

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dalam era globalisasi ini perkembangan dalam dunia elektronika begitu pesat. Misalnya dalam bidang komunikasi, saat ini telah banyak alat-alat komunikasi baru yang membuat manusia dapat dengan mudah berkomunikasi dalam jarak yang sangat jauh kapanpun dan di manapun. Misalnya dengan menggunakan fasilitas telepon rumah, telepon seluler, internet, faksimil dan lain sebagainya. Pesatnya perkembangan fasilitas-fasilitas komunikasi tersebut akan mempermudah manusia dalam melakukan komunikasi jarak jauh.

Sejalan dengan fakta tersebut, sudah sewajarnya apabila saat ini telah berkembang alat-alat yang lebih canggih yang mengembangkan alat-alat yang sudah ada sebelumnya. Sebagai contoh pada peralatan telepon rumah tangga, saat ini telah diciptakan sebuah sistem yang dapat mencabangkan satu *line* telepon menjadi beberapa *line* atau beberapa nomor ekstensi. Tetapi karena mahalnya peralatan tersebut, maka hanya kantor-kantor dan instansi-instansi besar saja yang mampu membeli peralatan ini. Untuk mengatasi hal tersebut, maka rumah tangga atau kantor-kantor kecil memperbanyak *line* teleponnya hanya dengan menggunakan sistem paralel konvensional. Kekurangannya yaitu bahwa alat tersebut hanya berfungsi sebagai saklar saja, belum dilengkapi fasilitas nomor ekstensi sehingga panggilan masih dilakukan secara manual. Selain itu dalam alat

tersebut antar telepon yang diparalel tidak dapat saling berhubungan (berkomunikasi).

Dengan adanya permasalahan di atas, maka pada pembuatan tugas akhir ini, penulis mencoba membuat peralatan berupa pensaklaran telepon dengan MCS-51. Dengan adanya alat ini, maka dapat dengan mudah memperbanyak saluran pesawat telepon yang sudah ada tanpa menggunakan sistem konvensional atau meminta nomor baru ke pihak operator telekomunikasi, sehingga sangat cocok digunakan pada kalangan masyarakat luas.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Dari batasan masalah di atas, maka dapat dirumuskan beberapa rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana membuat perangkat keras untuk rangkaian alat penyaklaran telepon?
2. Bagaimana cara membuat nomor ekstensi dengan cukup menggunakan satu line saluran telepon saja?
3. Bagaimana mikrokontroler AT89S51 difungsikan sebagai unit pengendali dari semua rangkaian dalam sistem alat penyaluran telepon?

### **1.3 Batasan Masalah**

Agar tidak terjadi pembiasan dalam pembahasan laporan tugas akhir ini, maka diperlukan adanya pembatasan masalah. Batasan masalah tersebut adalah :

1. Perangkat keras dirancang untuk bekerja sebagai PABX dengan 1 *line* telepon dari PT. Telkom dan mencabangkan saluran telepon menjadi 8 buah.
2. Tegangan input yang digunakan untuk uji coba pada sistem ini adalah 30 volt.
3. Rangkaian penyaluran penerima telepon dilakukan secara otomatis yaitu mengangkat telepon setelah ada nada dering dan menyampaikan informasi nomor ekstensi serta pemberitahuan saat telepon yang dituju tidak diangkat.
4. Komunikasi hanya dapat dilakukan satu kali dalam satu waktu baik internal maupun eksternal. Sedangkan telepon lain tidak dapat digunakan hingga percakapan berakhir.
5. Perekaman dilakukan dengan menggunakan satu alamat untuk beberapa pesan.
6. Perancangan alat hanya untuk menerima panggilan dari luar dan tidak dapat melakukan proses pemanggilan.

#### **1.4 Tujuan Tugas Akhir**

Dalam pembuatan alat ini penulis memiliki beberapa tujuan antara lain :

1. Merancang dan membuat suatu alat pensaklaran telepon berupa PABX dengan 1 *line* utama dan 8 saluran ekstensi.
2. Mempermudah komunikasi dengan telepon pada banyak pengguna dalam 1 *line* telepon.
3. Menghemat *line* telepon, karena hanya menggunakan 1 saluran telepon untuk digunakan dalam banyak ruang tanpa perlunya penambahan saluran telepon baru.

### **1.5 Manfaat Tugas Akhir**

1. Bagi penelepon, dengan rangkaian ini pemanggilan dan pengiriman informasi dari telepon yang berhubungan dapat berlangsung dengan cepat.
2. Bagi pengguna telepon, dengan rangkaian PABX ini dapat berbicara antar line didalam ruangan yang berbeda tanpa terkena tarif dari telkom.

### **1.6 Sistematika Penulisan Laporan**

Sistematika penulisan yang dipergunakan adalah sebagai berikut :

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab ini dibahas tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan tugas akhir, manfaat tugas akhir dan sistematika penulisan laporan.

#### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bagian ini memuat teori-teori yang berhubungan dengan penelitian atau dapat ulasan penelitian-penelitian bidang sejenis sebelumnya. Pada bagian ini juga termuat dasar teori mengenai aplikasi dasar komponen atau piranti yang digunakan dalam sistem.

#### **BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT**

Pada bab ini dibahas tentang proses pembuatan sistem dari segi perangkat keras dan perangkat lunak (*software*) nya.

#### **BAB IV ANALISIS DAN PENGUJIAN**

Pada bab ini dibahas tentang bagaimana hasil percobaan yang didapat dari sistem yang telah dibuat baik *hardware* maupun *software*-nya.

## BAB V PENUTUP

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dari seluruh proses pengerjaan tugas akhir dan saran yang diperlukan untuk perbaikan.

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN



## 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

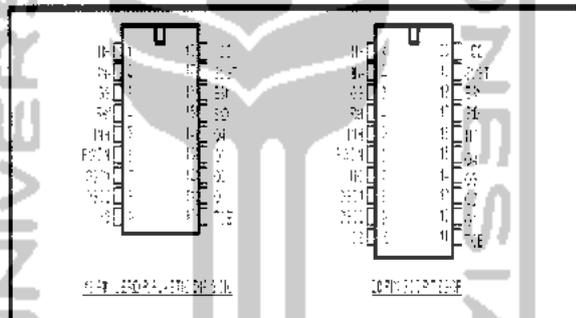
### 2.3 IC MT8870

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 *diat 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

