

BAB II

DASAR TEORI

Skripsi yang disusun oleh Tomi Arfianto tahun 2002 dengan judul "Alat Pengendali Tingkat Intensitas Cahaya Berbasis Mikrokontroler AT89C51". Pengendalian alat tersebut menggunakan *keypad* dan LCD sebagai tampilan. Semua proses sistem tersebut diatur oleh mikrokontroler AT89C51.

2.1 Sistem dan Standar Pencahayaan Ruangan

Untuk mendapatkan pencahayaan yang sesuai dalam suatu ruang, maka diperlukan sistem pencahayaan yang tepat sesuai dengan kebutuhannya. Sistem pencahayaan di ruangan, termasuk di tempat kerja dapat dibedakan menjadi 5 macam yaitu:

1. Sistem Pencahayaan Langsung (*direct lighting*)

Pada sistem ini 90-100% cahaya diarahkan secara langsung ke benda yang perlu diterangi. Sistem ini dinilai paling efektif dalam mengatur pencahayaan, tetapi ada kelemahannya karena dapat menimbulkan bahaya serta kesilauan yang mengganggu, baik karena penyinaran langsung maupun karena pantulan cahaya. Untuk efek yang optimal, disarankan langit-langit, dinding serta benda yang ada didalam ruangan perlu diberi warna cerah agar tampak menyegarkan

2. Pencahayaan Semi Langsung (*semi direct lighting*)

Pada sistem ini 60-90% cahaya diarahkan langsung pada benda yang perlu diterangi, sedangkan sisanya dipantulkan ke langit-langit dan dinding. Dengan sistem ini kelemahan sistem pencahayaan langsung dapat dikurangi. Diketahui bahwa langit-langit dan dinding yang dipelster putih memiliki efisiensi pemantulan 90%, sedangkan apabila dicat putih efisien pemantulan antara 5-90%

3. Sistem Pencahayaan Difus (*general diffus lighting*)

Pada sistem ini setengah cahaya 40-60% diarahkan pada benda yang perlu disinari, sedangkan sisanya dipantulkan ke langit-langit dan dinding. Dalam pencahayaan sistem ini termasuk sistem *direct-indirect* yakni memancarkan setengah cahaya ke bawah dan sisanya keatas. Pada sistem ini masalah bayangan dan kesilauan masih ditemui.

4. Sistem Pencahayaan Semi Tidak Langsung (*semi indirect lighting*)

Pada sistem ini 60-90% cahaya diarahkan ke langit-langit dan dinding bagian atas, sedangkan sisanya diarahkan ke bagian bawah. Untuk hasil yang optimal disarankan langit-langit perlu diberikan perhatian serta dirawat dengan baik. Pada sistem ini masalah bayangan praktis tidak ada serta kesilauan dapat dikurangi.

5. Sistem Pencahayaan Tidak Langsung (*indirect lighting*)

Pada sistem ini 90-100% cahaya diarahkan ke langit-langit dan dinding bagian atas kemudian dipantulkan untuk menerangi seluruh ruangan. Agar seluruh langit-langit dapat menjadi sumber cahaya, perlu diberikan perhatian dan pemeliharaan yang baik. Keuntungan sistem ini adalah tidak menimbulkan bayangan dan kesilauan sedangkan kerugiannya mengurangi efisiensi cahaya total yang jatuh pada permukaan kerja.

Banyak faktor resiko di lingkungan kerja yang mempengaruhi keselamatan dan kesehatan pekerja salah satunya adalah pencahayaan. Menurut Keputusan Menteri Kesehatan No.1405 tahun 2002, pencahayaan adalah jumlah penyinaran pada suatu bidang kerja yang diperlukan untuk melaksanakan kegiatan secara efektif. Pencahayaan minimal yang dibutuhkan menurut jenis kegiatannya terdapat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Tingkat Pencahayaan Lingkungan Kerja

JENIS KEGIATAN	TINGKAT PENCAHAYAAN MINIMAL (LUX)	KETERANGAN
Pekerjaan kasar dan tidak terus - menerus	100	Ruang penyimpanan & ruang peralatan/instalasi yang memerlukan pekerjaan yang kontinyu
Pekerjaan kasar dan terus - menerus	200	Pekerjaan dengan mesin dan perakitan kasar
Pekerjaan rutin	300	Ruang administrasi, ruang kontrol, pekerjaan mesin & perakitan/penyusun
Pekerjaan agak halus	500	Pembuatan gambar atau bekerja dengan mesin kantor, pekerjaan pemeriksaan atau pekerjaan dengan mesin
Pekerjaan halus	1000	Pemilihan warna, pemrosesan teksti, pekerjaan mesin halus & perakitan halus
Pekerjaan amat halus	1500 Tidak menimbulkan	Mengukir dengan tangan, pemeriksaan pekerjaan mesin dan

JENIS KEGIATAN	TINGKAT PENCAHAYAAN MINIMAL (<i>LUX</i>)	KETERANGAN
	bayangan	perakitan yang sangat halus
Pekerjaan terinci	3000 Tidak menimbulkan bayangan	Pemeriksaan pekerjaan, perakitan sangat halus

Sumber: KEPMENKES RI. No. 1405/MENKES/SK/XI/02

United Nations Environment Programme (UNEP) dalam Pedoman Efisiensi Energi untuk Industri di Asia mengklasifikasikan kebutuhan tingkat pencahayaan ruang tergantung area kegiatannya terdapat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kebutuhan Pencahayaan Menurut Area Kegiatan

Keperluan	Pencahayaan (<i>LUX</i>)	Contoh Area Kegiatan
Pencahayaan Umum untuk ruangan dan area yang jarang digunakan dan/atau tugas-tugas atau visual sederhana	20	Layanan penerangan yang minimum dalam area sirkulasi luar ruangan, pertokoan didaerah terbuka, halaman tempat penyimpanan
	50	Tempat pejalan kaki & panggung
	70	Ruang boiler
	100	Halaman Trafo, ruangan tungku, dll.
	150	Area sirkulasi di industri, pertokoan dan ruang penyimpan.
Pencahayaan umum untuk interior	200	Layanan penerangan yang minimum dalam tugas
	300	Meja & mesin kerja ukuran sedang, proses umum dalam industri kimia dan makanan, kegiatan membaca dan membuat arsip.
	450	Gantungan baju, pemeriksaan, kantor untuk menggambar, perakitan mesin dan bagian yang halus, pekerjaan warna, tugas menggambar kritis.
	1500	Pekerjaan mesin dan diatas meja yang sangat halus, perakitan mesin presisi kecil dan instrumen; komponen elektronik, pengukuran & pemeriksaan bagian kecil yang rumit (sebagian mungkin diberikan oleh tugas pencahayaan setempat)
Pencahayaan tambahan setempat untuk tugas visual yang tepat	3000	Pekerjaan berpresisi dan rinci sekali, misal instrumen yang sangat kecil, pembuatan jam tangan, pengukuran

