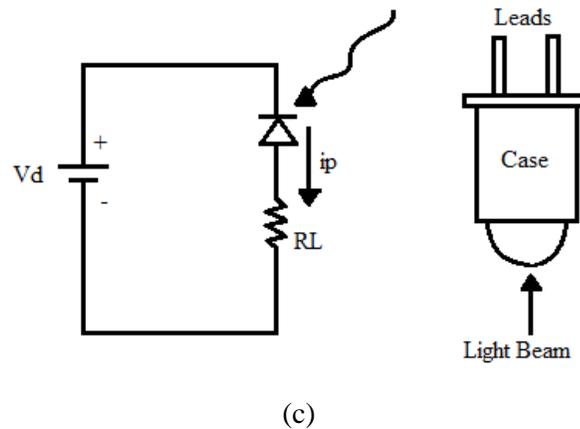
Bahan pembuatan Photodiode juga termasuk *Indium Antimonide* (InSb), *Indium Arsenide* (InAs), *Lead Selenide* (PbSe) dan *Timah Sulfide* (PbS). Bahan-bahan ini menyerap cahaya melalui karakteristik jangkauan panjang gelombang yang mencakup 2500 Å – 11000 Å untuk Silikon dan 8000 Å - 20000 Å untuk GaAs. Ketika sebuah foton (satu satuan energi dalam cahaya) dari sumber cahaya diserap, hal tersebut membangkitkan suatu elektron dan menghasilkan sepasang pembawa muatan tunggal, sebuah elektron dan sebuah hole, di mana suatu hole adalah bagian dari kisi-kisi semikonduktor yang kehilangan elektron. Arah Arus yang melalui sebuah semikonduktor adalah kebalikan dengan gerak muatan pembawa. cara tersebut di dalam sebuah photodiode digunakan untuk mengumpulkan photon – menyebabkan pembawa muatan (seperti arus atau tegangan) mengalir/terbentuk di bagian-bagian elektroda.



(a)



(b)



Gambar 2.6 Konstruksi Photodioda: (a) junction harus dekat permukaan, (b) lensa untuk memfokuskan cahaya, (c) rangkaian Photodioda