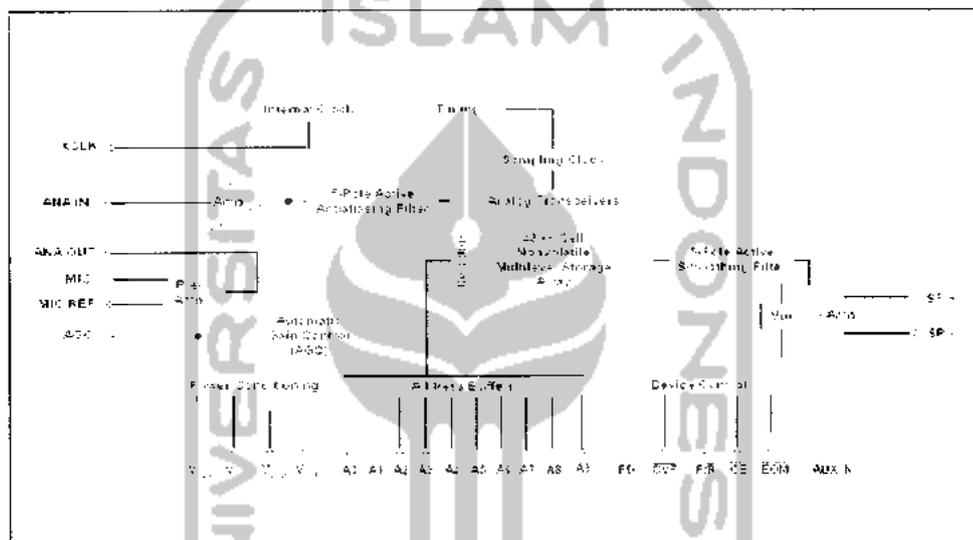
Susunan input MT8870D-1 menyediakan operasional input diferensial maupun sumber bias (VRef) yang digunakan untuk membiaskan input pada *mid-rail*.

#### 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 dihubung 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  $\Omega$ . 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
SDC660	8.0 kHz	1024 kHz
SDC676	8.4 kHz	819.2 kHz
SDC690	6.3 kHz	682.7 kHz
SDC6100	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 *Auxiliary 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* mengijinkan melewati melalui pesan tanpa mengetahui alamat fisik sebenarnya dari setiap pesan. Setiap pulsa *low CE* akan membuat *internal address pointer* melompat (*skip*) kepesan 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 mengijinkan 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 mengijinkan 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* OFM, 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

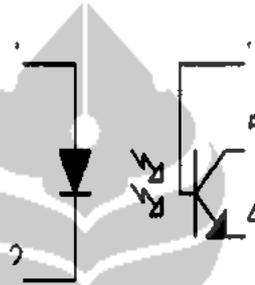
## 2.7 Opto Isolator

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 :



### 2.8.9 Struktur Port 0, 1, 2 dan 3

Port I/O dari A189S51 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.

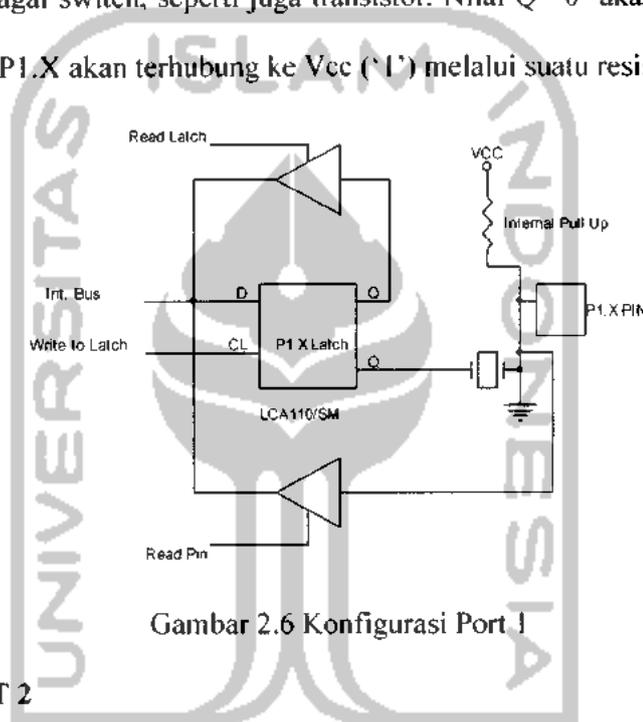
#### 2.8.9.1 PORT 0

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

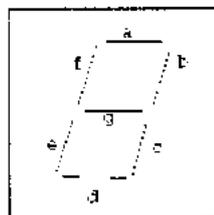
bila bit latch bernilai '1', maka level pin P3.X dikendalikan oleh sinyal fungsi lain (*Alternate Output Function*). Keadaan ini adalah untuk fungsi lain keluaran, yaitu TxD, RD dan WR. Sedangkan jika berfungsi fungsi lain masukan, yaitu RxD, INT0, INT1, T0 dan T1, FET akan dimatikan dan data dari P3.X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

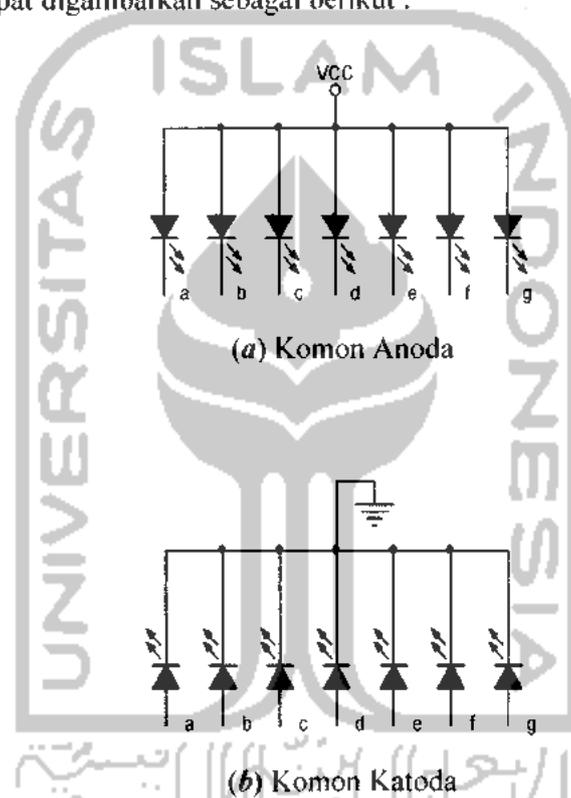


Gambar 2.7 LED 7 Segmen

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

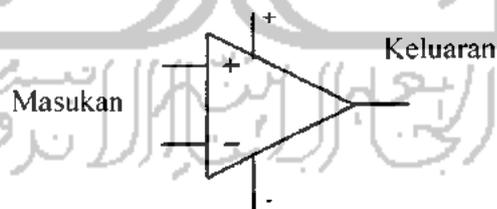
Pada gambar 2.8 (a) terlihat bahwa seluruh anoda dijadikan satu, sedangkan outputnya adalah ujung-ujung dari katoda setiap LED yang lazim disebut *common anoda 7 segment*. Pada gambar 2.8 (b) seluruh katoda dijadikan satu dan outputnya merupakan ujung-ujung dari anoda maka disebut *common katoda 7 segment*.