Sumber : www.energyefficiencyasia.org

Penerangan untuk membaca dokumen lebih tinggi dari pada penerangan untuk melihat komputer, karena tingkat penerangan yang dianjurkan untuk pekerja dengan komputer tidak dapat berdasarkan satu nilai dan sampai saat ini masih kontroversial. Grandjean menyusun rekomendasi tingkat penerangan pada tempat-tempat kerja dengan komputer berkisar antara 300-700 lux seperti terdapat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Rekomendasi Tingkat Pencahayaan Pada Tempat Kerja Dengan Komputer

Keadaan Pekerja	Tingkat Pencahayaan (<i>lux</i>)
- Kegiatan Komputer dengan sumber dokumen yang terbaca jelas	300
- Kegiatan Komputer dengan sumber dokumen yang tidak terbaca jelas	400-500
- Tugas memasukan data	500-700

Sumber: Grandjen, Occupational Ergonomic, 2000

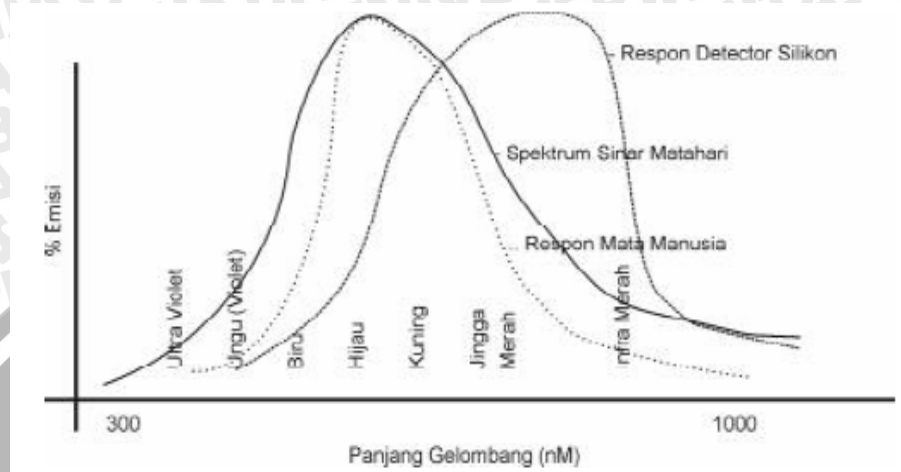
2.2. Infra Merah

Cahaya infra merah 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 infra merah ini akan tidak tampak oleh mata namun radiasi panas yang ditimbulkannya masih terasa/dideteksi.

Pada dasarnya komponen yang menghasilkan panas juga menghasilkan radiasi infra merah termasuk tubuh manusia maupun tubuh binatang. Cahaya infra merah, walaupun mempunyai panjang gelombang yang sangat panjang tetap tidak dapat menembus bahan-bahan yang tidak dapat melewatkan cahaya yang nampak sehingga

Cahaya infra merah tetap mempunyai karakteristik seperti halnya cahaya yang nampak oleh mata. Pada pembuatan komponen yang dikhususkan untuk penerima infra merah lubang untuk menerima cahaya (window) sudah dibuat khusus sehingga dapat mengurangi interferensi dari cahaya non-infra merah. Oleh sebab itu sensor infra merah yang baik biasanya jendelanya (pelapis yang terbuat dari silikon) berwarna biru tua keunguan. Sensor ini biasanya digunakan untuk aplikasi infra merah yang digunakan diluar rumah (outdoor).

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. Spektrum cahaya dan respon mata manusia ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Spektrum Cahaya dan Respon Mata Manusia

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. Untuk transmisi data yang menggunakan media udara sebagai media perantara biasanya menggunakan frekuensi carrier yang jauh lebih rendah yaitu sekitar 30 kHz sampai dengan 40 kHz. Infra merah yang dipancarkan melalui udara ini paling efektif jika menggunakan sinyal carrier yang mempunyai frekuensi di atas.

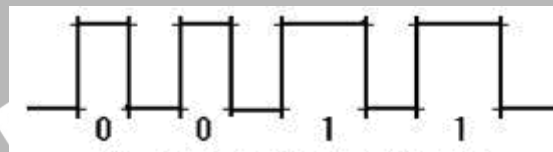
2.2.1 Cara Kerja Remote Infra Merah

Semua remote kontrol menggunakan transmisi sinyal infra merah yang dimodulasi dengan sinyal carrier dengan frekuensi tertentu yaitu pada frekuensi 30 kHz sampai 40 kHz. Sinyal yang dipancarkan oleh pemancar diterima oleh penerima infra merah dan kemudian didecodekan sebagai sebuah paket data biner. Panjang sinyal data biner ini bervariasi antara satu perusahaan dengan perusahaan yang lain sehingga suatu remote kontrol hanya dapat digunakan untuk sebuah produk dari perusahaan yang sama dan pada tipe yang sama. Hal ini dapat dicontohkan pada remote TV LG GOLDSTAR hanya bisa digunakan untuk remote VCD LG GOLDSTAR dan sebaliknya tetapi tidak dapat digunakan untuk TV merek yang lain.

Pada transmisi infra merah terdapat dua terminologi yang sangat penting yaitu: 'space' yang menyatakan tidak ada sinyal carrier dan 'pulse' yang menyatakan ada sinyal carrier.

Pengkodean pada remote infra merah pada dasarnya ada tiga macam dan semuanya berdasarkan pada panjang jarak antar pulsa atau pergeseran urutan pulsa.

- *Pulse-Width Coded Signal*. Pada pengkodean ini panjang pulsa merupakan kode informasinya. Jika panjang pulsa 'pendek' (kira-kira 550us) maka dikatakan sebagai logika 'L' tetapi jika panjang pulsa 'panjang' (kira-kira 2200us) maka menyatakan logika 'H'. Sistem pengkodeannya ditunjukkan pada Gambar 2.2.



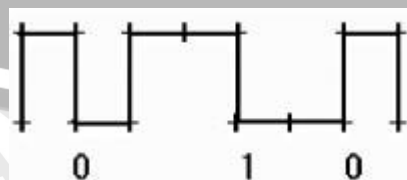
Gambar 2.2 *Pulse-Width Coded Signal*

- *Space-Coded Signals*. Pada pengkodean ini didasarkan pada panjang/pendek space. Jika panjang pulsa sekitar 550us atau kurang maka dinyatakan sebagai logika 'L' sedangkan jika panjang space lebih dari 1650us maka dinyatakan sebagai logika 'H'. Sistem pengkodeannya ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 *Space-Coded Signals*

- *Shift Coded Signal*. Pengkodean ini ditentukan pada urutan pulsa dan space. Pada saat 'space' pendek, kurang dari 550us dan 'pulse' panjang, lebih dari 1100us maka dinyatakan sebagai logika 'H'. Tetapi sebaliknya jika 'space' panjang dan 'pulse' pendek maka dinyatakan sebagai logika 'L'. Sistem pengkodeannya ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 *Shift Coded Signal*

Pengkodean ini merupakan hal yang sangat penting karena tanpa mengetahui sistem pengkodean pada sisi pemancar infra merah maka disisi penerima tidak bisa mendekodekan data/ perintah apa yang dikirimkan.