2.2.1 Karakteristik Photodioda

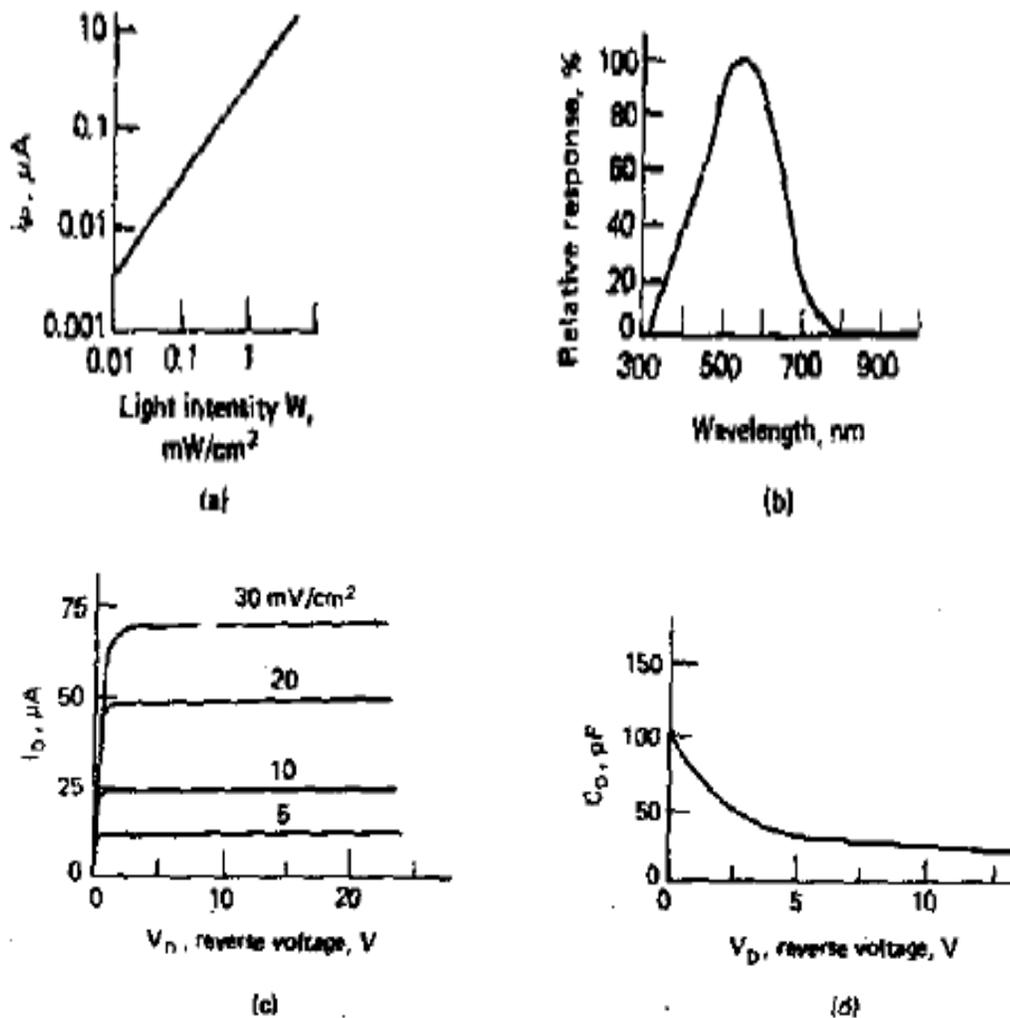
Photodioda berbeda dengan dioda biasa. Jika *photodioda* persambungan p-n bertegangan balik disinari, maka arus akan berubah secara linier dengan kenaikan fluks cahaya yang dikenakan pada persambungan tersebut. Berdasarkan hal tersebut dapat dibuat alat untuk mendeteksi intensitas cahaya dengan memanfaatkan karakteristik *photodioda* sebagai salah satu alternatif pendeteksi intensitas cahaya. Dalam beberapa penelitian oleh peneliti diperoleh hasil bahwa *photodioda* dapat berfungsi sebagai sensor untuk mengukur intensitas cahaya, dimana semakin besar intensitas cahaya (ditunjukkan kenaikan daya lampu) yang mengenainya maka arus yang dihasilkan photodioda juga akan semakin besar. Disamping itu hasil penelitian juga menunjukkan bahwa hubungan antara arus yang dihasilkan fotodioda berubah berbanding terbalik dengan kuadrat jarak dari sumber cahaya dengan arus lampu tetap.

Ada beberapa karakteristk Photodioda yang perlu di ketahui, antara lain:

- Arus bergantung linier pada intensitas cahaya karena semakin banyak cahaya yang di tangkap maka sebanding dengan jumlah arus yang di dapat.
- Responsi frekuensi bergantung pada bahan (Si 900 nm, GaAs 1500 nm dan Ge 2000 nm).



- Digunakan sebagai sumber arus karena dapat mengubah cahaya yang di tangkap menjadi arus listrik.
- *Junction Capacitance* turun menurut tegangan bias mundurnya.
- *Junction Capacitance* menentukan respons frekuensi arus yang diperoleh.
- Mempunyai respon 100 kali lebih cepat dari Phototransistor



Gambar 2.7 Karakteristik *Photodiode*: (a) Intensitas Cahaya, (b) Panjang Gelombang, (c) Tegangan Balik VS Arus, (d) Tegangan Balik VS Kapasitansi