## 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).

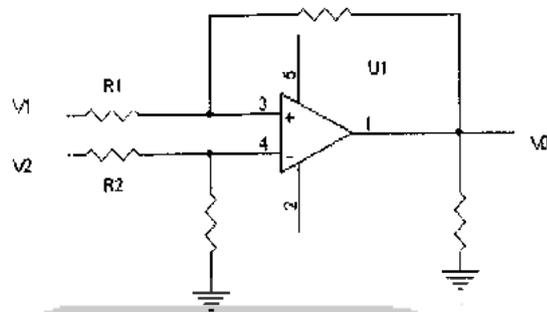
Aplikasi dari penguat operasional diantaranya adalah sebagai berikut :

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

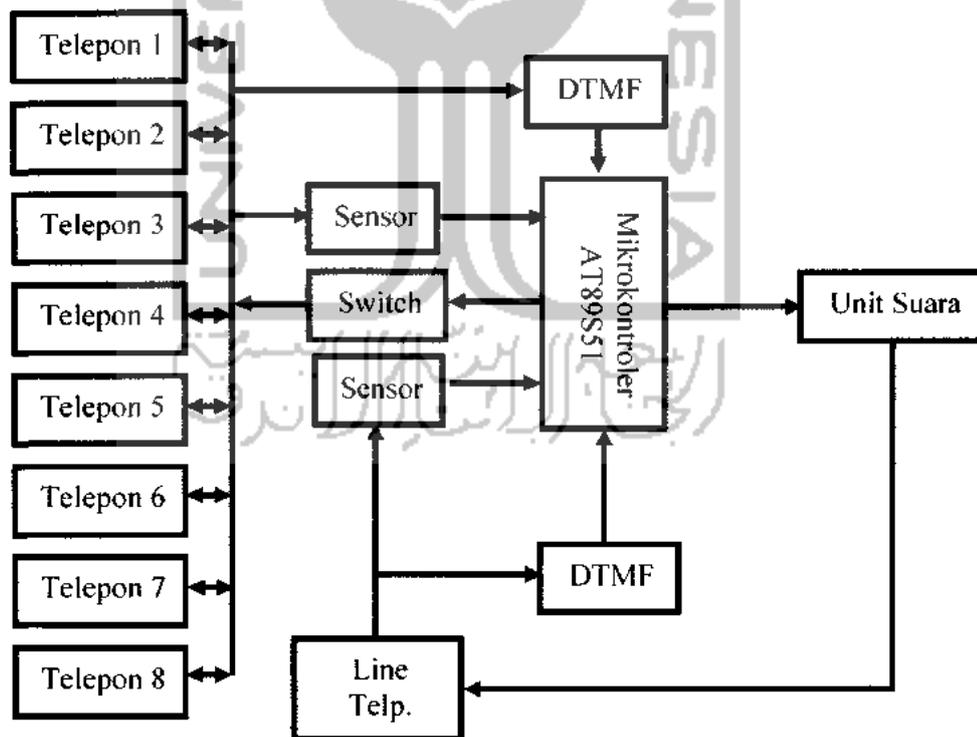


## BAB III

### PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

#### 3.1 Blok diagram PABX Telepon

Pada bab ini akan dibahas secara terperinci mengenai perancangan perangkat keras sistem saluran otomatis telepon. Unit PABX yang dirancang pada Tugas Akhir ini berdasarkan pada kebutuhan rumah kost dengan jumlah 8 kamar. Tujuan utamanya adalah agar dapat memfasilitasi komunikasi antarkamar (ruangan) yaitu antarnomor ekstensi dan komunikasi line telepon utama yaitu dari luar ke nomor ekstensi telepon di setiap kamar (ruangan).



Gambar 3.1 Blok Diagram PABX Telepon

Masing-masing bagian saling berinteraksi sehingga terbentuk sistem yang lengkap. Adapun prinsip kerja rangkaian secara keseluruhan yaitu ketika ada dering telepon yang masuk akan dideteksi oleh rangkaian sensor detak dering sehingga sistem akan mengetahui adanya seseorang yang akan menghubungi salah satu nomor ekstensi. Selanjutnya sistem akan mengaktifkan relay beban semu sehingga telepon seolah-oleh terangkat secara otomatis akibatnya sentral mengetahui bahwa telepon tujuan sudah terangkat (*off hook*). Sistem akan mengaktifkan unit suara untuk memberitahukan nama-nama pemilik kamar serta nomor ekstensi yang harus ditekan. Sistem akan membaca penekanan tombol (nada DTMF) sehingga sistem akan mengetahui tujuan penelepon dan mengaktifkan relay telepon tujuan sehingga dapat saling berkomunikasi hingga percakapan selesai.

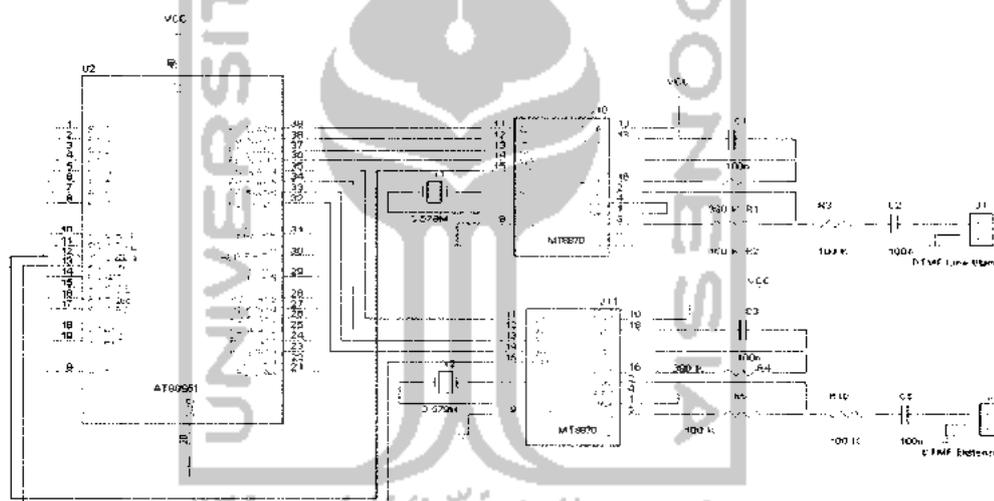
Sedangkan untuk komunikasi antar nomor ekstensi, sistem akan selalu mengecek apakah ada permintaan panggilan (telepon *on hook*). Ketika ada telepon terangkat (*on hook*) sensor telepon terangkat akan memberitahu sistem bahwa ada permintaan panggilan selanjutnya sistem akan menunggu tombol DTMF ditekan. Sinyal DTMF yang ditekan akan diterjemahkan oleh IC MT8870 dan merubah kedalam bilangan biner 4 bit sehingga dapat langsung terbaca oleh mikro dan akan mengaktifkan relai telepon tujuan dan terjadi komunikasi.

### **3.1.1 Rangkaian Penerima DTMF**

Rangkaian penerima DTMF merupakan rangkaian yang berfungsi membaca nada DTMF yang dihasilkan oleh pesawat telepon apabila ditekan tombol 0-9, \* dan # yang ada pada pesawat telepon. Rangkaian ini berupa

rangkaian IC MT8870 yang merupakan IC penerima nada DTMF yang outputnya sudah berupa bilangan biner 4 bit yang sudah siap dibaca oleh mikrokontroler.