2.2.2 Pemancar Infra Merah

Infra merah dapat digunakan baik untuk memancarkan data maupun sinyal suara. Keduanya membutuhkan sinyal carrier untuk membawa sinyal data maupun sinyal suara tersebut hingga sampai pada penerima. Pada alat ini digunakan remote dengan merk LG Goldstar 6710V00019C 40KHz dengan panjang data 32 bit. Pembacaan data menggunakan metode *Space-Coded Signals*.

2.2.3 Penerima Infra Merah

Untuk aplikasi jarak jauh maka perlu adanya pengumpulan sinar termodulasi yang lemah. Hal ini bisa dilakukan dengan menggunakan photodiode yang sudah mempunyai semacam lensa cembung yang akan mengumpulkan sinar termodulasi tersebut. Biasanya menggunakan lensa tambahan yang dinamakan dengan lensa FRESNEL yang terbuat dari bahan plastik dan kemudian diumpungkan ke photodiode dengan jarak tertentu pada fokus lensa FRESNEL ini.

Untuk aplikasi remote kontrol biasanya cukup menggunakan lensa yang dimiliki oleh photodiode/phototransistor dengan penguatan tertentu. Untuk penggunaan yang harus dapat menerima pancaran sinyal infra merah yang sudut datangnya besar maka harus menggunakan dua atau lebih photodiode. Photodiode yang baik adalah photodiode yang mampu mengumpulkan sinar termodulasi tepat pada wafer silikonnya dan hal inilah yang mempengaruhi kualitas photodiode/phototransistor yang dibeli di pasaran.

Pada saat photodiode mendeteksi adanya sinar infra merah maka akan terdapat arus bocor sebesar 0.5 uA dan ini juga tergantung pada kekuatan sinar infra merah yang datang dan sudut datangnya. Kekuatan sinar dan sudut datang merupakan faktor penting dalam keberhasilan transmisi data melalui infra merah selain filter dan penguatan pada bagian penerimanya.

2.3 Mikrokontroler AT89S8252

Mikrokontroler AT89C8252 diproduksi oleh ATMEL dan termasuk salah satu dari keluarga MCS 51 yang mempunyai 8 Kbyte *downloadable flash programable*, 2 Kbyte EEPROM, 32 pin masukan keluaran dimana tiap pin tersebut dapat diprogram secara paralel dan tersendiri. IC ini kompatibel dengan standar industri 80C51 dalam hal pin keluaran dan instruksinya.

Fasilitas *downloadable memory* mengakibatkan memory program pada *sistem* dapat diprogram ulang, baik melalui interface serial atau dari memory programmer. Penggabungan CPU 8 bit dengan *downloadable flash* menjadi sebuah chip menjadikan atmel AT89S8252 ini menjadi sebuah mikrokomputer yang menyediakan fleksibilitas yang tinggi serta keefektifan dalam hal pengaplikasian.

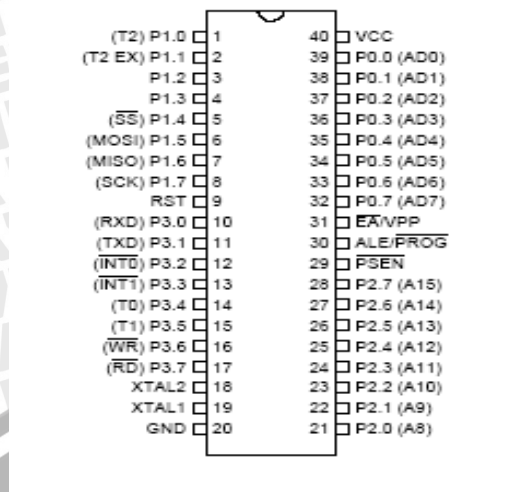
Mikrokontroler AT89S8252 sebagai suatu sistem kontrol bila dibandingkan dengan mikroprosesor memiliki kemampuan dan segi ekonomis yang bisa diandalkan karena dalam mikrokontroler sudah terdapat EEPROM dan RAM sedangkan di dalam mikroprosesor tidak terdapat keduanya.

Secara umum konfigurasi yang dimiliki mikrokontroler AT89S8252 adalah sebagai berikut:

- ✦ Sebuah CPU 8 bit dengan menggunakan teknologi dari Atmel
- ✦ *Downloadable flash* 8 Kbyte
- ✦ EEPROM 2 Kbyte
- ✦ RAM 256 byte
- ✦ Pin masukan/keluaran 32 buah
- ✦ Mempunyai *watchdog timer*, serta dua *data pointer*
- ✦ Mempunyai 3 buah 16 bit *timer counter*
- ✦ *Full duplex serial port*
- ✦ Osilator terletak didalam IC
- ✦ Mampu beroperasi mencapai 24 MHz

2.3.1 Konfigurasi Pin-Pin MCU AT89S8252

Konfigurasi pin-pin MCU AT89S8252 digolongkan menjadi sumber tegangan, pin isolator, pin kontrol, pin I/O dan pin untuk interupsi luar. Gambar 2.5. menunjukkan konfigurasi pin AT89S8252.



Gambar 2.5 Susunan Pin-pin dari MCU AT89S8252

Sumber: Mikrokontroler *Hand Book*: 2

Fungsi dari pin-pin AT89S8252 adalah:

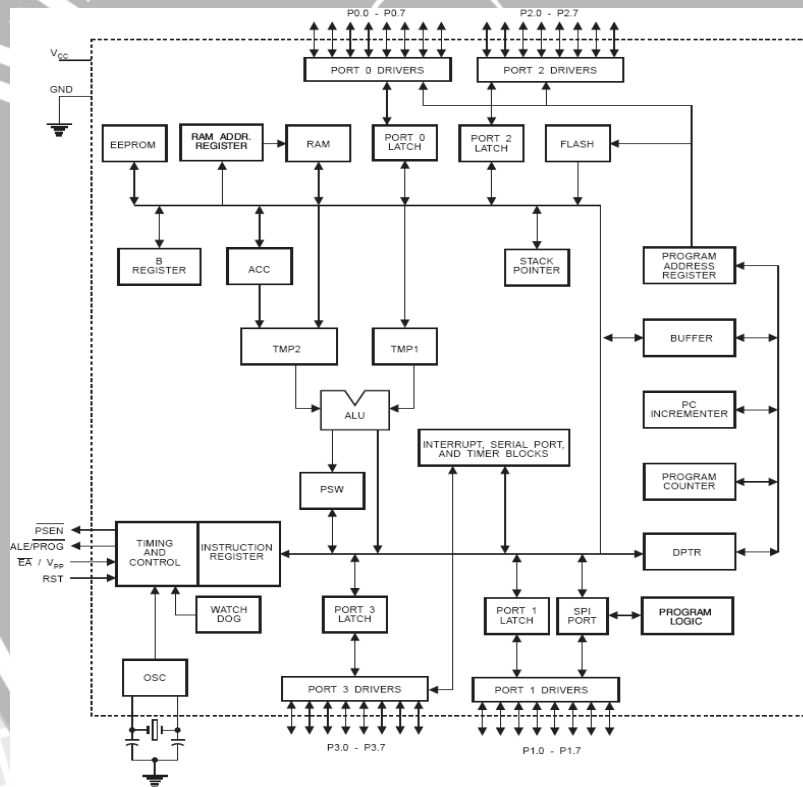
- Port 1 (Pin 1..8), merupakan saluran masukan/keluaran dua arah.
- Pin 9 RST, merupakan saluran dua masukan untuk mereset mikrokontroler dengan cara memberi masukan logika tinggi.
- Port 3 (Pin 10..17), merupakan saluran masukan/keluaran dua arah dan mempunyai fungsi khusus. Fungsi khusus meliputi TXD (*Transmit Data*), RXD (*Receive Data*), $\overline{INT0}$ (*Interrupt 0*), $\overline{INT1}$ (*Interrupt 1*), T0 (*Timer 0*), T1 (*Timer 1*), \overline{WR} (*Write*), \overline{RD} (*Read*).
- Pin 18 dan 19 (XTAL₁ dan XTAL₂), merupakan saluran untuk mengatur pewaktuan sistem. Pewaktuan dapat menggunakan pewaktuan internal maupun eksternal.
- Pin 20 V_{SS}, merupakan hubungan ke *ground* dari rangkaian.
- Port 2 (Pin 21..28), merupakan saluran masukan/keluaran dua arah.
- Pin 29 \overline{PSEN} (*Program Store Enable*), merupakan sinyal baca untuk mengaktifkan memori program eksternal.
- Pin 30 $\overline{ALE}/\overline{PROG}$ (*Address Latch Enable*), merupakan pulsa yang berfungsi untuk menahan alamat rendah (A0-A7) dalam *port 0*, selama proses baca/tulis memori eksternal. Frekuensi ALE adalah $\frac{1}{6}$ kali frekuensi osilator, dan dapat digunakan sebagai pewaktu. Pin ini juga berfungsi sebagai saluran program selama dilakukan pemrograman jika menggunakan memori program internal.
- Pin 31 \overline{EA}/VPP (*External Access Enable*), untuk mengatur penggunaan memori program eksternal dan internal. Pin ini harus dihubungkan dengan *ground* bila

menggunakan memori program eksternal dan dihubungkan dengan VPP sebesar 12 volt jika menggunakan memori program eksternal.

- Port 0 (Pin 32..39), merupakan saluran masukan/keluaran *open drain*.
- Pin 40 V_{CC}, merupakan saluran masukan untuk catu daya positif sebesar 5 volt DC dengan toleransi lebih kurang 10%.

2.3.2 Arsitektur MCU AT89S8252

Mikrokontroler AT89S8252 terdiri dari sebuah *central processing unit* (CPU), dua jenis memori yaitu memori data (RAM) dan memori program (ROM), port masukan/keluaran dengan *programmable* pin secara *independent* dan register-register mode, status, internal *timer* dan *counter*, *serial communication* serta logika random yang diperlukan oleh berbagai fungsi peripheral. Arsitektur MCU AT89S8252 ditunjukkan pada Gambar 2.6.

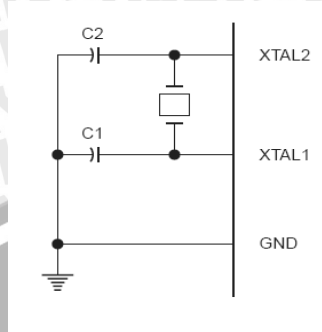


Gambar 2.6 Arsitektur AT89S8252
 Sumber: Mikrokontroler *Hand Book*: 2

2.3.3 Osilator

Mikrokontroler AT89S8252 memiliki osilator internal (*on chip osilator*) yang dapat digunakan sebagai pewaktuan (*clock*) bagi CPU. Untuk menggunakan internal osilator diperlukan sebuah kristal atau resonator keramik antara pin XTAL 1 dan pin XTAL 2 dan

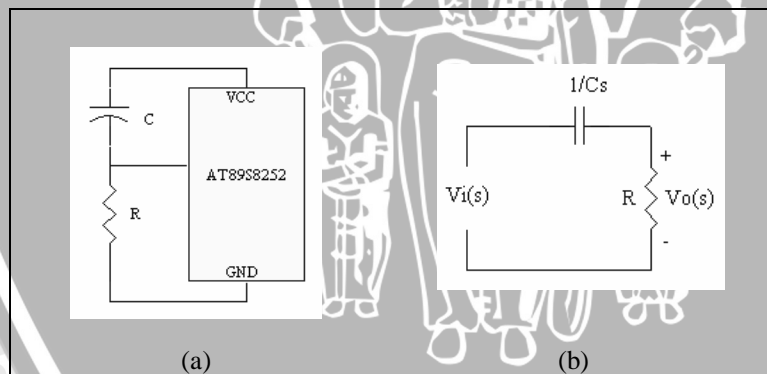
sebuah kapasitor ke *ground*. Untuk kristalnya dapat digunakan dengan frekuensi dari 3 sampai 24 MHz. Kapasitor yang diperlukan untuk penggunaan osilator kristal adalah antara 27pF sampai dengan 33pF. Rangkaian osilator ditunjukkan pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Osilator Eksternal
 Sumber: ATMEL Data Sheet, 2003: 11

2.3.4 Reset

Rangkaian *power on reset* diperlukan untuk mereset mikrokontroler secara otomatis setiap catu daya *on*. Gambar 2.8. menunjukkan rangkaian *power on reset*. Ketika catu daya diaktifkan, rangkaian *reset* menahan logika tinggi pin RST dengan jangka waktu yang ditentukan oleh besarnya pengisian muatan C, yang mana nilai jangka waktunya dihitung dengan Persamaan 2.1.



