

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Dasar Penelitian

Perkembangan sistem komunikasi saat ini sangat pesat, dimana setiap sistem dirancang dan dibuat dengan prinsip informasi dapat dikirim dan diterima dengan cepat dan tepat. Namun permasalahan terbesar ketika sarana komunikasi yang dimiliki sangat terbatas namun pengguna sistem banyak. Oleh karena itu perlunya pengembangan sistem. Saat ini untuk melakukan pencabangan (pensaklaran) telepon hanya menggunakan sistem paralel (pensaklaran) biasa dengan menggunakan operator untuk mengangkat telepon dan menyalurkan ke tujuan penelpon. Dengan sistem ini tentu sangat tidak efisien, dikarenakan perlunya waktu yang lama untuk terhubung pada tujuan penelpon serta perlunya operator untuk mengangkat telepon.

Permasalahan diatas sudah dapat diatasi dengan menggunakan sistem PABX (*Privat Automatic Branch Exchange*) namun harga sistem ini masih sangat mahal sehingga hanya instansi dan perusahaan tertentu yang dapat menggunakan sistem ini. Disamping pertimbangan harga sistem PABX ini bekerja dengan menggunakan catu daya dari PT. Telkom sehingga ketika terjadi gangguan pada PT. Telkom sistem ini tidak dapat berfungsi.

Dengan banyaknya permasalahan diatas, maka diperlukan suatu penelitian baru guna mengatasi masalah diatas. Dimana perancangan yang akan dibuat dengan melihat kebutuhan masyarakat dan sasaran dari penggunaan sistem ini.

Dalam penelitian ini yaitu “Merancang Saluran Otomatis Telepon Pada Rumah Kost Dilengkapi Mesin Penjawab Untuk Aplikasi 8 Kanal” dapat mengatasi permasalahan yang ada. Dengan sistem ini seluruh sistem bersifat otomatis serta sistem dilengkapi dengan unit suara untuk memberitahu nomor ekstensi yang harus ditekan serta sistem ini hanya dirancang untuk penerimaan telepon dari luar dan berkomunikasi antar kamar (ruangan). Sehingga sangat baik digunakan pada rumah kost.

2.2 Pesawat Telepon Sistem DTMF

Pesawat telepon yang menggunakan metode *Dual Tone Multiple Frequency* (DTMF) berfungsi untuk mengirimkan kode pin, nomor telepon yang dituju dan pilihan-pilihan kepada sentral dapat digunakan bila sentral dilengkapi dengan rangkaian pendeteksi nada-nada tersebut. Pesawat telepon DTMF dilengkapi dengan *keypad* 16 tombol yang diwakili 0 hingga 9, A hingga D dan tombol # dan *. Menekan satu tombol menyebabkan rangkaian elektronik membangkitkan kombinasi dua buah nada dari dua buah frekuensi (frekuensi rendah dan tinggi).

Kombinasi dua buah frekuensi (frekuensi rendah dan tinggi) sudah merupakan ketentuan, sehingga dengan adanya ketentuan ini maka alat komunikasi khususnya yang menggunakan nada DTMF dapat digunakan walaupun jenis alat yang digunakan berbeda. Satu nada frekuensi rendah untuk tiap baris dan satu nada frekuensi tinggi untuk tiap kolom. Seperti tampak pada table 2.1, nada ini bisa menghasilkan 16 kombinasi.

Tabel 2.1 Frekuensi DTMF

		Frekuensi Tinggi (High Frequencies)			
		1209 Hz	1336 Hz	1477 Hz	1633 Hz
Frekuensi Rendah (Low Frequencies)	679 Hz	1	2	3	A
	770 Hz	4	5	6	B
	852 Hz	7	8	9	C
	941 Hz	*	0	#	D

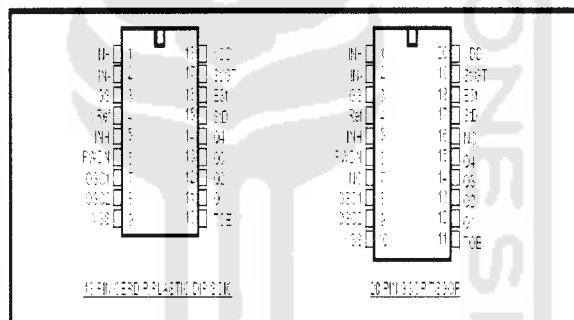
2.3 IC MT8870

Merupakan salah satu tipe IC DTMF (*Dual Tone Multiple Frequency*) yang berfungsi menghasilkan sinyal 4 bit yang menggambarkan karakter yang dikirim melalui sinyal DTMF. Kombinasi yang dihasilkan dapat dilihat pada tabel 2.1.

Untuk menghasilkan sebuah penerimaan sinyal DTMF yang lengkap, maka pada IC ini dilengkapi dengan filter yang memisahkan sinyal nada rendah dengan sinyal nada tinggi yang diperoleh dengan sistem algoritma kompleks. Hal ini digunakan dengan menggunakan teknik perhitungan digital untuk mendeteksi fungsi sinyal yang masuk dan apakah sinyal tersebut sudah sesuai dengan sinyal DTMF yang standar. Bila sinyal kelompok tinggi dan sinyal kelompok rendah masuk secara bersama-sama maka sebuah *flag test* (berlogika tinggi) akan dihasilkan oleh *flag* tersebut yang berfungsi untuk menentukan data.

MT8870 mempunyai rangkaian dalam yang cukup lengkap yang menghubungkan *bandsplit* filter dan fungsi *detector* digital, dengan demikian komponen luar yang diperlukan menjadi lebih sedikit yang hanya merupakan perlengkapan dari chip tersebut.

Berikut gambar IC MT8870 dan konfigurasi pin-nya ditunjukkan dalam gambar 2.1. IC ini buatan Mitel yang mempunyai fasilitas lengkap sebagai sebuah piranti penerjemah isyarat DTMF. Adapun hasil pengkodean isyarat DTMF ini keluar dari pin 11 sampai pin 14 (D0 – D4).



Gambar 2.1 Pin MT8870

2.4 Uraian Fungsi (*Deskripsi Fungsional*)

Pesawat penerima DTMF MT 8870D/ MT 8870D-1 memiliki ukuran yang kecil, konsumsi daya yang hemat, namun unjuk kerjanya tinggi. Bangun pesawat ini terdiri dari bagian *bandsplit* filter, yang memisahkan *groung tone* yang tinggi dan rendah, bagian *counting digital* (digital hitung) untuk memeriksa frekuensi dan durasi (lama) *tone* yang diterima sebelum melewati kode yang bersangkutan ke output bus.