MT8870 dilengkapi dengan X-tal 3,579545 MHz yang dipakai sebagai pembentuk frekuensi standar untuk mengenali frekuensi-frekuensi DTMF ditambah dengan beberapa komponen lainnya yaitu kapasitor dan resistor. Nilai-nilai komponen tersebut langsung diambil dari lembaran data (*data sheet*) MT8870 yang sudah disesuaikan dengan karakteristik sinyal DTMF. Rangkaian penerima DTMF (MT8870) dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 3.2 Rangkaian Penerima DTMF

Rangkaian MT8870 dihubungkan kesaluran telepon lewat kapasitor 100nF, hal ini untuk membendung arus searah dan hanya arus bolak balik saja yang bias masuk ke MT8870. Kapasitor ini setidaknya mampu menahan lebih dari 100 V.

Setiap kali MT8870 menerima data DTMF, kaki Std (*Delayed Steering*, kaki 15 MT8870) akan menjadi '1'. Keadaan kaki ini dipantau AT89S51 lewat

port P1.4 (kaki 5 AT89S51). Kode angka DTMF yang diterima MT8870 diterima AT89S51 lewat port P0.1 sampai P0.3 (kaki 39-36 AT89S51) untuk DTMF *line* utama dan P04-P0.7 (kaki 35-32 AT89S51). Saat tidak ada nada DTMF kaki Std akan bernilai '0'.

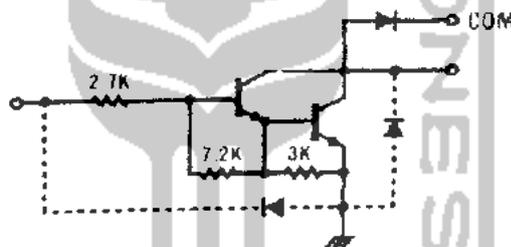
TOE (*Tristate Output Enable*, kaki 10 MT8870) merupakan input untuk mengatur nada keluaran di kaki 11 sampai 14 MT8870. Ketika TOE=0 rangkaian keluaran akan mengembang, sehingga data tidak bisa diambil. Jika keluaran pada kaki 11 sampai 14 MT8870 tidak dihubungkan dengan jalur data peralatan lainnya, kaki TOE bisa saja dihubungkan ke logika 1 (+5 volt).

Keluaran dari MT8870 dari kaki 11 sampai 14 berupa tampilan kode biner yang keluaran ini akan diterima dan diprogram oleh AT89S51 untuk membunyikan dering telepon sesuai orang yang dituju.

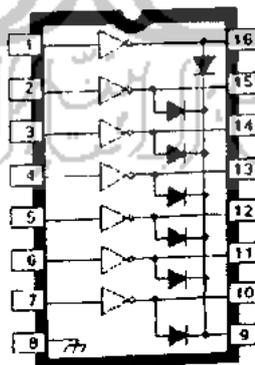
### 3.1.2 Rangkaian *Switching*

Rangkaian *switching* merupakan rangkaian yang berupa rangkaian *relay* yang berfungsi untuk mensaklarkan telepon yang aktif dan menon-aktifkan telepon yang lainnya. Selain itu ada satu *relay* yang berfungsi untuk mensaklarkan tegangan *line* yang ingin digunakan pesawat telepon. Serta ada satu *relay* yang berfungsi untuk mensaklarkan tegangan untuk memberikan dering telepon. Apabila ada nomor ekstensi yang ingin berkomunikasi dengan nomor ekstensi lain, maka harus digunakan tegangan catu sendiri berupa tegangan DC murni. Karena apabila menggunakan tegangan dari *line* Telkom akan terdengar suara dengungan dikarenakan tegangan dari *line* Telkom merupakan tegangan DC yang telah dimodulasi dengan tegangan AC.

Untuk mengaktifkan relai dibutuhkan arus yang cukup besar. Karena arus yang disediakan oleh port mikrokontroler tidak cukup untuk mengaktifkan relai, maka diperlukan driver yang menggunakan IC ULN2003. IC ULN2003 ini merupakan susunan dari tujuh buah rangkaian transistor n-p-n Darlington yang dirancang khusus untuk keperluan antarmuka dari sistem digital dengan arus lemah ke sistem yang membutuhkan tegangan dan arus yang lebih tinggi. Gambar skema transistor Darlington dalam IC ULN2003 dan penempatan posisi pinnya dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.3 Skema Transistor Darlington dalam IC ULN2003



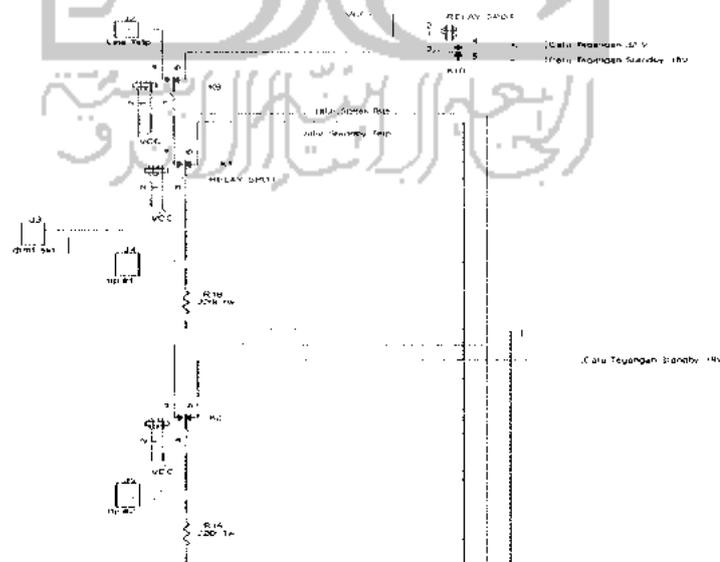
Gambar 3.4 Susunan Pin IC ULN2003

Input IC ULN2003 dihubungkan dengan port mikrokontroler, output IC ULN2003 dihubungkan ke relai, kaki 9 dihubungkan ke sumber tegangan 12 VDC dan kaki 8 dihubungkan ke ground.

Bila mendapat input logika '1', maka transistor Darlington *ON* sehingga menghubungkan salah satu kutub lilitan relai ke ground dan relai akan aktif. Dan bila mendapat input logika '0', maka transistor Darlington *OFF* sehingga hubungan kutub lilitan relai ke tegangan 12 volt terbuka dan relai tidak aktif.

IC ULN2003 telah dilengkapi dengan diode yang dipasang dengan bias negatif (*reverse bias*) pada output. Diode ini berfungsi melindungi transistor dari tegangan induksi balik yang timbul dari lilitan relai saat transistor dimatikan.

Relai yang digunakan adalah relai dengan satu buah kontak NO (*Normally Open*), dimana kontak NO digunakan untuk mensaklar pesawat telepon ke jalur *speak bus* sehingga antar dua (2) telepon dapat saling berhubungan. Rangkaian *driver* relai dan objek yang dikontrol dapat dilihat pada gambar 3.16.