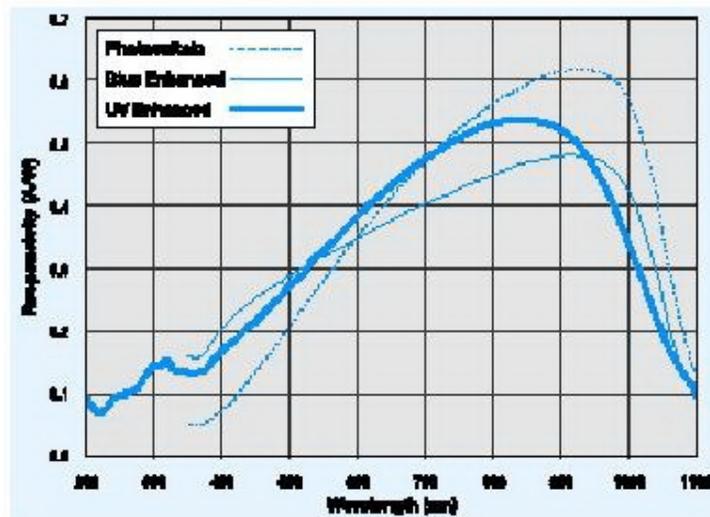


2.2.2 Prinsip Kerja Photodioda

Photodioda adalah salah satu jenis sensor peka cahaya (Photodetector). Photodioda akan mengalirkan arus yang membentuk fungsi linier terhadap intensitas cahaya yang di terima. Arus ini umumnya teratur terhadap intensitas cahaya yang diterima. Arus ini umumnya teratur terhadap Power Density (D_p). Perbandingan antara arus keluaran dengan Power Density disebut sebagai Current Responsivity. Arus yang dimaksud adalah arus bocor ketika photodioda tersebut disinari dan dalam keadaan di panjar mundur.

Tanggapan frekuensi photodioda tidak luas. Dari rentang tanggapan itu, Photodioda memiliki tanggapan paling baik terhadap cahaya inframerah, tepatnya pada cahaya dengan panjang gelombang 0,9 μm .

Kurva tanggapan frekuensi Photodioda ditunjukkan pada gambar di bawah ini:



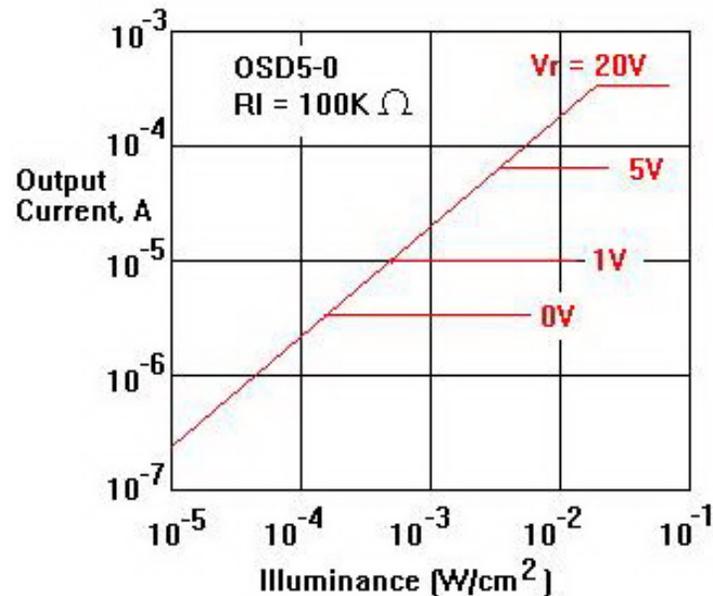
Gambar 2.8 Kurva Tanggapan Frekuensi *Photodioda*

Sebagai contoh aplikasi Photodioda dapat digunakan dalam rangkaian Pendeteksi Api. Penggunaan Photodioda sebagai pendeteksi keberadaan api didasarkan pada fakta bahwa pada nyala api juga terpancar cahaya inframerah. Hal ini tidak dapat di buktikan dengan mata telanjang karena cahaya inframerah merupakan cahaya tidak tampak namun keberadaan cahaya inframerah dapat dirasakan yaitu ketika ada rasa hangat atau panas dari nyala api yang sampai ke



tubuh. Hubungan antara keluaran Photodioda dengan intensitas cahaya yang diterimanya ketika di panjar mundur adalah membentuk suatu fungsi yang linier.

Hubungan antara keluaran sensor Photodioda dengan intensitas cahaya di tunjukan pada gambar berikut :



Gambar 2.9 Kurva Hubungan antara Keluaran *Photodioda* dengan Intensitas Cahaya

2.3 Injection Laser Diode (ILD)

Sebuah perangkat semikonduktor solid state terdiri dari pada satu pn mampu memancarkan koheren, dirangsang radiasi di bawah syarat-syarat tertentu. Sebuah dioda laser adalah laser dimana medium aktif sebuah semikonduktor mirip dengan yang ditemukan dalam dioda pemancar cahaya. Yang paling umum dan praktis jenis dioda laser dibentuk dari pn junction dan didukung oleh menyuntikkan arus listrik. Perangkat ini kadang-kadang disebut sebagai dioda laser injeksi untuk membedakan mereka dari (optis) dipompa dioda laser, yang lebih mudah diproduksi di laboratorium.