2.4.1 Bagian Filter

Pada bagian filter ini filter berfungsi memisahkan nada kelompok rendah (*low group*) dan kelompok tinggi (*high group*) diterima dengan menerapkan sinyal DTMF pada input dari *sixth-order switched capacitor* bandpass filter, dimana *bandwidth* berhubungan dengan frekuensi kelompok rendah dan tinggi. Bagian filter juga mencakup *notch* pada 350 sampai 440 Hz untuk penolakan *dial tone* yang tidak bias. Tiap-tiap *filter output* diikuti dengan satu bagian *older switched capacitor* yang memperhalus sinyal-sinyal sebelum pembatas (*limiting*). *Limiting* dilakukan dengan *hysteresis* guna mendeteksi sinyal-sinyal derajat rendah yang tidak dikehendaki. Output komparator memberikan *full rail logic swing* pada frekuensi sinyal DTMF yang datang.

2.4.2 Bagian Dekoder

Setelah bagian filter yaitu sebuah *decoder* yang menggunakan teknik *digital counting* untuk menentukan frekuensi nada yang datang dan memeriksa bahwa tone-tone tersebut berhubungan dengan frekuensi DTMF standar. Algoritma rata-rata dibuat untuk memastikan suatu kombinasi optimum imunitas *talk-off* dan toleransi akan hadirnya sejumlah frekuensi pengganggu (*tone* ketiga) serta *noise* (bising). Ketika *detector* mengenali datangnya dua *tone* yang valid (yang disebut sebagai “kondisi sinyal” pada beberapa spesifikasi industri), maka output “*Early Steering*” (Est) akan menuju pada suatu keadaan aktif (*active state*). Hilangnya kondisi sinyal selanjutnya akan mengakibatkan Est menganggap suatu keadaan tidak aktif/ *inactive state*.

2.4.3 Steering Circuit

Steering circuit berfungsi untuk mendeteksi sinyal DTMF yang masuk pada *steering logic*, sebelum registrasi suatu pasangan *tone* yang di-*decode* (*decoded tone pair*), penerima memeriksa suatu durasi sinyal yang valid (yang disebut sebagai pengenalan karakter/ *character recognition condition*). Pengecekan ini dilakukan dengan suatu konstanta waktu RC eksternal dengan Est. Tingginya logika pada Est mengakibatkan Vc naik sebagai *capacitor discharge*. Asalkan kondisi sinyal terpelihara (Est tetap tinggi) selama periode validasi (tGTP), maka Vc mencapai ambang (VTSt) *steering logic* untuk melakukan registrasi *tone pair*, yang mengunci (*latching*) kode 4-bit selanjutnya menjadi *output latch*. Pada titik ini, output GT diaktifkan dan mendorong Vc ke V. GT terus mendorong (*drive*) tinggi selama Est tetap tinggi.

Setelah suatu *short delay* yang memungkinkan *output latch* tetap, *steering output flag* (StD) yang tertunda (*delayed*) tetap tinggi yang menunjukkan bahwa sepasang *tone* yang diterima telah ter-registrasi. Isi *output latch* tersedia pada output bus 4-bit dengan menaikkan tiga *state control input* (TOE) pada *logic* yang tinggi. *Steering circuit* sebaliknya berfungsi memvalidkan *interdigit pause* antar sinyal,. Sehingga, selain menolak sinyal-sinyal yang terlalu pendek dan dianggap valid, penerima akan mentoleransi instruksi sinyal (*dropout*) yang terlalu pendek dianggap sebagai *valid pause*. Fasilitas ini, bersama dengan kemampuan memilih konstanta *timer steering* eksternal, memungkinkan perancang menentukan unjuk kerja guna memenuhi berbagai ragam persyaratan sistem.

2.4.4 Mode *Power Down*

Power down berfungsi untuk menurunkan tegangan dan menghalangi osilator. Suatu *logic* tinggi yang digunakan untuk pin 6 (PWDN) akan mematikan daya piranti tersebut guna mengurangi konsumsi daya pada *mode standby*. Osilator dan fungsi filter akan berhenti.

Mode inhibit akan dihidupkan oleh suatu *input logic* tinggi untuk pin 5 (INH). Mode ini menghambat deteksi *tone* yang menunjukkan karakter A, B, C, dan D. Kode output akan tetap sama seperti kode yang terdeteksi sebelumnya.

2.4.5 Konfigurasi Input Diferensial

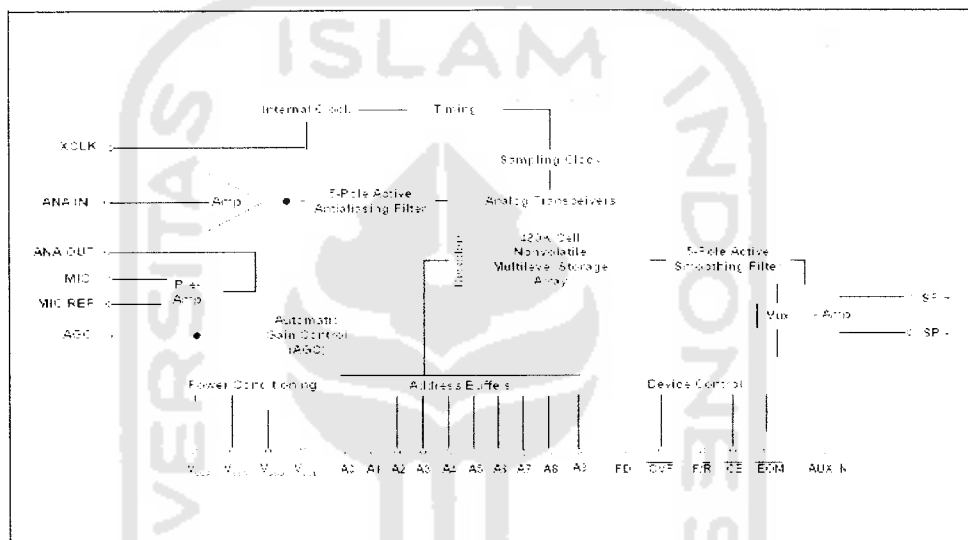
Susunan input MT8870D-1 menyediakan operasional input diferensial maupun sumber bias (VRef) yang digunakan untuk membiaskan input pada *mid-rail*.

2.4.6 Osilator Kristal

Osilator kristal berfungsi sebagai masukan klok dan keluaran klok sirkuit internal klok dilengkapi dengan penambahan kerystal eksternal 3,579545 MH dan biasanya tersambung (*single ended input configuration*). Kendati demikian, konfigurasi beberapa piranti MT8870D-1 dapat dilakukan dengan hanya menggunakan sebuah osilator tunggal. Output osilator dari piranti pertama pada *chain* tersebut ditambah melalui suatu kapasitor 30 pF ke osilator input (OSCI) dari piranti selanjutnya. Piranti selanjutnya terhubung dengan cara yang sama. Masalah *unbalanced loading* (ketidakseimbangan muatan) tidak terkait dengan susunan yang ditampilkan, yakni tidak diperlukannya kapasitor penyeimbang kecepatan (*precision balancing capacitor*).

2.5 ISD 2560

Komponen CMOS yang telah memiliki *on-chip* osilator, *microphone amplifier*, *automatic gain control*, *anti aliasing filter*, *smoothing filter*, *speaker amplifier* dan ISD250 sangat kompatibel dengan mikroprosesor. Hasil rekaman suara atau sinyal audio disimpan pada *on board non volatile memory cells*.