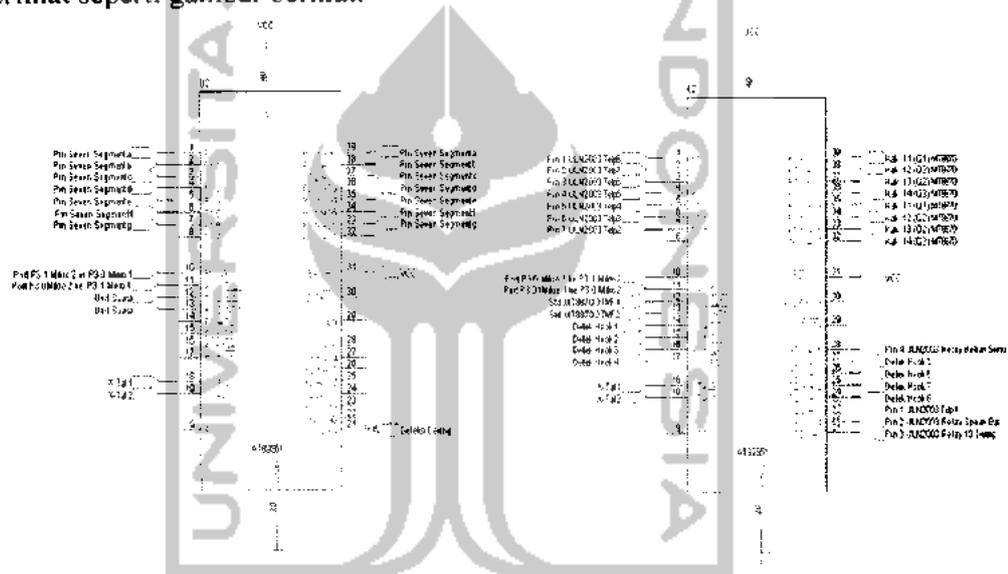


Gambar 3.5 Rangkaian *Switching Relay*

### 3.2 Mikrokontroler

Mikrokontroler dipakai sebagai perangkat pengendali utama pada skripsi ini. Karena mikrokontroler AT89S51 memiliki 4 buah port yang dapat difungsikan sebagai port-port alternative. Maka perangkat-perangkat yang akan dikendalikan dapat langsung dihubungkan dengan port-port pada mikrokontroler

Hubungan antara perangkat yang dikendalikan dengan mikrokontroler terlihat seperti gambar berikut:



Gambar 3.6 Rangkaian Mikrokontroler AT89S51

### 3.3 Sensor

#### 3.3.1 Rangkaian Sensor Pendeteksi Nada Dering

Nada dering dari saluran telepon, merupakan sinyal dengan frekuensi 20 sampai 50 Hz yang dikirim selama 1 detik kemudian sinyal ini terhenti selama 3 detik. Amplitudo sinyal dering bias mencapai 100 V.



Dalam percobaan deteksi nada dering dilakukan simulasi yaitu menggunakan satu saluran yang berasal dari dering telepon PABX itu sendiri. Hal ini dikarenakan agar mudah dalam melakukan pengamatan dan percobaan pendeteksi nada dering. Dengan asumsi prinsip kerja dalam proses pendeteksian dering pada telepon yang terhubung langsung dengan PT. Telkom sama dengan prinsip simulasi ini.

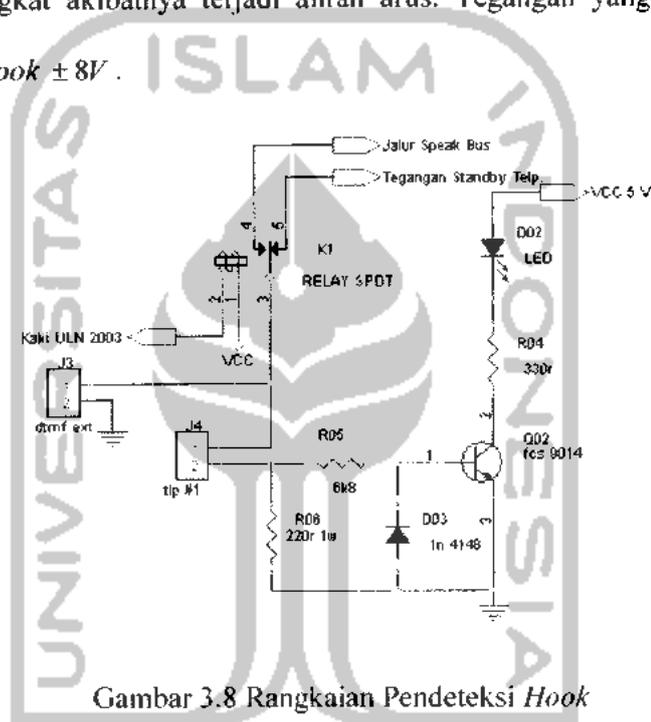
Perancangan deteksi dering menggunakan opto isolator dimana opto isolator ini bekerja ketika mendapat tegangan yang cukup besar. Dalam simulasi kita menggunakan tegangan yang relatif kecil yaitu  $\pm 30$  volt. Sehingga dalam simulasi ditambahkan rangkaian komparator untuk mendeteksi ketika ada perubahan tegangan yang masuk (yang relative kecil) dapat dideteksi dan mengasumsikan merupakan tegangan panggil dari telepon.

### 3.3.2 Rangkaian Sensor Telepon Terangkat dan Tertutup

Rangkaian pendeteksi telepon terangkat dan tertutup berfungsi untuk mengetahui telepon mana yang akan digunakan serta mendeteksi telepon mana yang sedang digunakan. Pada saat telepon dalam keadaan *standby* lampu indikator LED mati karena rangkaian belum terhubung. Ketika telepon diangkat berarti siap melakukan panggilan atau menerima panggilan indikator LED akan menyala. Indikator LED menyala karena adanya aliran arus karena telepon diangkat (rangkaiannya terhubung).

Ketika dalam keadaan *standby* rangkaian pendeteksi *hook* berlogika rendah (0 Volt) karena rangkaian belum terhubung ke beban sehingga tidak ada aliran arus pada rangkaian. Sedangkan ketika telepon terangkat rangkaian

pendeteksi *hook* akan berlogika 1 (5 Volt). Adanya aliran arus dapat diketagui dengan mengukur keadaan *on hook* dan keadaan *off hook*. Dimana ketika *on hook* (*standby*) tegangan yang terukur sebesar  $\pm 15V$  sedangkan ketika *off hook* akan terjadi penurunan tegangan karena rangkaian terhubung ke beban telepon saat telepon terangkat akibatnya terjadi aliran arus. Tegangan yang terukur dalam keadaan *off hook*  $\pm 8V$ .