Gambar 2.8 (a) Rangkaian *power on reset* (b) Rangkaian ekivalen *power on reset*
 Sumber: Atmel, 1997: 2-63

Dari rangkaian ekivalen pada Gambar 2.8 (b), didapat persamaan:

$$V_o(s) = \frac{R}{R + \frac{1}{Cs}} \cdot V_i(s) = \frac{RCs}{RCs + 1} \cdot V_i(s) \quad (2.1)$$

V_i adalah tegangan V_{cc} yaitu 5V, dalam fungsi *Laplace* adalah $5/s$

$$V_o = \frac{RCs}{RCs + 1} \cdot \frac{5}{s} = \frac{RC}{RCs + 1} \cdot 5 = 5 \cdot \left(\frac{1}{s + \frac{1}{RC}} \right)$$

$$V_o = 5 \cdot e^{-\left(\frac{t}{RC}\right)} \quad (2.2)$$

$$\frac{5}{V_o(t)} = e^{\frac{t}{RC}}$$

$$\ln\left(\frac{5}{V_o}\right) = \frac{t}{RC}$$

Maka:

$$t = R \cdot C \cdot \left(\ln \frac{5}{V_o} \right) \quad \text{atau} \quad t = R \cdot C \cdot \frac{\left(\log \frac{5}{V_o} \right)}{\log e} \quad (2.3)$$

V_o adalah tegangan logika nominal yang diijinkan oleh pin RST

$$V_o = 0,7 \times V_{cc} = 0,7 \times 5 \text{ Volt} = 3,5 \text{ Volt.}$$

Maka:

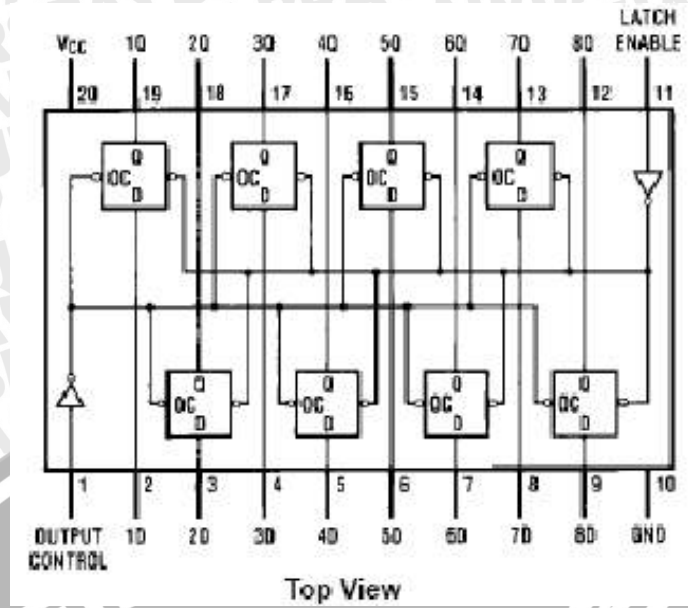
$$t = R \cdot C \cdot \frac{\left(\log \frac{5}{3,5} \right)}{\log e}$$

$$t = 0,357 \cdot R \cdot C \quad (2.4)$$

Untuk memastikan keabsahan *reset*, logika tinggi harus ditahan lebih dari 2 siklus mesin (24 periode osilator).

2.4 74HC573

IC tipe ini merupakan suatu IC yang digunakan untuk aplikasi yang membutuhkan *latching*. *Latching* adalah suatu fungsi untuk memberikan nilai tertentu pada pin-pin yang telah ada, kemudian nilai tersebut ditahan sampai waktu yang telah ditentukan. Berikut ini adalah gambar IC 74HC573 dan tabel kebenarannya. Rangkaian skematik 74HC573 ditunjukkan pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Gambar schematic IC 74HC573
 Sumber: Fairchild Semiconductor, *MM74HC673 Datasheet*.

Tabel 2.4 Tabel Kebenaran IC 74HC573

Output Control	Latch Enable	Data	Output
L	H	H	H
L	H	L	L
L	L	X	Q ₀
H	X	X	Z

Sumber: Fairchild Semiconductor, *MM74HC673 Datasheet*.

Data *input* dimasukkan ke pin 1D sampai 8D, lalu keluarannya ialah pada pin 1Q sampai 8Q. Kemudian ada dua pin penting pada IC ini, yaitu pin *output control* (pin 1) dan pin *latch enable* (pin 11). Kedua pin ini berstatus *active low*. Ketika pin *output control* diberikan logika 0, maka semua data yang masuk di *input* D akan dapat dikeluarkan ke *output* Q. jika pin *output control* ini diberikan logika 1, maka data yang masuk pada *input* D tidak akan dikeluarkan di *output* Q. Jadi, seolah-olah ada pagar pemisah antara pin-pin *input* D dengan pin-pin *output* Q.

Pin *latch enable* digunakan untuk mengendalikan data keluaran pada pin-pin Q. Jika pin *latch enable* diberi logika 0, maka data yang ada pada pin-pin Q akan ditahan. Ketika pin-pin D diberi data baru, maka data yang baru tersebut tidak akan keluar pada pin-pin Q karena masih mempertahankan data yang lama. Jika pin *latch enable* diberi logika 1, maka



data tidak akan ditahan pada pin Q. data yang masuk di pin D akan selalu sama dengan data pada pin-pin Q. Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.4.

2.5 DAC 0800

Dalam bidang Elektronika, digital-to-analog converter (DAC atau D/A) adalah sebuah piranti untuk mengubah sebuah masukan digital (umumnya adalah biner) menjadi sebuah sinyal analog (arus, tegangan atau muatan elektrik). DAC adalah penghubung antara rangkaian digital dengan rangkaian analog. DAC pada dasarnya mengkonversi masukan (berupa bilangan biner) ke dalam suatu besaran fisik, biasanya berupa tegangan suatu tegangan listrik. Pada umumnya tegangan keluaran adalah suatu fungsi linear dari sejumlah masukan. Kebanyakan sistem menerima suatu kata digital sebagai sinyal masuk dan menterjemahkan atau mengubahnya menjadi tegangan atau arus analog. Kata digital biasanya dinyatakan dalam berbagai kode, yang paling umum adalah biner murni atau disebut BCD (Binary Coded Decimal)

2.5.1 Spesifikasi DAC

Terdapat beberapa spesifikasi dari DAC, yaitu diantaranya :

Resolusi : perubahan keluaran terkecil. Resolusi pada sebuah DAC ini dapat dianggap sebagai kesalahan kuantisasi. Semakin banyak bit yang mengkode sinyal, maka kesalahan kuantisasi ini dapat direduksi. Kesalahan kuantisasi secara umum adalah sebesar kurang lebih $\frac{1}{2}$ LSB. Perumusan resolusi secara umum adalah sebagai berikut :

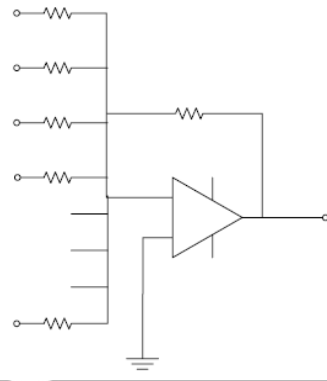
$$\begin{aligned}\% \text{ resolusi} &= (1/\text{jumlah step total}) \times 100\% \\ &= (1/(2^n - 1)) \times 100\%\end{aligned}$$

dengan n = jumlah bit

Akurasi : keakuratan sebuah DAC sama sekali tidak tergantung pada resolusi, tetapi tergantung pada keakuratan komponen-komponen penyusunnya, seperti komparator, resistor dan level amplifiernya. spesifikasi kesalahan 0,1 % F.S mempunyai arti hasil konversi berbeda sebesar 0,01% F.S dari yang seharusnya.