Gambar 2.10 Bentuk Fisik Injection Laserdiode

Tipe ILD (*Injection Laser Diode*) yang beroperasi berdasarkan prinsip laser, lebih efisien dan dapat meneruskan data rate lebih besar. Ada kaitan antara panjang gelombang yang digunakan, tipe transmisi dan data rate yang dikirimkan.

2.4 Motor DC

Motor listrik merupakan perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk memutar impeller pompa, fan atau blower, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan, dan lain-lain. Motor listrik juga dapat digunakan di rumah, seperti mixer, bor listrik dan kipas angin. Motor listrik bisa disebut “kuda kerja” di dunia industri karena 70% beban listrik di industri digunakan untuk motor-motor yang bekerja di industri tersebut.

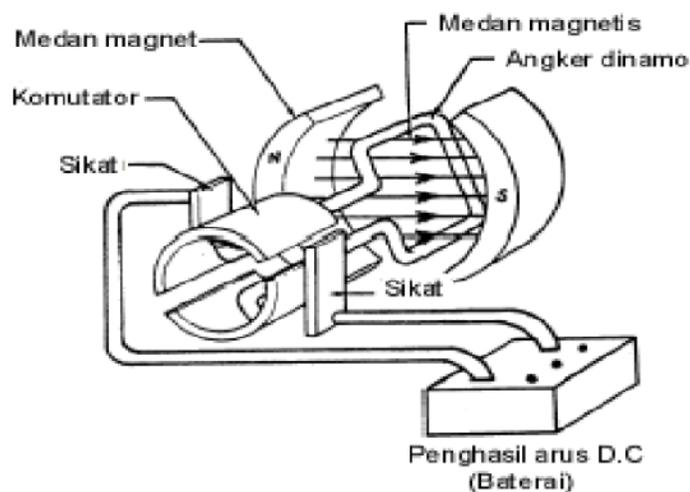


Gambar 2.11 Bentuk Fisik Motor DC



Motor DC membutuhkan tegangan yang searah dengan kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Kumparan medan pada motor DC disebut stator yaitu bagian pada motor yang tidak berputar dan kumparan jangkar yang berputar disebut rotor. Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar dalam pada magnet maka akan timbul tegangan GGL yang berubah-ubah arah pada setiap setengah putaran sehingga merupakan tegangan bolak-balik.

Prinsip kerja dari arus searah adalah membalik fasa tegangan dari gelombang yang mempunyai nilai positif dengan menggunakan komutator sehingga arus akan berbalik arah dengan kumparan jangkar yang berputar dalam medan magnet. Bentuk motor paling sederhana memiliki kumparan satu lilitan yang bisa berputar bebas di antara kutub-kutub permanen.



Gambar 2.12 Motor DC Sederhana

Mekanisme kerja untuk seluruh jenis motor secara umum:

- Arus listrik dalam medan magnet akan memberikan gaya.
- Jika kawat yang membawa arus dibengkokkan menjadi sebuah lingkaran atau loop maka kedua sisi loop, yaitu pada sudut kanan medan magnet akan mendapatkan gaya pada arah yang berlawanan.
- Pasangan gaya menghasilkan tenaga putar atau torque untuk memutar kumparan.



- Motor-motor memiliki beberapa loop pada dinamonya untuk memberikan tenaga putaran yang lebih seragam dan medan magnetnya dihasilkan oleh susunan elektromagnetik yang disebut kumparan medan.

2.4.1 Jenis-jenis Motor DC

Motor DC atau motor arus searah menggunakan arus langsung atau tidak langsung (direct-unidirectional). Motor DC memiliki 3 bagian atau komponen utama untuk dapat berputar. Motor DC sederhana memiliki dua kutub medan, yaitu kutub utara dan kutub selatan. Garis magnetik energi membesar melintasi ruang terbuka diantara kutub-kutub dari utara dan selatan. Untuk motor yang lebih besar atau lebih kompleks terdapat satu atau lebih elektromagnet. Current Elektromagnet atau Dinamo yang berbentuk silinder dihubungkan ke as penggerak untuk menggerakkan beban. Untuk kasus motor DC yang kecil, dinamo berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub-kutub sampai kutub utara dan kutub selatan berpindah lokasi. Komutator berguna untuk transmisi arus antara dinamo dan sumber daya motor DC. Keuntungan utama motor DC adalah sebagai pengendali kecepatan yang tidak mempengaruhi kualitas daya masukan. Motor ini dapat dikendalikan dengan mengatur tegangan dinamo. Dengan meningkatkan tegangan dinamo maka akan meningkatkan kecepatan arus medan.