Gambar 2.2 Blok Diagram ISD2500

2.5.1 Karakteristik

- Mudah digunakan untuk perekaman suara dan *playback*.
- Single chip* dengan durasi sampai 60 detik.
- Dapat dioperasikan secara manual *switch* atau *compatible* dengan mikrokontroler.
- Memiliki *address* yang banyak untuk menangani pesan yang banyak.
- Penyimpanan pesan dapat bertahan lama.
- Dapat ditulis ulang hingga 100.000 kali (*typical*)

g. *Power supply* +5 V

2.5.2 Kualitas Suara

ISD2500 menyediakan frekuensi 5,3; 6,4; 8,0; 10,6 kHz untuk *sampling frequency* sehingga *user* dapat memilih kualitas dari suara yang dihasilkan. *Sample* suara disimpan secara langsung pada *on-board non volatile memory cells* tanpa proses digitalisasi dan proses kompresi dengan metode secara langsung ini menghasilkan reproduksi yang sangat alamiah.

2.5.3 Durasi

Untuk memenuhi kebutuhan system maka ISD2500 menawarkan solusi pada 45, 60, 75, 90 dan 120 detik untuk durasi perekaman suara.

2.5.4 Penyimpanan EEPROM

Salah satu keuntungan pemakaian ISD2500 adalah metode penyimpanan secara langsung pada *on-board non volatile memory cell* menyediakan penyimpanan tanpa penggunaan sumber daya (*zero-power message storage*) membuat pesan dapat bertahan 100 tahun tanpa *power* dan dapat direkam sampai 100.000 kali.

2.5.5 Antar Muka Mikrokontroler

Untuk mempermudah pemakaian ISD2500 menyediakan semua antar muka (*interface*) yang dibutuhkan untuk aplikasi yang berbasis mikrokontroler. Alamat dan jalur control dapat dihubungkan dengan mikrokontroler untuk menjalankan berbagai fungsi, dalam hal ini digunakan untuk pengaturan pesan.

2.5.6 Pemrograman

ISD2500 sangat ideal untuk aplikasi *playback-only*, dimana beberapa pesan yang disimpan dapat direferensikan dengan tombol, saklar (*switches*) atau mikrokontroler. Setelah konfigurasi pesan yang diinginkan dibuat maka penduplikasian dapat dengan mudah dilakukan dengan menggunakan ISD programmer.

2.5.7 Deskripsi ISD2500

2.5.7.1 Microphone Input (MIC)

Microphone input mengirimkan sinyal yang diterima pada *on-chip preamplifier*. Sebuah rangkaian *automatic gain control* (AGC) mengontrol *gain* dari *preamplifier* ini dari 15 dB ke 14 dB. Sebuah *microphone* eksternal harus dikopel AC apabila akan dihubungkan dengan pin ini via kapasitor yang dihubungkan seri. Nilai kapasitor dan resistansi internal pada pin ini menentukan *low frequency cut off passband* pada ISD2500.

2.5.7.2 Microphone Reference Input (MIC REF)

Dengan menyambung pin ini ke VSSA (*analog ground*) via kapasitor yang dihubungkan seri maka *noise* yang timbul dapat dihilangkan pada *preamplifier*. Nilai kapasitor ini harus sama dengan nilai kapasitor *input coupling* yang digunakan untuk masukan *microphone*.

2.5.7.3 Keluaran Analog (ANA OUT)

Pin ini menyediakan keluaran *preamplifier*. Tegangan dari pin ini ditentukan oleh level tegangan pada AGC (*automatic gain control*).

2.5.7.4 Masukan Analag (ANA IN)

Pin ini mentransfer sinyal yang diperoleh pada chip untuk proses penyimpanan (*recording*).

2.5.7.5 Automatic Gain Control Input (AGC)

AGC secara dinamis mengatur gain dari *amplifier* agar dapat mengimbangi jangkauan dari level masukan *microphone*. Dengan AGC maka suara dengan level rendah sampai suara dengan level tinggi dapat direkam dengan distorsi yang minimal.

2.5.7.6 Spaker Output (SP+/ SP-)

ISD2500 menawarkan *on-chip differential speaker driver* yang dapat membuat daya 50 miliwatt menjadi 16 Ω . Keluaran speaker berada pada level VSSA selama proses perekaman dan *power down*.

2.5.7.7 Power Down Input (PD)

Ketika sedang tidak dalam proses perekaman atau proses *playback*, pin PD harus dalam keadaan *high* untuk menempatkan komponen pada posisi *low power mode*.

2.5.7.8 Chip Enable Input (CE)

Pin CE harus dibuat *LOW* (CE menjadi *enable*) agar proses perekaman dan *layback* dapat terjadi.

2.5.7.9 *Playback/ Record Input (P/ R)*

Masukan P/ R tergantung pada kondisi pin CE. *Cycle playback* dipilih pada level *high* dan *record cycle* akan dipilih bila levelnya *low*. Untuk *record cycle*, *input address* menyediakan alamat awal (*starting address*) dan perekaman berlangsung terus-menerus sampai PD atau CE menjadi *high* atau *overflow* (misal : *chip* sudah penuh). Untuk *playback cycle*, *address input* menyediakan alamat awal (*starting Address*) dan alat dalam keadaan *play* sampai bertemu dengan EOM *marker* (penanda *end of message*).

2.5.7.10 *Address/ Mode Input (Ax/ Mx)*

Address/ mode input memiliki dua fungsi tergantung dari level dua buah bit MSB yang signifikan (*most significant bits*) pada alamatnya. Jika salah satu dari dua MSB tersebut *low*, maka semua *input* akan dianggap sebagai *address bits* dan digunakan sebagai alamat awal untuk *record* atau *playback cycle*. Jika kedua MSB tersebut *high*, maka *address/ mode input* akan dianggap sebagai *mode bits* menurut *mode* operasi.

2.5.7.11 *External Clock Input (XCLK)*

ISD2500 sudah dikonfigurasi oleh pabrik dengan internal *sampling clock frequency centered* pada $\pm 1\%$ dari spesifikasi. Frekuensi diatur pada variasi total pada $\pm 2,25$ untuk *temperature* komersial dan jangkauan tegangan operasi. Jika dibutuhkan tingkat ketepatan (presisi) yang lebih, alat dapat dimasukkan pada alat XCLK seperti dibawah :

Tabel 2.2 *External Clock Input*

Part Number	Sample Rate	Required Clock
SD0560	5.0 kHz	1024 kHz
SD0575	5.4 kHz	619.2 kHz
SD0590	5.8 kHz	682.7 kHz
SD06100	4.0 kHz	512 kHz

Clock rate yang telah direkomendasikan ini tidak boleh divariasikan karena sudah diberi nilai *anti-aliasing* dan *smoothing filters* yang tetap.