Waktu konversi : spesifikasi ini sangat penting jika bandwidth sinyal *input* merupakan hal yang sangat signifikan

Tegangan keluaran yang dihasilkan DAC sebanding dengan nilai digital yang masuk ke dalam DAC. Pada Gambar 2.10 ditunjukkan contoh sederhana DAC - N-bit.



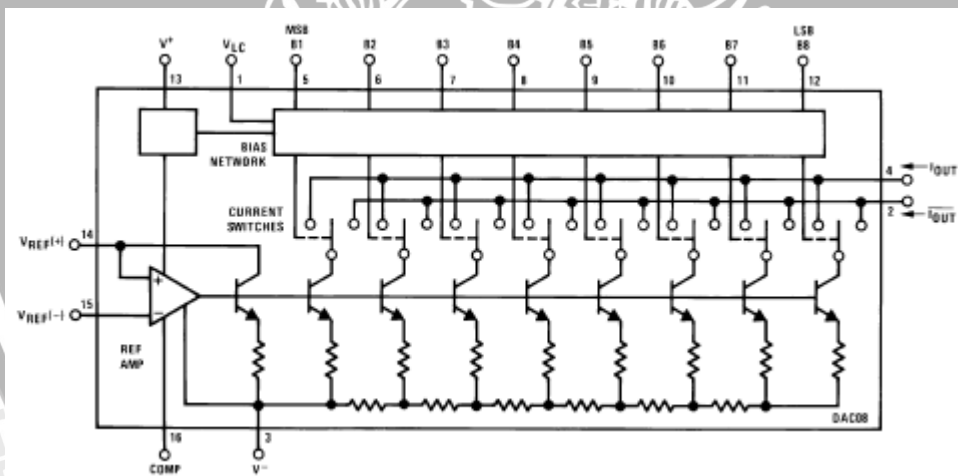
Gambar 2.10 Rangkaian Sederhana DAC -N-Bit

Tegangan Keluaran dari rangkaian diatas adalah:

$$\begin{aligned}
 V_O &= -R_f \left(\frac{b_1 V_{REF}}{R} + \frac{b_2 V_{REF}}{2R} + \frac{b_3 V_{REF}}{4R} + \dots + \frac{b_N V_{REF}}{2^{N-1} R} \right) \\
 &= -2 \frac{R_f}{R} V_{REF} \left(\frac{b_1}{2} + \frac{b_2}{4} + \frac{b_3}{8} + \dots + \frac{b_N}{2^N} \right) \quad (2.5)
 \end{aligned}$$

Dengan b_1 sebagai MSB, b_N sebagai LSN, dan V_{REF} adalah tegangan sinyal digital

2.5.2 Konfigurasi PIN DAC 0800



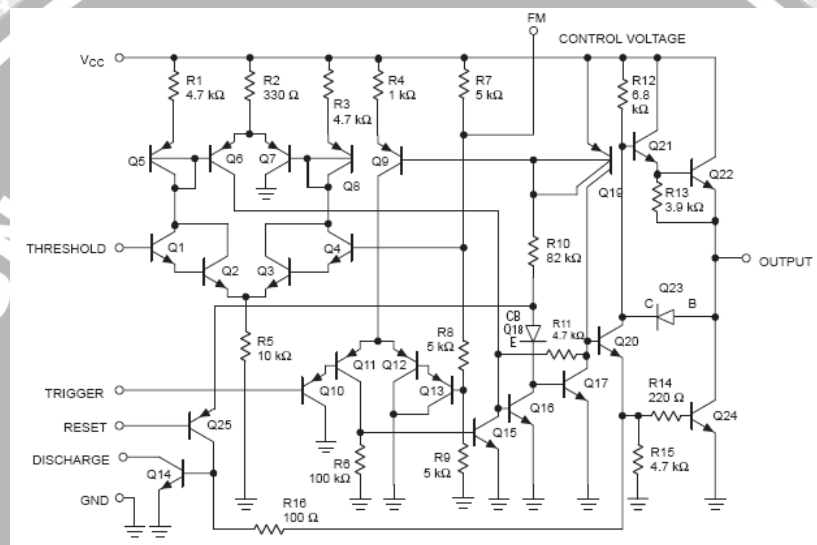
Gambar 2.11 Gambar schematic DAC0800
 Sumber: National Semiconductor, *DAC0800 Datasheet*.

- B₁-B₈ merupakan jalur *input* data bagi sinyal digital yang akan dikonversikan menjadi sinyal analog.
- V_{Ref+} dan V_{Ref-} adalah masukan tegangan referensi
- I_{out} dan I_{out} merupakan keluaran yang menghasilkan siny analog sesuai dengan hasil konversi
- COMP adalah terminal kompensasi kapasitor

- V_{LC} merupakan masukan untuk mengatur tegangan ambang V_{th} (Threshold Voltage).

2.6 IC 555

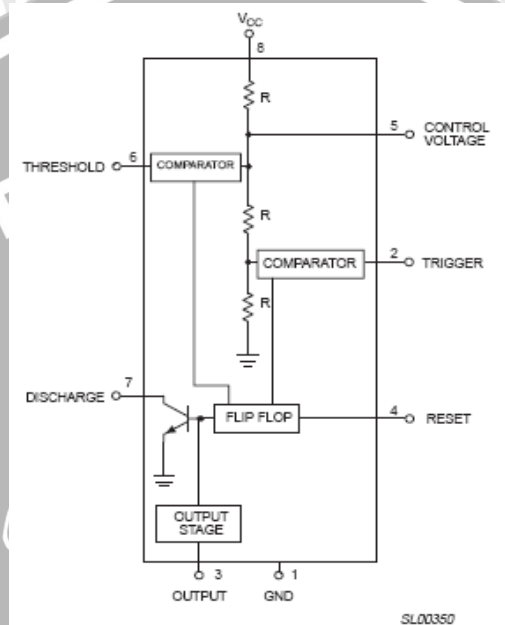
IC 555 merupakan pewaktu (timer) yang sangat serbaguna sehingga dapat dipakai untuk berbagai penerapan. Dengan menambahkan beberapa resistor dan kapasitor, IC ini dapat berfungsi sebagai multivibrator, picu scimit, untuk modulasi lebar pulsa dan penundaan waktu (time delay) pulsa. Rangkaian skematik IC 555 ditunjukkan pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12 Gambar *schematic* IC555
Sumber: Philips Semiconductors, *SE555 Datasheet*.