Berikut tipe-tipe Motor Dc:

1. Motor DC Tipe *Shunt*

Pada Motor DC tipe *Shunt*, gulungan medan (Medan Shunt) disambungkan secara paralel dengan gulungan dinamo (A). Oleh karena itu, total arus dalam jalur merupakan penjumlahan arus medan dan arus dinamo. Karakter kecepatan Motor DC tipe *Shunt* adalah:

- Kecepatan pada prakteknya konstan, tidak tergantung pada beban sehingga cocok untuk penggunaan komersial dengan beban awal yang rendah, seperti peralatan mesin.



- Kecepatan dapat dikendalikan dengan cara memasang tahanan dalam susunan seri dengan dinamo (kecepatan berkurang) atau dengan memasang tahanan pada arus medan (kecepatan bertambah).

2. Motor DC Tipe Seri

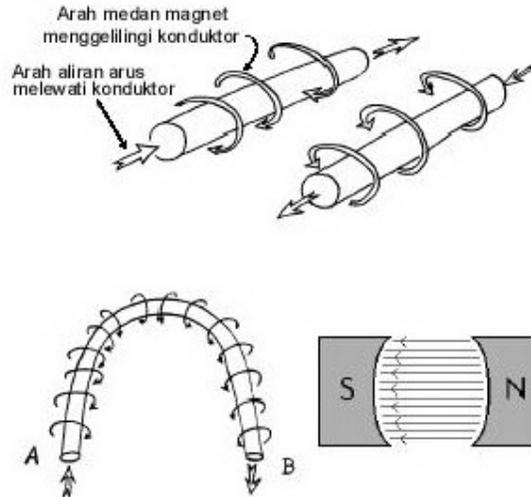
Pada Motor DC tipe Seri, gulungan medan (medan Shunt) dihubungkan secara seri dengan gulungan dinamo (A) sehingga arus medan sama dengan arus dinamo. Karakter kecepatan dari Motor DC tipe Seri adalah kecepatan dibatasi pada 5000 RPM. Jangan menjalankan Motor DC tipe seri tanpa adanya beban karena akan mempercepat Motor Dc tanpa terkendali.

3. Motor DC Tipe Kompon

Pada Motor DC tipe Kompon, gulungan medan (Medan Shunt) dihubungkan secara paralel dan seri dengan gulungan dinamo (A) sehingga motor kompon memiliki torque penyalaan awal yang bagus dan kecepatan yang stabil. Karakter dari Motor DC tipe Kompon adalah makin tinggi persentase penggabungan (yakni persentase gulungan medan yang dihubungkan secara seri) maka makin tinggi pula torque penyalaan awal yang dapat ditangani oleh motor DC tipe Kompon.

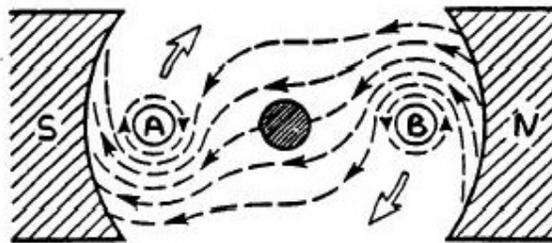
2.4.2 Prinsip Kerja Motor DC

Jika arus lewat pada suatu konduktor, timbul medan magnet di sekitar konduktor. Arah medan magnet ditentukan oleh aliran arus pada konduktor. Medan magnet yang membawa arus mengelilingi konduktor dapat dilihat pada gambar 2.15



Gambar 2.13 Medan Magnet yang Membawa Arus Mengelilingi Konduktor

Aturan Genggaman Tangan Kanan bisa dipakai untuk menentukan arah garis fluks di sekitar konduktor. Genggam konduktor dengan tangan kanan dengan jempol mengarah pada arah aliran arus, maka jari-jari anda akan menunjukkan arah garis fluks. Gambar diatas menunjukkan medan magnet yang terbentuk di sekitar konduktor berubah arah karena bentuk U. Medan magnet hanya terjadi di sekitar sebuah konduktor jika ada arus mengalir pada konduktor tersebut. Jika konduktor berbentuk U diletakkan di antara kutub utara dan selatan yang kuat medan magnet konduktor akan berinteraksi dengan medan magnet kutub.