2.5.7.12 *End Of Message/ Run Output (EOM)*

Sebuah penanda *non-volatile* secara otomatis dimasukkan pada akhir setiap pesan yang direkam. *EOM output pulse* akan *low* untuk *periode TOEM* pada akhir setiap pesan. Ketika akan dikonfigurasi pada *mode* operasi M6 (*push button mode*), pin ini menyediakan sebuah *active high run signal*, menandakan bahwa alat sedang melakukan perekaman atau *playback*. Sinyal ini dapat menyalakan LED atau bentuk visual lain untuk menandakan sebuah operasi atau proses perekaman atau *playback*.

2.5.7.13 *Overflow Output (OVF)*

Sinyal akan *low* pada akhir dari *memory space*, menandakan alat sudah penuh dan pesan telah *overflow*. Keluaran OVF akan mengikuti CE sampai sebuah sinyal PD telah *me-reset* alat.

2.5.7.14 *Auxilliary Input (Aux IN)*

Masukan *auxiliary* di-*multiplex* melalui keluaran pin *amplifier* dan pin keluaran *speaker* ketika CE *high* dan *playback* telah selesai atau alat telah *overflow*.

2.5.7.15 *Voltage Input (VCCA, VCCD)*

Untuk meminimalkan *noise* maka *circuit analog* dan *digital* pada ISD2500 menggunakan *power busses* yang terpisah. *Bus +5 V* ini digunakan untuk memisahkan pin dan harus ditempatkan bersama dengan *supply*.

2.5.7.16 *Ground Input (VSSA, VSSD)*

ISD2500 menyediakan *bus analog* dan *digital* terpisah untuk *ground*. Pin ini harus ditempatkan bersama dengan alat dan dihubungkan melalui *path low impedance* ke *power supply ground*.

2.5.8 Mode Operasi

ISD2500 didesain dengan beberapa mode operasi *built-in* sehingga menyediakan fungsi yang maksimal dengan kebutuhan komponen tambahan yang minim. Ada dua buah hal yang harus diingat pada penggunaan *operational mode*. Pertama semua operasi secara inisial dimulai dengan alamat 0, yang merupakan awal dari alamat ISD2500 *space*. Kemudian operasi berikutnya dapat dimulai dengan alamat yang lain, tergantung *operational mode* yang dipilih. Kedua, *operational mode* dieksekusi ketika CE menjadi *low* dan dua dari MSB *high*. *Operational mode* ini akan tetap sampai sinyal *low* berikutnya melewati CE, dimana pada *point* ini *current address / mode level* akan di-*sample* dan dieksekusi.

2.5.9 Deskripsi Mode Operasional

Mode operasional dapat dihubungkan dengan mikrokontroler untuk menyediakan operasi sistem yang diinginkan.

2.5.9.1 Mo - Message Cueing

Message cueing mengizinkan melewati melalui pesan tanpa mengetahui alamat fisik sebenarnya dari setiap pesan. Setiap pulsa *low CE* akan membuat *internal address pointer* melompat (*skip*) ke pesan selanjutnya. Mode ini harus digunakan hanya untuk *playback mode* dan secara typical digunakan bersama *operational mode M4*.

2.5.9.2 M1 – Delete EOM Marker

Mode operasional M1 mengizinkan pesan yang direkam secara sekuensial dapat digunakan dalam sebuah pesan dengan hanya menggunakan satu penanda OEM yang diset pada akhir pesan yang digabungkan. Setelah mode operasi ini dikonfigurasi maka pesan yang direkam secara sekuensial akan di-*playback* sebagai suatu pesan yang terus menerus.

2.5.9.3 M2 – Unused

Ketika mode operasional dipilih maka M2 harus dalam keadaan *low*.

2.5.9.4 M3 – Message Looping

Mode operasional M3 mengizinkan otomatisasi *playback* pesan secara terus menerus pada pesan yang terletak pada alamat awal. Sebuah pesan dapat mengisi penuh ISD2500 dan akan melakukan *loop* dari awal sampai akhir tanpa membuat OVF menjadi *low*.

2.5.9.5 M4 – Consecutive Addressing

Selama operasi normal, *address pointer* akan *reset* ketika sebuah pesan dijalankan melalui OEM *marker* (penanda). Mode operasi M4 mencegah

addressing pointer untuk *mereset* OEM, membuat pesan dapat diputar ulang secara berturut-turut.

2.5.9.6 M5 – CE Level Activated

Pada mode ini, *Ce low* memulai sebuah siklus *playback*, *Ce high* menghentikan *playback cycle* dan ketika *CE low* lagi maka pesan akan diputar ulang oleh *pointer* dimana pesan berhenti direkam tanpa *mereset address pointer*.

2.5.9.7 M6 – Push Button Mode

Mode *push button* secara khusus digunakan untuk merancang sebuah aplikasi yang murah, didesain untuk meminimalkan sirkuit eksternal dan komponen. Saat alat berada pada mode ini akan selalu dalam keadaan *low power* pada setiap akhir putar ulang (*playback*) atau siklus perekaman setelah *CE* menjadi *high*.

2.6 Relai

Relai merupakan saklar elektromagnetik yang dapat membuka dan menutup berdasarkan medan elektromagnetik. Selaian digunakan sebagai saklar, relai juga sering difungsikan sebagai isolator antara rangkaian digital yang bertegangan rendah dengan rangkaian elektronis yang bertegangan tinggi dan berdaya besar. Sehingga apabila terjadi hubung singkat (*short*) tidak merusak rangkaian digital.

Prinsip kerja relai secara umum adalah merupakan arus listrik yang mengalir dalam kumparan menjadi medan magnet, kemudian inti yang berada ditengah kumparan berubah menjadi magnet dan mampu menarik atau mendorong plat logam sehingga dapat tertutup atau terbuka.

Berdasarkan hubungan kontak relai dapat dibedakan menjadi tiga yaitu:

1. Relai dengan kontak tertutup (*normally close*), merupakan relai yang kontakannya akan terbuka apabila diberi arus.
2. Relai dengan kontak terbuka (*normally open*), merupakan relai yang kontakannya akan tertutup apabila diberi arus.
3. Relai dengan kontak tukar (*bipolar*), merupakan relai yang memiliki dua kumparan dan dua kondisi.



Gambar 2.3 Simbol Relay

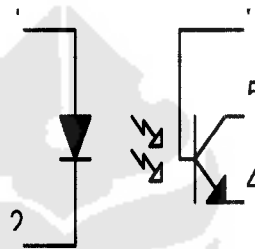
2.7 Opto Isolator

Opto isolator juga dikenal dengan opto-coupler, adalah saklar foto elektrik yang terdiri dari GaAs LED yang memancarkan cahaya infra merah dan sebuah foto transistor NPN yang terbuat dari silikon. Pada saat logika 1 diumpan ke masukan, LED akan menghantar dan memancarkan sinar infra merah yang akan menghidupkan transistor untuk menghasilkan arus keluaran. Supaya tersedia arus yang cukup untuk menggerakkan LED, maka digunakan sebuah transistor.