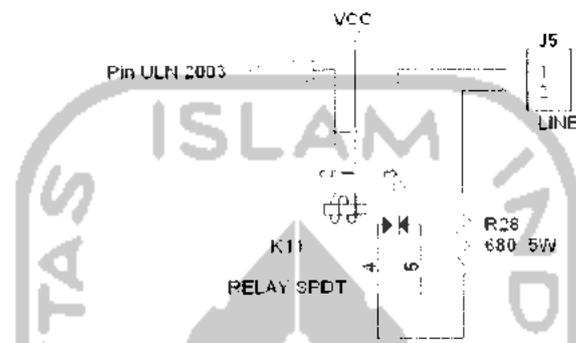
Gambar 3.8 Rangkaian Pendeteksi *Hook*

### 3.3.3 Pengangkat Gagang Telepon

Saluran telepon terdiri dari 2 utas kabel, meskipun demikian pada saluran ini disalurkan suara pembicaraan secara dua arah. Nada dering dan juga sumber tegangan searah yang dikirim kantor telepon agar pesawat telepon bisa bekerja.

Saat pesawat telepon bekerja, pesawat akan mengambil arus listrik dari saluran telepon setelah gagang telepon diangkat. Impedansi pesawat telepon sebesar lebih kurang 600 Ohm, dengan demikian pengangkatan gagang telepon

bias disimulasikan dengan menghubungkan resistor dengan nilai sekitar 600 Ohm pada saluran telepon. Pada piranti ini memakai resistor dengan nilai 580 Ohm. Rangkaian yang digunakan seperti pada gambar.



Gambar 3.9 Rangkaian Pengangkat Gagang Telepon

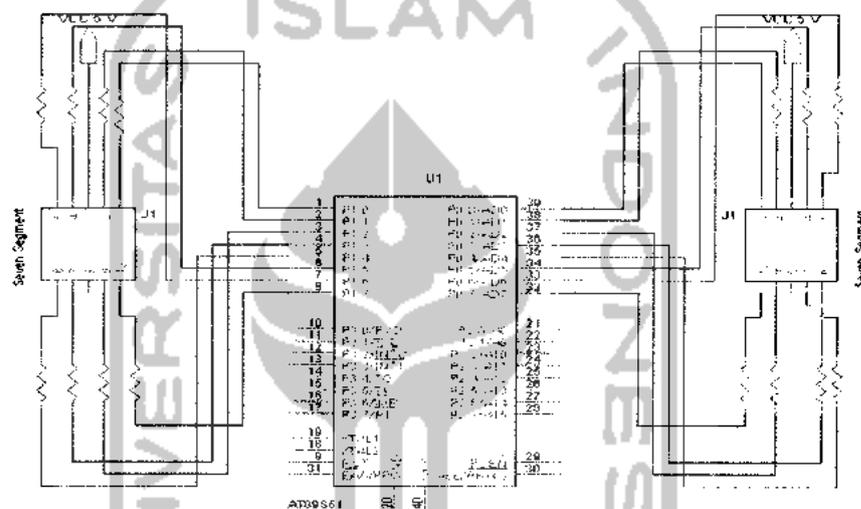
Simulasi pengangkatan gagang telepon dilakukan dengan menghubungkan resistor ke saluran telepon dengan bantuan *relay*. Untuk mengaktifkan *relay* dibutuhkan arus yang cukup besar, kerana arus disediakan oleh port mikrokontroler tidak cukup untuk mengaktifkan *relay*, maka diperluakan penguatan arus yaitu digunakan ULN 2003. Ketika *relay* aktif akan menghubungkan resistor ke saluran telepon sehingga akan timbul aliran arus. Dengan adanya hal tersebut mengakibatkan rangkaian *switching* di kantor telkom akan merasakan gagang pesawat telepon terangkat.

### 3.4 Rangkaian Unit Suara ISD2560

Rangkaian unit suara dirancang dengan komponen utama ISD 2560, merupakan *chip recorder* yang dapat merekam suara dan memutar kembali hasil

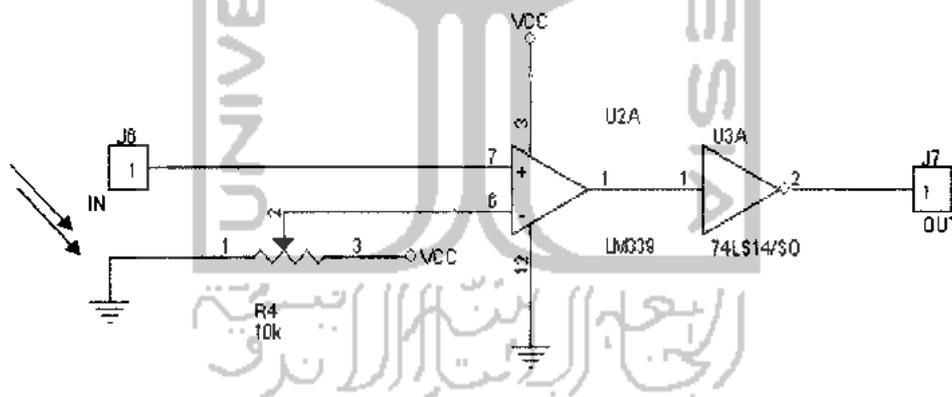


Sehingga dengan melihat *display* tampilan kita sudah mengetahui rangkaian mana yang sedang digunakan dan mana yang mati. Dalam perancangan ini digunakan 2 buah *seven segment* sebagai penampil telepon yang digunakan dan nomor DTMF yang ditekan. Sehingga akan lebih mudah mengamati ketika terjadi kesalahan antara nomor DTMF yang ditekan dengan telepon yang terhubung.



beberapa op-amp yang tersusun dalam kemasan tunggal, sehingga dapat menghemat kebutuhan akan penguat. Selain itu dengan menggunakan IC LM339 ini, maka dapat dilakukan penginderaan langsung dekat pada *ground* dan *Vout*. IC LM339 juga *compatible* dengan semua bentuk logika yang digunakan dan apabila dalam keadaan terpaksa, pengoperasiannya dapat menggunakan sumber dari baterai.