Gambar 2.14 Reaksi Garis Fluks

Lingkaran bertanda A dan B merupakan ujung konduktor yang dilengkungkan (looped conductor). Arus mengalir masuk melalui ujung A dan keluar melalui ujung B. Medan konduktor A yang searah jarum jam akan

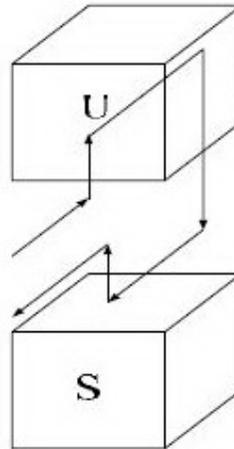


menambah medan pada kutub dan menimbulkan medan yang kuat di bawah konduktor. Konduktor akan berusaha bergerak ke atas untuk keluar dari medan kuat ini. Medan konduktor B yang berlawanan arah jarum jam akan menambah medan pada kutub dan menimbulkan medan yang kuat di atas konduktor. Konduktor akan berusaha untuk bergerak turun agar keluar dari medan yang kuat tersebut. Gaya-gaya tersebut akan membuat angker dinamo berputar searah jarum jam.

Mekanisme kerja untuk seluruh jenis motor secara umum, yaitu :

- Arus listrik dalam medan magnet akan memberikan gaya.
- Jika kawat yang membawa arus dibengkokkan menjadi sebuah lingkaran / loop, maka kedua sisi loop, yaitu pada sudut kanan medan magnet, akan mendapatkan gaya pada arah yang berlawanan.
- Pasangan gaya menghasilkan tenaga putar / torque untuk memutar kumparan.
- Motor-motor memiliki beberapa loop pada dinamonya untuk memberikan tenaga putaran yang lebih seragam dan medan magnetnya dihasilkan oleh susunan elektromagnetik yang disebut kumparan medan.

Pada Motor DC, daerah kumparan medan yang dialiri arus listrik akan menghasilkan medan magnet yang melingkupi kumparan jangkar dengan arah tertentu. Konversi dari energi listrik menjadi energi mekanik (motor) maupun sebaliknya berlangsung melalui medan magnet, dengan demikian medan magnet disini selain berfungsi sebagai tempat untuk menyimpan energi, sekaligus sebagai tempat berlangsungnya proses perubahan energi, daerah tersebut dapat dilihat pada gambar 2.17.

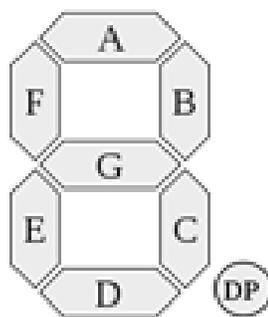


Gambar 2.15 Prinsip Kerja Motor DC

Agar proses perubahan energi mekanik dapat berlangsung secara sempurna, maka tegangan sumber harus lebih besar daripada tegangan gerak yang disebabkan reaksi lawan. Dengan memberi arus pada kumparan jangkar yang dilindungi oleh medan maka menimbulkan perputaran pada motor.

2.5 Seven Segment Display

Salah satu perangkat output yang sangat populer dan digital yaitu peraga seven segment. Seven segment ini merupakan konfigurasi 7 buah LED dan dapat dibentuk menjadi angka dan karakter tertentu.



Gambar 2.16 Konstruksi Seven Segment

Seven segment sering dijumpai pada jam digital, penunjuk antrian, dan termometer digital. Penggunaan secara umum adalah untuk menampilkan



informasi secara visual mengenai data-data yang sedang diolah oleh suatu rangkaian digital. Seven segmen ini tersusun atas 7 batang LED yang disusun membentuk angka 8 yang penyusunnya menggunakan label dari “a” sampai “g” dan satu lagi untuk Dot Point (DP). Setiap segmen ini terdiri dari 1 atau 2 *Light Emitting Diode* (LED). Salah satu terminal LED dihubungkan menjadi satu sebagai kaki common. Jenis-jenis seven segment, terdiri dari Common Anoda dan Common Kathoda. Pada alat ini menggunakan seven segment Common Anoda. Semua anoda dari LED dalam seven segmen disatukan secara parallel dan semua itu dihubungkan ke VCC, dan kemudian LED dihubungkan melalui tahanan pembatas arus keluar dari penggerak LED karena dihubungkan ke VCC, maka Common Anoda ini berada pada kondisi logika 0 (led akan aktif bila diberi logika 0).