Opto isolator merupakan komponen yang digunakan sebagai komponen kontrol I/O untuk peralatan yang beroperasi dengan tegangan DC atau AC. Kerugian atau keburukan dari opto isolator adalah pada kecepatan terhadap

pensaklarannya. Hal ini disebabkan karena efek dari area yang sensitif terhadap cahaya dan timbulnya efek kapasitansi pada *junction*-nya.

Opto isolator atau optocoupler benar-benar merupakan paket elektronik murni. Jalur cahaya di dalamnya yang umumnya inframerah, sungguh-sungguh tertutup dalam paket. Ini menyebabkan terjadinya transfer energi listrik dalam satu arah dari IRED ke foto detector, sambil mempertahankan isolasi listrik diantara kedua sirkuit.



Gambar 2.4 Simbol Opto Isolator

2.8 Mikrokontroler AT89S51

Mikrokontroler AT89S51 merupakan mikrokontroler 8 bit yang memiliki fasilitas 4 kbyte *flash memory*, 128×8 -bit internal RAM, 32 *programmable I/O lines*, dua *timer/ counter* 16 bit, *full duplex UART*, *watchdog timer*, *dual data pointer*, ISP dan lain sebagainya.

2.8.1 Memori

Memori merupakan serangkaian isyarat elektronis yang digunakan untuk menyimpan informasi/ data maupun program dari saluran masukan suatu sistem.

Pada Mikrokontroler AT89S51 terdapat dua saluran memori yaitu :

2.8.1.1 Memori Data

Memori ini terbagi atas dua bagian yaitu : 128 byte internal RAM dan 128 byte *Special Function Register (SFR)*. Internal RAM sebesar 128 byte dipetakan pada alamat 00H – 7FH dan dapat diakses menggunakan pengalamatan langsung serta pengalamatan tidak langsung, sedangkan SFR dipetakan pada alamat 80H – FFH dan hanya dapat diakses dengan pengalamatan tidak langsung.

2.8.1.2 Memori Program

Memori program juga sering disebut sebagai *flash memory*. Mikrokontroler AT89S51 memiliki memori program dengan kapasitas sebesar 8 kbyte yang hanya digunakan untuk membaca saja. Memori ini dapat diakses pada alamat 0000H – 1FFFH.

2.8.2 Port Input/ Output (Port I/O)

Port I/O merupakan jalur keluar masuk data dan program dari dan menuju mikrokontroler. Pada mikrokontroler AT89S51 memiliki empat port I/O yaitu port 0, port 1, port 2 dan port 3. Selain berfungsi sebagai jalur keluar masuk data/program, beberapa port juga memiliki fungsi tertentu. Port 0 berfungsi sebagai jalur data dan alamat memori eksternal 8-bit bawah dan dipetakan pada alamat 80H.

Port 2 berada pada alamat A0H dan berfungsi sebagai jalur alamat memori eksternal 8-bit atas (*high order bit*), sedangkan port 3 terletak pada alamat B0H dan juga memiliki fungsi khusus.

2.8.3 Mode Pengalamatan

Data atau operan bisa berada pada tempat yang berbeda sehingga dikenal beberapa cara untuk mengakses data/ operan tersebut yang dinamakan sebagai mode pengalamatan yang antara lain :

2.8.3.1 Pengalamatan Langsung

Pengalamatan langsung adalah pengalamatan yang hanya menempatkan alamat memori yang dituju sebagai operan. Pengalamatan ini digunakan oleh internal RAM.

2.8.3.2 Pengalamatan Tidak Langsung

Pengalamatan tidak langsung adalah pengalamatan yang hanya menempatkan alamat register-register untuk menyimpan alamat tujuan (SP, R0, R1 dan DPTR). Mode pengalamatan ini membutuhkan byte yang lebih banyak dibanding pengalamatan langsung.

2.8.3.3 Pengalamatan Berindeks

Pengalamatan ini hanya dapat digunakan untuk membaca program dan instruksi lompat. Pengalamatan berindeks membutuhkan alamat dasar yang disimpan di register sebagai alamat awal pembacaan data.

2.8.4 Instruksi-instruksi

Instruksi merupakan serangkaian urutan perintah yang dapat dimengerti sehingga dapat dilaksanakan oleh mikrokontroler. Mikrokontroler AT89S51 memiliki beberapa instruksi yang antara lain :

2.8.4.1 Instruksi Aritmatika

Instruksi ini digunakan untuk operasi matematika, seperti : ADD, ADDC, SUBB, INC, DEC, MUL, DIV dan DA.

2.8.4.2 Instruksi Logika

Instruksi ini diperlukan untuk program yang memerlukan operasi logika seperti : AND, OR, XOR, ANL, ORL, XRL, CLR, CPL, RL, RLC, RR, RRC dan SWAP.

2.8.4.3 Instruksi Transfer Data

Instruksi ini berfungsi untuk menyalin ataupun mengambil data yang tersimpan dalam memori program dan data. Instruksi-instruksi tersebut meliputi : MOV, MOVX, MOVC, PUSH, POP, XCHD dan XCH.

2.8.4.4 Instruksi Manipulasi Variabel Boolean

Instruksi ini berfungsi untuk memanipulasi dari beberapa instruksi yang telah disebutkan di atas. Instruksi tersebut antara lain : CLR, ANL, ORL, SETB, MOV, JNC, JC, JB, JNB, JBC, ACALL, LCALL, RET, RETI, AJMP, SJMP, LJMP, JMP, JZ, JNZ, CPL, CJNE, DJNZ dan NOP.

2.8.5 Timer/Counter

Mikrokontroler AT89C2051 dilengkapi dengan dua perangkat *timer* yang masing-masing dinamakan sebagai *timer 0* dan *timer 1*. Perangkat *timer* tersebut merupakan perangkat keras yang terpadu dalam mikrokontroler AT89C2051, untuk mengaksesnya digunakan register khusus yang tersimpan dalam SFR (*Special Function Register*). Pencacah biner *timer 0* diakses melalui register TL0 (*Timer 0 Low byte*) memori data internal pada alamat 6Ah dan register TH0

(*Timer 0 High byte*) memori data internal pada alamat 6Ch. Pencacah biner *timer 1* diakses melalui register TL1 (*Timer 1 Low byte*) pada alamat 6Bh dan register TH1 (*Timer 1 High byte*) pada alamat 6Dh. Untuk mengatur kerja *timer* digunakan dua register tambahan yang dipakai bersama oleh *timer 0* dan *timer 1*. Register tambahan tersebut adalah register TCON (*Timer Control Register*) pada alamat 88h bisa dialamati per bit dan register TMOD (*Timer Mode Register*) pada alamat 89h tidak bisa dialamati per bit.

2.8.5.1 TMOD (*Timer Mode Register*)

Register ini berfungsi untuk mengatur mode kerja timer. Register TMOD ditunjukkan pada gambar di bawah ini.