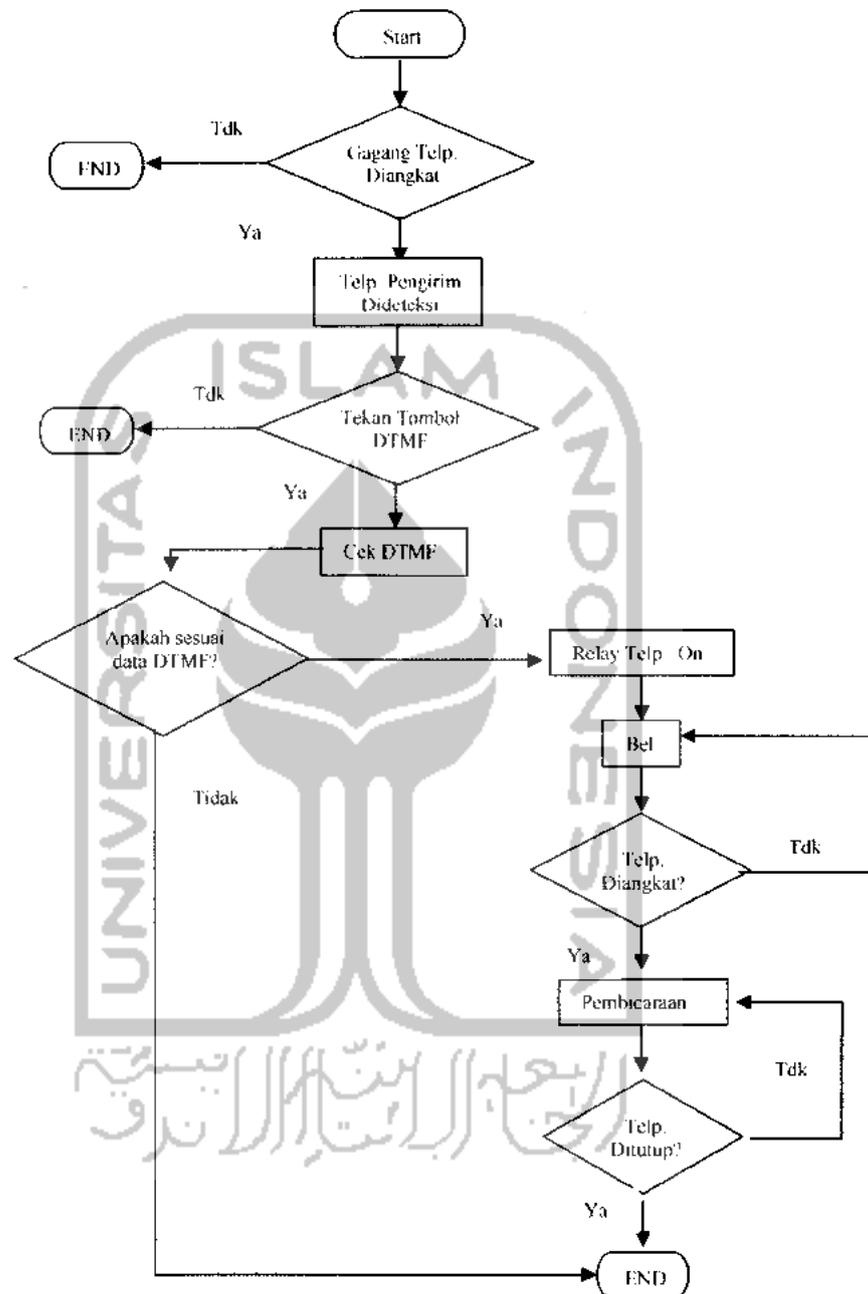
Penguat operasional ini akan dioperasikan sebagai pembanding. Bila tegangan awal (+) lebih besar dari tegangan pembanding (-), maka keluaran pembanding akan tinggi (logika '1'). Sedangkan bila tegangan awal (+) lebih kecil dari tegangan pembanding(-), maka keluaran pembanding akan rendah (logika '0').



Gambar 3.12 Penguat Operasional sebagai Pembanding

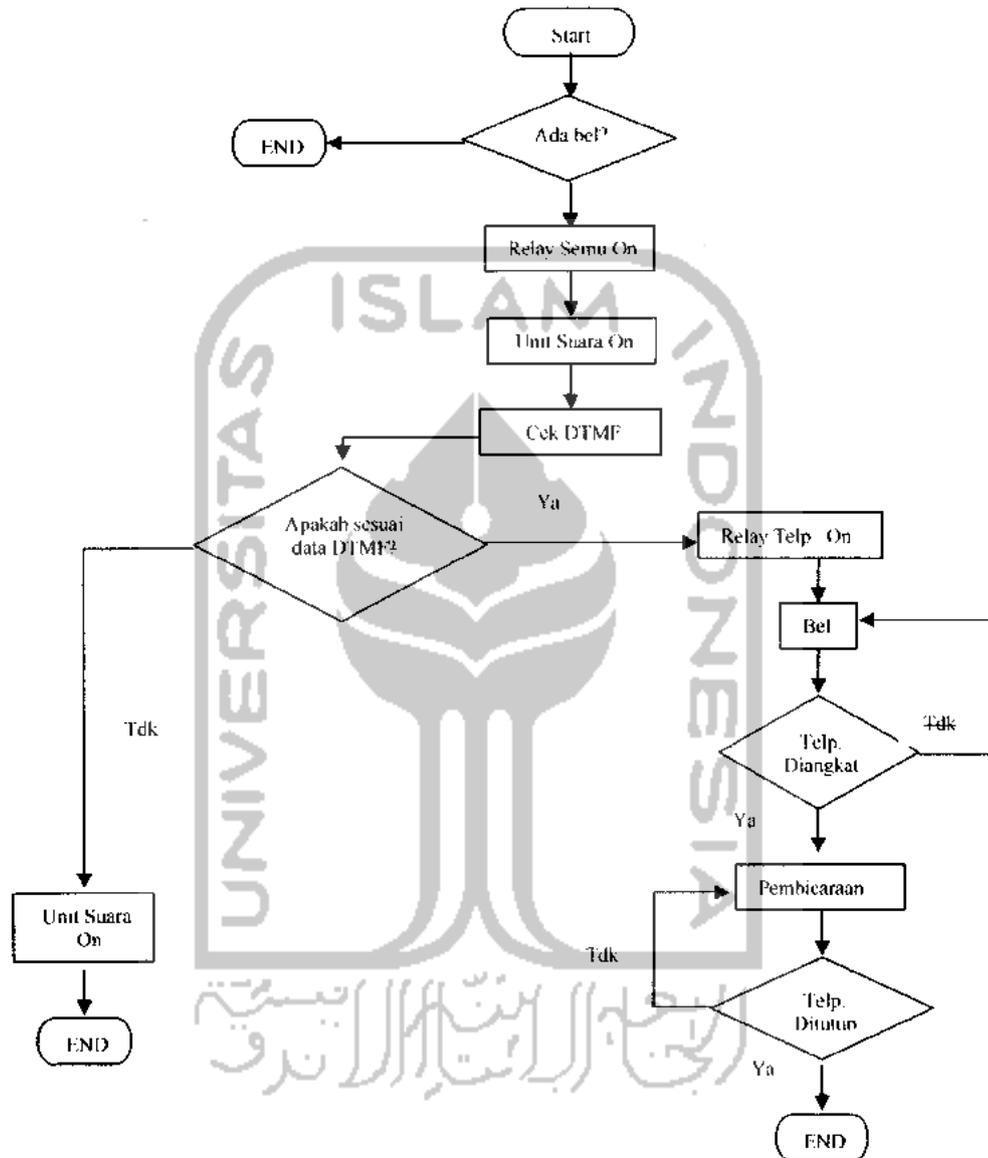
### 3.7 Flowchart PABX

#### 3.7.1 Flowchart Pada Telepon Ekstensi



Gambar 3.13 *Flowchart* Pada Telepon Ekstensi

### 3.7.2 Flowchart Pada Telepon Utama



Gambar 3.14 Flowchart Pada Telepon Utama

## BAB IV

### ANALISIS DAN PENGUJIAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai pengujian terhadap keseluruhan sistem. Materi pengujian meliputi pengujian sistem terhadap berbagai macam pengujian pemilih saluran, pengujian tegangan pada saluran, pengujian rangkaian detektor *hook* serta penampil (*display*).