Prinsip kerja seven segmen ialah input biner pada switch dikonversikan masuk ke dalam decoder, baru kemudian decoder mengkonversi bilangan biner tersebut menjadi decimal, yang nantinya akan ditampilkan pada seven segment. Seven segment dapat menampilkan angka-angka desimal dan beberapa karakter tertentu melalui kombinasi aktif atau tidaknya LED penyusunan dalam seven segment. Untuk memudahkan penggunaan seven segment, umumnya digunakan sebuah dekoder (mengubah input bilangan biner menjadi decimal) atau seven segment driver yang akan mengatur aktif tidaknya led-led dalam seven segment sesuai dengan nilai biner yang diberikan.

Dekoder BCD ke seven segment digunakan untuk menerima masukan BCD 4-bit dan memberikan keluaran yang melewatkan arus melalui segmen untuk menampilkan angka desimal. Jenis dekoder BCD ke seven segment yang digunakan adalah dekoder yang berfungsi untuk menyalakan seven segment mode common anoda.

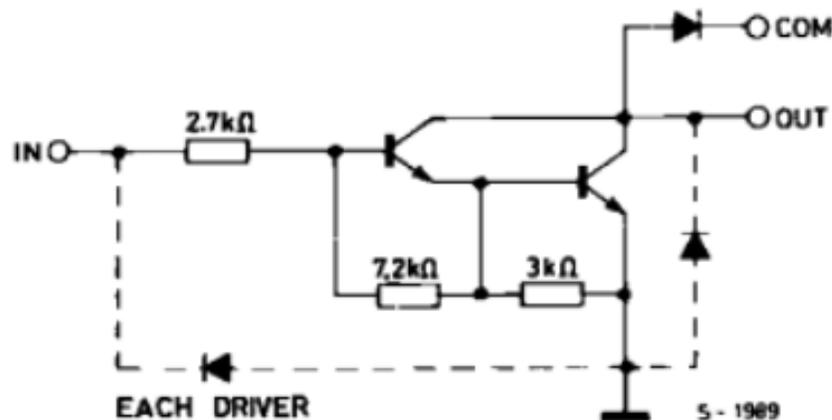
Contoh IC converter BCD to Seven Segment untuk Seven Segment Common Anoda menggunakan decoder IC TTL 7447.



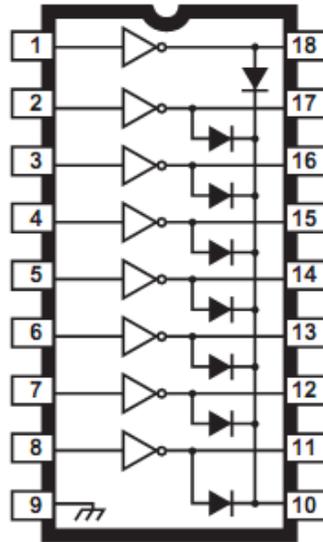
LT (*Lamp Test*) berfungsi untuk mengatur display, bila diberi logika 0 maka semua keluaran dari IC ini akan berlogika 0 sehingga seven segment akan menunjukkan angka delapan. BI/RBO (*Blanking Input/Row Blanking Output*) berfungsi untuk mematikan keluaran dari IC. Bila diberi logika “0” maka semua keluaran IC akan berlogika 1 dan seven segment akan mati. RBI (*Row Blanking Input*) berfungsi untuk mematikan keluaran dari IC jika semua input berlogika 0.

2.6 ULN 2803

ULN 2803 adalah IC yang didalamnya merupakan susunan transistor yang terpasang secara darlington dan dapat menangani arus sebesar 500 mA. Setiap ULN2803 terdapat delapan buah susunan darlington yang dapat bekerja terpisah sehingga beban yang dapat dipasang pada ULN2803 sebanyak 8 buah. ULN2803 sudah terdapat tahanan masukan sebesar 3,7K sehingga dapat dihubungkan langsung dengan TTL/CMOS tanpa membutuhkan tahanan pembatas arus tambahan. Rangkaian dalam ULN2803 diperlihatkan dibawah ini.