Tabel 2.3 Timer Mode Register

89H	Gate(1)	C/T(1)	M1(1)	M0(1)	Gate(0)	C/T(0)	M1(0)	M0(0)
	Timer 1				Timer 0			

4 bit rendah TMOD untuk *timer 0* dan 4 bit tinggi TMOD untuk *timer 1*. Fungsi dari masing-masing bit adalah :

1. Gate : bila bit ini set '1' *timer* akan berjalan dan INT0 (untuk *timer 0*) atau INT1 (untuk *timer 1*) akan berada pada kondisi high '1'.
2. C/T : bila bit ini '1' *counter* aktif dan bila '0' *timer* aktif.
3. M1 & M0 : untuk memilih mode *timer*.

Tabel 2.4 Mode Kerja Timer

M1	M0	Mode	Definisi
0	0	0	Timer 13 bit
0	1	1	Timer 16 bit
1	0	2	Timer 8 bit <i>auto reload</i>
1	1	3	Split Timer

2.8.5.2 TCON (Timer Control Register)

Pada register ini hanya 4 bit saja, yaitu TCON.4, TCON.5, TCON.6 dan TCON.7 yang mempunyai fungsi yang berhubungan dengan *timer*.

Tabel 2.5 TCON (Timer Control Register)

	TCON.7	TCON.6	TCON.5	TCON.4	TCON.3	TCON.2	TCON.1	TCON.0
88	TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	IE0	IT0

Register Timer

Keterangan :

1. TCON.7 atau TF1 : *Timer 1 overflow flag* yang akan set bila *timer 1 overflow*. Bit ini dapat di-clear oleh *software* atau oleh *hardware* pada saat program menuju ke alamat yang ditunjuk oleh *interrupt vector*.
2. TCON.6 atau TR1 : 1 = *timer 1* aktif dan 0 = *timer 1* tidak aktif.
3. TCON.5 atau TF0 : *Timer 0 overflow flag* yang akan set bila *timer 0 overflow*.
4. TCON.4 atau TR0 : 1 = *timer 0* aktif dan 0 = *timer 0* tidak aktif.
5. TCON.3 hingga TCON.0 digunakan untuk kontrol interupsi.

2.8.6 Interupsi

Ketika mikrokontroler sedang melaksanakan suatu program, kita dapat menghentikan pelaksanaan program tersebut sementara dengan meminta interupsi.

Apabila CPU mendapat permintaan interupsi, maka *Program Counter* (PC) akan diisi oleh alamat dari vektor interupsi. CPU kemudian melaksanakan rutin pelayanan interupsi mulai dari alamat tersebut. Bila rutin pelayanan interupsi selesai dilaksanakan, CPU kembali melaksanakan program utama yang ditinggalkannya.

Mikrokontroler AT89S51 memiliki beberapa saluran interupsi. Pada mikrokontroler jenis ini interupsi dibedakan menjadi dua jenis, yaitu :

1. Interupsi yang tidak dapat dihalangi oleh perangkat lunak (*non maskable interrupt*), yaitu RESET.
2. Interupsi yang dapat dihalangi oleh perangkat lunak (*maskable interrupt*), meliputi INT0, INT1 (eksternal), *Timer/ Counter 1* dan interupsi dari port serial (internal).

Instruksi RETI (*Return from Interrupt Routine*) harus digunakan untuk kembali dari layanan rutin interupsi. Instruksi ini dapat dipakai agar saluran interupsi kembali dapat dipakai. Alamat awal layanan rutin interupsi dari setiap sumber interupsi ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 2.6 Alamat Layanan Rutin Interupsi

Alat Interupsi	Flag	Alamat Vektor
Sistem <i>reset</i>	RST	0000H
Interupsi <i>Eksternal 0</i>	IE0	0003H
Interupsi <i>Timer 0</i>	TF0	000BH
Interupsi <i>Eksternal 1</i>	IE1	0013H
Interupsi <i>Timer 1</i>	TF1	001BH
Interupsi Serial	R1 dan T1	0023H

Interupsi eksternal INT0 dan INT1 masing-masing dapat diaktifkan berdasarkan level atau transisi tergantung pada bit IT0 dan IT1 dalam TCON. *Flag* yang menghasilkan interupsi ini adalah bit dalam IE0 dan IE1 dari TCON. Interupsi *timer 0* dan *timer 1* dihasilkan oleh TF0 dan TF1.

Terdapat dua buah register untuk mengontrol interupsi, yaitu IE (*Interrupt Enable*) dan IP (*Interrupt Priority*). Prosesor tidak akan menanggapi interupsi jika suatu interupsi belum dilaksanakan secara lengkap.

Setiap sumber interupsi dapat diaktifkan maupun dilumpuhkan secara individual dengan mengatur satu bit di SFR yang bernama IE. Bit-bit IE didefinisikan dalam tabel 2.6.

Jika akan mengaktifkan interupsi 0 (INT0), nilai yang harus diberikan ke IE adalah 81H (yaitu memberikan logika '1' ke IE dan EX0). Pengaturan nilai IE ini dapat juga dilakukan dengan pengalamatan secara bit (*bit addressable*).

Tabel 2.7 *Interrupt Enable*

	MSB			LSB				
	EA	-	-	ES	ET1	EX1	ET0	EX0
Bobot	80H	40H	20H	10H	08H	04H	02H	01H

Dimana :

EA : *Disabled* semua interupsi apabila bit ini *clear*. Bila bit ini *clear* maka apapun kondisi bit lain dalam register ini semua interupsi tidak akan dilayani. Oleh karena itu, untuk mengaktifkan salah satu interupsi, bit ini harus *set*.

ES : *Enable/ disable Serial Port Interrupt*, *set* = *enable*, *clear* = *disable*. Apabila *Serial Port Interrupt* aktif maka interupsi akan terjadi setiap ada data yang

masuk ataupun keluar melalui serial port yang membuat *flag* RI (*Receive Interrupt Flag*) ataupun TI (*Transmitt Interrupt Flag*).

ET1 : *Enable/ disable Timer 1 Interrupt, set = enable, clear = disable*. Apabila interupsi ini *enable* maka interupsi akan terjadi pada saat *timer 1 overflow*.

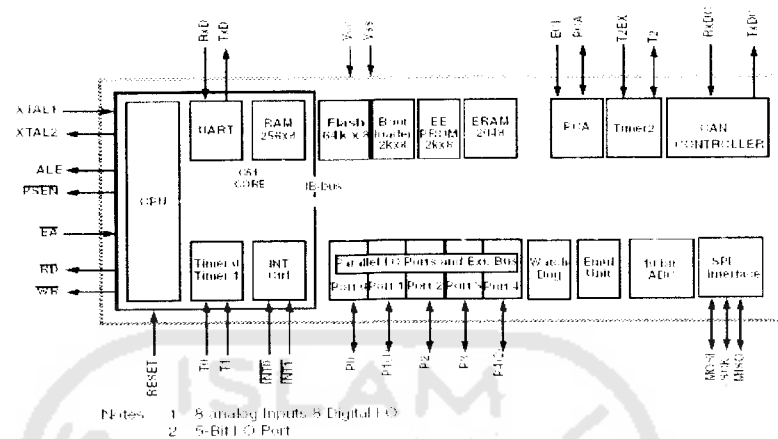
EX1 : *Enable/ disable External Interrupt 1, set = enable, clear = disable*. Apabila interupsi ini *enable* maka interupsi akan terjadi pada saat terjadi pulsa *low* pada INT1.