IC ini pertama kali diperkenalkan oleh *signetics corporation* sebagai SE555/NE555 dan disebut “*The IC Time Machine*” yang merupakan mesin timer pertama dan dikomersialkan. Sampai saat ini, sudah berpuluh-puluh tahun, IC ini masih tetap populer walaupun sudah banyak variasinya. Ada yang membuat versi CMOS nya, contohnya dari Motorola MC1455 yang cukup populer juga karena sering digunakan. Seperti yang kita ketahui bahwa rangkaian dengan transistor berteknologi CMOS sangat sedikit dalam hal konsumsi daya, dengan kata lain tidak boros energy, selain itu CMOS juga lebih cepat dalam hal switching dari high ke low dan juga sebaliknya (responsenya cepat, secara logika rangkaian tidak ada time constant). Selain NE555, saat ini banyak dipasaran adalah dari National yaitu LM555. Adapun 556 yang merupakan versi dual dari 555. Kalau pada 555 terdapat 8-pin dalam packagenya, 556 tampil dengan 14-pin. Akan tetapi IC556 ini tidak mudah untuk didapatkan. Toko komponen elektronik berskala kecil biasanya tidak menyimpan stok IC yang satu ini.

Fungsi dari IC555 bisa bermacam-macam, karena dapat menghasilkan sinyal pendetak/sinyal kotak. Tergantung kreativitas saja untuk merangkainya, beberapa diantaranya adalah sebagai clock untuk jam digital, hiasan menggunakan lampu LED, menyalakan 7-segment dengan rangkaian astable, metronome dalam industry music, timer counter, atau dengan lebih dalam mengutak-atik lagi dapat memberikan PWM (*pulse width modulation*) yang mengatur frekuensi sinyal logika high untuk mengatur *duty cycle* yang diinginkan.



Gambar 2.13 Diagram blok IC 555

Sumber: Philips Semiconductors, *SE555 Datasheet*.

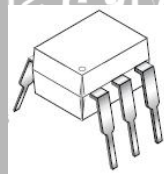
Definisi dan fungsi masing-masing pin :

- Pin 1 : Ground, adalah pin input dari sumber tegangan DC paling negative
- Pin 2 : Trigger, input negative dari lower komparator (komparator B) yang menjaga osilasi tegangan terendah kapasitor di $\frac{1}{3}V_{cc}$ dan mengatur RS flip-flop
- Pin 3 : Output, pin ini disambungkan ke beban yang akan diberi pulsa dari keluaran IC ini. IC555 bisa mengeluarkan arus 100mA pada outputnya bahkan 200mA pada LM555
- Pin 4 : Reset, adalah pin yang berfungsi untuk me reset latch didalam IC yang akan berpengaruh untuk me-reset kerja IC. Pin ini tersambung ke suatu gate transistor bertipe PNP, jadi transistor akan aktif jika diberi logika low. Biasanya pin ini langsung dihubungkan ke Vcc agar tidak terjadi reset latch, yang akan langsung berpengaruh mengulang kerja IC555 dari keadaan low state

- Pin 5: Control voltage, pin ini berfungsi untuk mengatur kestabilan tegangan referensi input negative upper comparator (komparator A). pin ini bisa dibiarkan digantung, tetapi untuk menjamin kestabilan referensi komparator A, biasanya dihubungkan dengan kapasitor berorde sekitar 10nF ke pin ground. Dalam datasheet disebutkan jika komponen dirangkaian dengan mode monostable dan ditrigger secara kontinyu, maka lebar pulsa kuluaran dapat diatur sesuai dengan tegangan masukan pada pin 5.
- Pin 6: Threshold, pin ini terhubung ke input positif *upper comparator* (komparator A) yang akan me-reset RS flip-flop ketika tegangan pada kapasitor mulai melebihi $\frac{2}{3}V_{cc}$
- Pin 7: Discharge, pin ini terhubung ke *open collector* transistor Q1 yang emittarnya terhubung ke ground. Switching transistor ini berfungsi untuk meng-clamp node yang sesuai ke ground pada timing tertentu
- Pin 8: Vcc, pin ini untuk menerima supply DC voltage (most positive) yang diberikan. Biasanya akan bekerja optimal jika diberi 5 –15V(maksimum). supply arusnya dapat dilihat di datasheet, yaitu sekitar 10 -15mA.

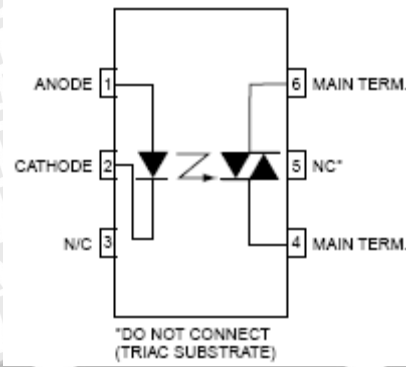
2.7 MOC3021

MOC3021 terbuat dari LED infra merah yang berbahan galium arsenide diman secara optikal menghubungkan saklar silikon yang berfungsi sebagai *triac driver*. Optoisolator ini dapat bekerja pada tegangan 400Volt. Aplikasi optoisolator yang disarankan oleh pabriknya adalah sebagai kontrol solenoide, *interface* antara mikrokontroler dengan aplikasi tegangan 115V_{AC}– 220V_{AC}, kontrol motor, saklar *relay* elektronik, dan *dimmer* lampu bolam.



Gambar 2.14 Bentuk Fisik MOC3021

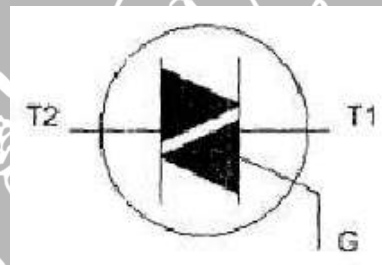
Bentuk rangkaian dalam dari *optoisolator* ini dapat dilihat pada Gambar 2.14, terlihat adanya jarak yang berfungsi sebagai pengaman agar bagian yang dialiri tegangan tinggi tidak bisa meloncat ke bagian yang terhubung dengan tegangan rendah, sehingga bagian pengontrol aman dan terisolasi dari tegangan tinggi yang dikontrolnya. Rangkaian skematik MOC3021 ditunjukkan pada Gambar 2.15.