Gambar 2.18 Bagan Bagian Setiap Penggerak dalam ULN 2803



Gambar 2.19 ULN 2803

2.7 Relay

Relay adalah komponen elektronika berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. Secara prinsip, relay merupakan tuas saklar dengan lilitan kawat pada batang besi (solenoid) di dekatnya. Ketika solenoid dialiri arus listrik, tuas akan tertarik karena adanya gaya magnet yang terjadi pada solenoid sehingga kontak saklar akan menutup. Pada saat arus dihentikan, gaya magnet akan hilang, tuas akan kembali ke posisi semula dan kontak saklar kembali terbuka. Rele biasanya digunakan untuk menggerakkan arus/tegangan yang besar (misalnya peralatan listrik 4 ampere AC 220 V) dengan memakai arus/tegangan yang kecil (misalnya 0.1 ampere 12 Volt DC).

Secara sederhana Relay elektromekanis ini didefinisikan sebagai berikut:

- Alat yang menggunakan gaya elektromagnetik untuk menutup (atau membuka) kontak saklar.
- Saklar yang digerakkan (secara mekanis) oleh daya/27iode27 listrik.



Dalam pemakaiannya biasanya relay yang digerakkan dengan arus DC dilengkapi dengan sebuah 28 dioda yang di-paralel dengan lilitannya dan dipasang terbaik yaitu anoda pada tegangan negatif dan katoda pada tegangan positif. Ini bertujuan untuk mengantisipasi sentakan listrik yang terjadi pada saat relay berganti posisi dari on ke off agar tidak merusak komponen di sekitarnya.

Konfigurasi dari kontak-kontak relay ada tiga jenis, yaitu:

- *Normally Open* (NO), apabila kontak-kontak tertutup saat rele dicatu
- *Normally Closed* (NC), apabila kontak-kontak terbuka saat rele dicatu

Change Over (CO), relay mempunyai kontak tengah yang normal tertutup, tetapi ketika rele dicatu kontak tengah tersebut akan membuat hubungan dengan kontak-kontak yang lain. Penggunaan relay perlu memperhatikan tegangan pengontrolnya serta kekuatan relay men-switch arus/tegangan. Biasanya ukurannya tertera pada body relay. Misalnya relay 12VDC/4 A 220V, artinya tegangan yang diperlukan sebagai pengontrolnya adalah 12Volt DC dan mampu men-switch arus listrik (maksimal) sebesar 4 ampere pada tegangan 220 Volt. Sebaiknya rele difungsikan 80% saja dari kemampuan maksimalnya agar aman, lebih rendah lagi lebih aman. Rele jenis lain ada yang namanya reedswitch atau rele lidi. Rele jenis ini berupa batang kontak terbuat dari besi pada tabung kaca kecil yang dililitin kawat. Pada saat lilitan kawat dialiri arus, kontak besi tersebut akan menjadi magnet dan saling menempel sehingga menjadi saklar yang on. Ketika arus pada lilitan dihentikan medan magnet hilang dan kontak kembali terbuka (off).

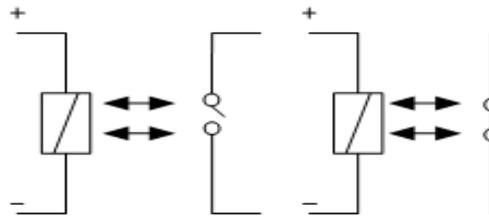


Gambar 2.20 Relay



2.7.1 Prinsip Kerja Relay

Relay akan bekerja bila kontak – kontak yang terdapat pada rele tersebut bergerak membuka dan menutup. *Relay normally open* kontak-kontaknya yang mempunyai posisi tertutup, pada saat rele tidak bekerja akan membuka setelah ada arus yang mengalir. *Relay normally close* kontak-kontaknya yang mempunyai posisi terbuka, pada saat rele tidak bekerja akan menutup setelah ada arus yang mengalir.



Gambar 2.21 Relay Normally Open dan Relay Normally Close

Banyaknya kontak-kontak dimana jangkar dapat melepas atau menyambung lebih dari satu kontak sekaligus. Oleh karena itu relay yang dijual di pasaran ada yang membuka dan menutup satu kontak.