ET0 : *Enable/ disable Timer 0 Interrupt, set = enable, clear = disable*. Apabila interupsi ini *enable* maka interupsi akan terjadi pada saat *timer 0 overflow*.

EX0 : *Enable/ disable External Interrupt 0, set = enable, clear = disable*. Apabila interupsi ini *enable* maka interupsi akan terjadi pada saat terjadi pulsa *low* pada INT0.

2.8.7 Arsitektur Atmel AT89S51

MCU (*Micro Controller Unit*) ATMEL AT89S51 merupakan salah satu jenis MCU yang kompatibel dengan seri MCS-51 dengan teknologi CMOS. Pemilihan jenis MCU ini karena sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan dalam merancang sistem dan juga barang yang mudah didapatkan di pasaran dengan harga yang terjangkau. Untuk arsitektur secara detail dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 2.5 Arsitektur MCU ATMEL 89S51

2.8.8 Fitur-Fitur AT89S51

MCU AT89S51 memiliki 40 pin jenis PDIP maupun PLCC sudah memiliki memori flash di dalamnya sehingga sangat praktis digunakan untuk bereksperimen. Beberapa kemampuan (fitur) yang dimilikinya adalah :

- Memiliki 4K Flash PEROM yang digunakan untuk menyimpan program. Flash dapat ditulis dan dihapus sebanyak 1.000 kali (menurut manual).
- Tegangan operasi dinamis dari 2,7 Volt hingga 6 Volt.
- Operasi clock dari 0 hingga 24 MHz.
- Program bisa diproteksi, sehingga tidak dapat dibaca oleh orang lain.
- Memiliki internal RAM 128 byte.
- Memiliki I/O sebanyak 32 line.
- Dua buah timer/ counter 16 bit.
- Menangani 6 sumber interupsi.
- Memiliki serial port untuk komunikasi serial.
- Ada kemampuan *Idle Mode* dan *Down Mode*.

2.8.9 Struktur Port 0, 1, 2 dan 3

Port I/O dari AT89S51 merupakan saluran untuk menghubungkan keluaran sistem, misalnya mengambil data atau mengirimkan data, menghidupkan LED atau menerima data dari switch. Port I/O dapat berfungsi sebagai masukan atau keluaran, dapat diorganisasi secara byte atau bit, jika simbol P1 merupakan organisasi byte, maka simbol P1.X merupakan organisasi bit, dimana X=0 s.d 7. Kirim data AAh ke P1 berarti P1 akan memilih status; P1.7 P1.6....P1.0=10101010b, jika kemudian diperintahkan agar P1.0 set ('1'), maka status akan menjadi 10101011b. Baik organisasi secara byte maupun bit, masing-masing memiliki alamat sendiri. Secara logika, bahwa dimungkinkan menghubungkan langsung port I/O dengan beban, misalnya LED, tetapi untuk lebih amannya perlu dimengerti konfigurasi dari tiap port I/O, agar dapat optimal dalam pemakaiannya.

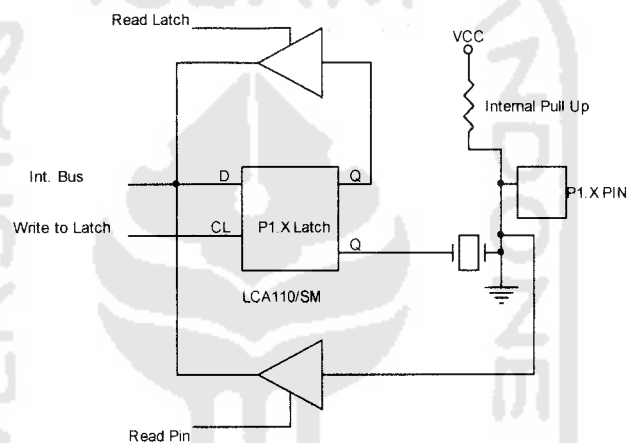
2.8.9.1 PORT 0

Port 0 berfungsi ganda, yaitu sebagai port I/O biasa, selayaknya port P1, hanya saja dalam keadaan ini semua Port P0.X harus dihubungkan dengan resistor ke Vcc (*Resistor pull up*). Fungsi lain adalah sebagai penyalur data dan alamat byte rendah (Yang dimultipleks), saat MCU mengakses program atau data di memori luar. Pada keadaan ini pin kontrol mengalihkan jalur MUX ke ADDR/DATA, dimana data bit P0.X tergantung dari data alamat atau data.

2.8.9.2 PORT 1

Struktur tiap bit dari port 1 diperlihatkan pada gambar 2.9, proses penulisan akan memberikan data bit melalui *internal bus*, yang terhubung dengan

D pada suatu delay flip flop, disini D flip flop berfungsi sebagai *latch* atau gerendel yang menahan data D selama sinyal clock tidak aktif. Dicontohkan kirim bit data '1' ke port P1.X, data D='1', setelah ada clock pada pin CL, data masuk ke D flip flop, artinya Q='1' dan Q='0', Q terhubung ke *gate* suatu FET yang berfungsi sebagai switch, seperti juga transistor. Nilai Q='0' akan membuat FET off, sehingga P1.X akan terhubung ke Vcc ('1') melalui suatu resistor.



Gambar 2.6 Konfigurasi Port 1

2.8.9.3 PORT 2

Port 0 berfungsi ganda, yaitu sebagai port I/O biasa, selayaknya port P1, sudah mempunyai resistor ke Vcc (*Internal resistor pull up*). Fungsi lain adalah sebagai penyalur alamat byte tinggi saat MCU mengakses program atau data di memori luar. Pada keadaan ini pin kontrol mengalihkan jalur MUX ke ADDR, dimana data bit P2.X tergantung dari data alamat.

2.8.9.4 PORT 3

Port 3 memiliki fungsi ganda, selain sebagai port I/O data byte atau bit secara umum (Mirip port P1.X), port 3 juga dipergunakan untuk fungsi lain yaitu

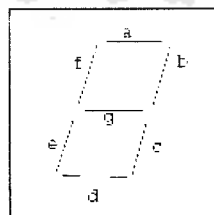
bila bit latch bernilai '1', maka level pin P3.X dikendalikan oleh sinyal fungsi lain (*Alternate Output Function*). Keadaan ini adalah untuk fungsi lain keluaran, yaitu TxD, RD dan WR. Sedangkan jika berfungsi fungsi lain masukan, yaitu RxD, INT0, INT1, T0 dan T1, FET akan dimatikan dan data dari P3.X disalurkan ke piranti khusus yang menangani fungsi yang bersangkutan melalui *Alternate Input Function*.