Gambar 2.15 Rangkaian dalam MOC3021

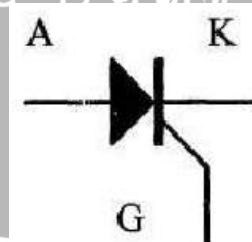
2.8 Triac

Triac merupakan piranti 3 terminal yang digunakan untuk mengontrol aliran arus rata-rata pada sebuah beban. Triac berbeda dengan SCR atau Thyristor. Karena triac dapat mengalirkan arus secara 2 arah.



Gambar 2.16 Simbol TRIAC

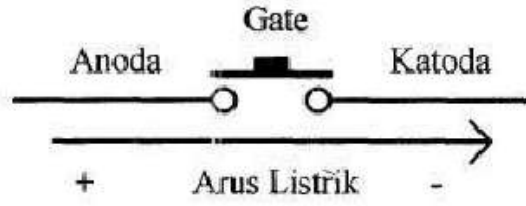
Untuk mengetahui cara kerja *triac*, akan dijelaskan SCR terlebih dahulu, karena pada dasarnya *triac* adalah SCR yang dipasang bolak-balik. SCR adalah komponen yang mempunyai tiga terminal, yaitu Anoda (A), Katoda (K) dan Gate (G). SCR digunakan untuk mengontrol sebuah beban yang memiliki arus tinggi.



Gambar 2.17 Simbol SCR

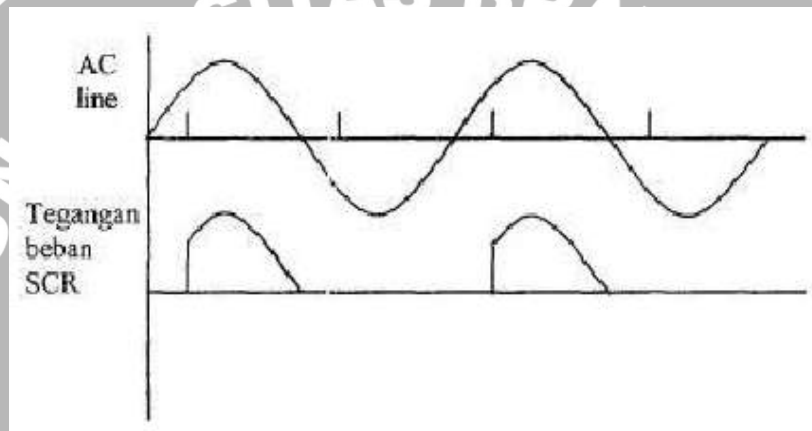
SCR beroperasi seperti sebuah saklar dengan *gate* sebagai pengontrol. ketika *gate* ter-trigger, yang menyebabkan SCR menjadi *on*, maka terdapat aliran arus listrik dari anoda menuju katoda. Nilai resistansi antara anoda dan katoda menjadi kecil sehingga arus listrik dapat melewatinya.





Gambar 2.18 Gambaran SCR Sebagai Saklar

SCR digambarkan seperti gambar diatas dengan penekanan sebuah saklar, maka aliran listrik akan mengalir. Ketika SCR *off* maka seperti saklar terbuka (*open loop*). SCR hanya dapat bergerak satu arah saja (*forward biased*). Apabila SCR diberikan sebuah tegangan negatif (*reverse biased*), maka SCR akan *off*.



Gambar 2.19 Hasil *Trigger* SCR

Pada Gambar 2.18, dapat dilihat pada saat *AC line* positif kemudian *gate* SCR di-*trigger*, SCR akan *on* sehingga arus listrik akan mengalir ke beban dan tegangan pada beban terlihat seperti gambar. Sedangkan saat *AC line* negatif, walaupun *gate* SCR di-*trigger* maka SCR tetap pada kondisi *off* sehingga tidak ada arus mengalir ke beban dan tegangan beban menjadi nol seperti terlihat pada Gambar 2.19.

2.9 Lampu Pijar

Bola lampu, bohlam atau lampu pijar adalah sumber cahaya buatan yang dihasilkan melalui penyaluran arus listrik melalui filamen yang kemudian memanaskan dan menghasilkan foton. Kaca yang menyelubungi filamen panas tersebut menghalangi oksigen di udara dari berhubungan dengannya sehingga filamen tidak akan langsung rusak akibat teroksidasi.

Cahaya lampu pijar dibangkitkan dengan mengalirkan arus listrik dalam suatu kawat halus. dalam kawat ini energi listrik diubah menjadi energi panas dan cahaya. arus listrik

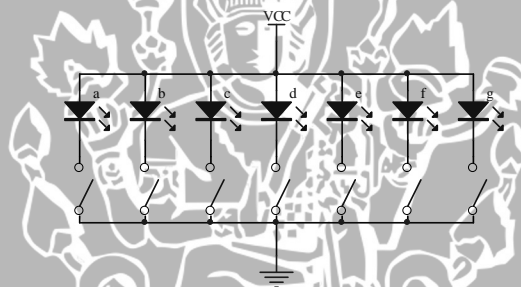


dalam kawat pijar ialah gerakan electron-elektron bebas. karena gerakan electron-elektron ini terjadi benturan-benturan dengan electron-elektron yang terikat pada inti atom.

Salah satu kelebihan bola lampu adalah dapat dihasilkannya bola lampu dalam berbagai besar voltase, dari puluhan hingga ratusan volt, namun karena jumlah listrik yang diperlukan bola lampu untuk menghasilkan cahaya yang terang lebih besar dibandingkan dengan sumber cahaya buatan lainnya, maka secara bertahap bola lampu mulai digantikan lampu neon, LED, dan lain-lain.

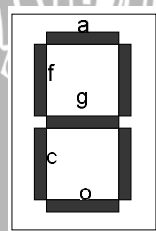
2.10 Seven Segment

Komponen ini adalah terdiri dari led yang disusun dan dikemas dalam satu bentuk komponen. Jumlah lednya sebanyak tujuh buah yang biasanya diurutkan mulai dari atas ke bawah dengan huruf a, b, c, d, e, f, g. *Seven segment* ada dua macam, yaitu *common anoda* dan *common katoda*. *Common anoda* adalah satu segmen atau satu led itu akan menyala jika diberi masukan *ground*, sedangkan *common katoda* adalah kebalikannya.



Gambar 2.20 Asumsi Rangkaian 7-segmen

Sumber: Hariyadi Singgih, S.T., "Elektronika Digital I", Buku Ajar, Politeknik Negeri Malang, 2005, halaman 72.



Gambar 2.21 Pola 7-segmen

Sumber: Hariyadi Singgih, S.T., "Elektronika Digital I", Buku Ajar, Politeknik Negeri Malang, 2005, halaman 73.