2.9 Penampil (*Display*)

Rangkaian logika untuk mengubah bentuk biner ke dalam bentuk desimal disebut *decoder* dan komponen-komponen yang memperagakan angka dan huruf adalah *alpha numeric display*.

Pada prinsipnya ada tiga macam cara untuk memperagakan angka dan huruf, yaitu metode diskrit, metode matriks dan metode DOT matrik.

Pada pembuatan alat ini yang dipakai adalah metode matrik, dimana pada metode ini digunakan tujuh buah garis (*segment*) yang disusun sedemikian rupa sehingga dengan menyalakan garis-garis tertentu akan membentuk angka desimal maupun huruf yang dikehendaki.

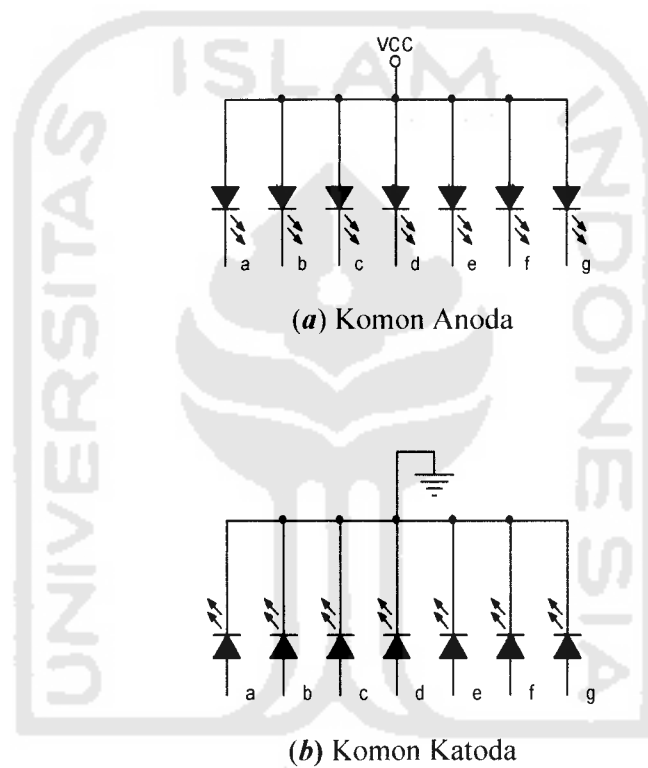


Gambar 2.7 LED 7 Segmen

Pada gambar di atas setiap garis (*segment*) diberi tanda-tanda tersendiri dengan simbol *a, b, c, d, e, f* dan *g*. Biasanya setiap garis tersebut terbuat dari

LED (*Light Emitting Diode*), jika menyala akan membentuk garis. LED adalah diode semikonduktor yang akan menyala apabila diberi tegangan.

Metode matrik dengan menggunakan tujuh garis (*segment*) yang terbuat dari LED disebut dengan *seven segment LED (7 segment)*. Susunan LED di dalam *7 segment* dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.8 Susunan LED 7 Segmen

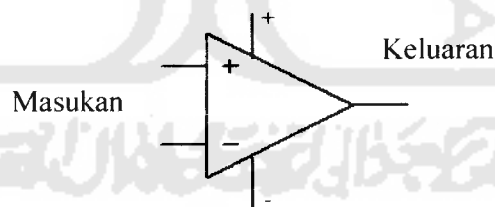
Pada gambar 2.8 (a) terlihat bahwa seluruh anoda dijadikan satu, sedangkan outputnya adalah ujung-ujung dari katoda setiap LED yang lazim disebut *common anoda 7 segment*. Pada gambar 2.8 (b) seluruh katoda dijadikan satu dan outputnya merupakan ujung-ujung dari anoda maka disebut *common katoda 7 segment*.

2.10 Penguat Operasional

Penguat operasional (operational amplifier) merupakan penguat gandeng langsung (direct coupled) dengan perolehan tinggi yang mempunyai impedansi masukan tinggi dan impedansi keluaran rendah. Istilah operasional menunjukkan bahwa penambahan komponen luar yang sesuai dapat di konfigurasi untuk melakukan berbagai operasi.

Masukan op-amp yang berlabel inverting (-) dan non inverting (+) merupakan masukan beda (difference input). Umumnya sinyal masukan diberikan pada salah satu masukan. Adapun masukan yang lain digunakan untuk mengendalikan karakteristik komponen. Penguatan antara keluaran dan masukan inverting adalah negative (pembalik polaritas) sedangkan penguatan antara keluaran dan masukan non inverting adalah positif (tak membalik polaritas).

Penguat operasional mempunyai dua tegangan catu yang berlabel + V dan - V yang sama dan berpolaritas berlawanan.



Gambar 2.9 Simbol Penguat Operasional

Seperti yang telah disebutkan sebelumnya bahwa op-amp memiliki dua masukan, perbedaan antara keduanya sebagai berikut :

1. Jika sinyal masukan diumpan ke non inverse atau positif (+) maka keluarannya sefase dengan masukan.

2. Jika sinyal melalui masukan inverse atau negative (-) maka keluarannya berbeda fase 180° atau setengah siklus. Jika sinyalnya positif maka keluarannya menjadi negative (diinversi).

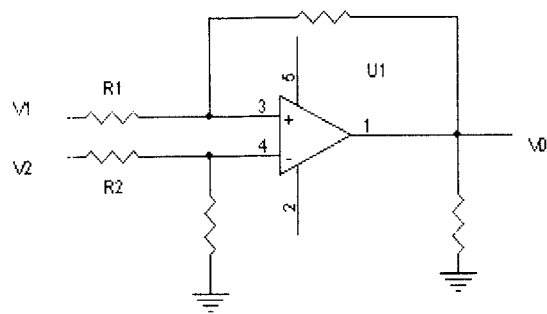
Aplikasi dari penguat operasional diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Penguat *inverse* (*inverting amplifier*).
2. Penguat *non inverse* (*non inverting amplifier*).
3. Pengikut tegangan (*voltage follower*).
4. Penguat jumlah (*summing amplifier*).
5. Penguat beda (*difference amplifier*).
6. *Integrator*

2.11 Pembanding Tegangan

Komparator merupakan penguat operatif yang digunakan untuk membandingkan dua tegangan masukan yaitu V_1 dan V_2 sesuai dengan kebutuhannya. Prinsip kerja dari sebuah komparator adalah sebagai berikut :

Jika tegangan masukan lebih kecil dari tegangan referensi maka keluaran dari komparator dalam keadaan high, sedangkan apabila tegangan masukan lebih besar dari tegangan referensi maka keluaran komparator akan bernilai low. Selama input mendapat masukan yang tegangannya lebih kecil dari tegangan referensi, maka keluaran dari komparator akan selalu dalam keadaan high. Tetapi apabila nilai tegangan masukan mengalami kenaikan sampai melebihi nilai tegangan referensi maka keluaran akan low.



Gambar 2.10 Rangkaian Pembanding Tegangan