#### 4.1 Pengujian Pemilihan Saluran

Pada pengujian ini rangkaian penyaluran dihubungkan ke *power supply*, hidupkan *power supply* kemudian pengujian dilakukan dengan cara menekan tombol pada pesawat telepon guna memilih saluran yang akan dipilih, maka pada indikator harus menunjukkan saluran sesuai dengan yang ditekan pada tombol pesawat telepon.

Tabel 4.1 Pengamatan Pemilih Saluran

Nomor Yang Ditekan	Telp. Yang Aktif	Relay	Seven Segment
1	Telp. 1	Led Telp. 1 Menyala	Angka 1
2	Telp. 2	Led Telp. 2 Menyala	Angka 2
3	Telp. 3	Led Telp. 3 Menyala	Angka 3
4	Telp. 4	Led Telp. 4 Menyala	Angka 4
5	Telp. 5	Led Telp. 5 Menyala	Angka 5
6	Telp. 6	Led Telp. 6 Menyala	Angka 6
7	Telp. 7	Led Telp. 7 Menyala	Angka 7
8	Telp. 8	Led Telp. 8 Menyala	Angka 8

Dari hasil pengujian dan pengamatan rangkaian saklar pemilih saluran merupakan saklar yang bekerja secara bergantian, dimana intruksi berdasarkan dari sinyal DTMF yang terkirim dan hasil intruksi dapat dilihat pada indikator LED dan *seven segment*. Jika nomor yang ditekan sesuai dengan tampilan pada LED dan *seven segment* maka rangkaian *switching* (pemilih saluran) telah benar mensaklarkan saluran sesuai dengan yang kita harapkan.

#### 4.2 Pengujian Tegangan Pada Saluran

Pada pengujian tegangan pada saluran ini seperti halnya saklar pemilih (rangkaian *switching*). Hal ini karena rangkaian dikontrol oleh mikrokontroler yang secara otomatis memilih saluran yang dipilih. Dalam pengujian dan pengukuran megangkatan dan menutupan gagang pesawat saluaran yang tidak dipilih tidak mempengaruhi pada saluran yang dipilih. Pengujian dilakukan dengan menekan tombol saluran yang dipilih, kemudian ukur tegangan pada kabel saluran saat *on hook* dan *off hook*.

Tabel 4.2 Pengamatan Tegangan Pada Saluran

Nomor Saluran	Tegangan	
	<i>On Hook</i>	<i>Off Hook</i>
Telp.1	15,7 volt	8,7 volt
Telp.2	15,7 volt	8,7 volt
Telp.3	15,7 volt	8,7 volt
Telp.4	15,7 volt	8,7 volt
Telp.5	15,7 volt	8,7 volt
Telp.6	15,7 volt	8,7 volt
Telp.7	15,7 volt	8,7 volt
Telp.8	15,7 volt	8,7 volt

Dari hasil pengujian tegangan pada saluran yang dipilih, dalam pengujian dan pengukuran ini saluran yang tidak dipilih tidak mempengaruhi pada saluran yang dipilih.

#### 4.3 Pengujian Detektor *Hook*

Pada pengujian detektor *hook* ini dilakukan dengan menghidupkan catu daya, kemudian diukur tegangan pada detektor *hook* saat *on* dan *off*.

Tabel 4.3 Pengamatan Detektor *Hook*

Nomor Saluran	Tegangan	
	<i>On Hook</i>	<i>Off Hook</i>
Telp.1	3,7 volt	0
Telp.2	3,7 volt	0
Telp.3	3,7 volt	0
Telp.4	3,7 volt	0
Telp.5	3,7 volt	0
Telp.6	3,7 volt	0
Telp.7	3,7 volt	0
Telp.8	3,7 volt	0

#### 4.4 Pengujian Sinyal Bel dan Indikator Panggilan

Pada pengujian sinyal bel ini osiloskop dihubungkan ke saluran pesawat telepon guna mengetahui gambar sinyal bel dan tegangan pada bel. Pada pengujian indikator panggilan saluran angkat gagang nomor ekstensi kemudian tekan nomor yang dikehendaki kemudian LED indikator dan tampilan *seven segment* pada penyalur diamati.

Tabel 4.4 Pengamatan Sinyal Bel

Nomor Saluran	Tegangan Bel	LED	Seven Segment	Keadaan Bel
Telp.1	15 volt	LED 1 Nyala	Angka 1	Bunyi
Telp.2	15 volt	LED 2 Nyala	Angka 2	Bunyi
Telp.3	15 volt	LED 3 Nyala	Angka 3	Bunyi
Telp.4	15 volt	LED 4 Nyala	Angka 4	Bunyi
Telp.5	15 volt	LED 5 Nyala	Angka 5	Bunyi
Telp.6	15 volt	LED 6 Nyala	Angka 6	Bunyi
Telp.7	15 volt	LED 7 Nyala	Angka 7	Bunyi
Telp.8	15 volt	LED 8 Nyala	Angka 8	Bunyi

Dalam pengujian sinyal telepon diperoleh :

$$\text{Time/div} = 5 \text{ ms}$$

$$\text{Volt/div} = 5$$

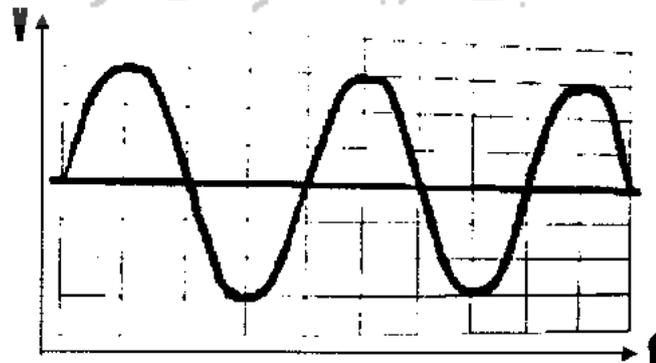
Maka didapatkan hasil :

$$1 \text{ periode} = 4 \times 5 \text{ ms} = 20 \text{ ms}$$

$$\text{Frekuensi} = \frac{1}{T} = \frac{1}{20 \text{ ms}} = 50 \text{ Hz}$$

$$\text{Amplitudo} = 3 \text{ kotak} \times 5 \text{ volt} = 15 \text{ volt}$$

Jadi dengan tegangan 15 volt maka bel dapat berbunyi.



Gambar 4.1 Sinyal Bel

#### 4.5 Pengujian Rangkaian *Driver*

Pengujian rangkaian *driver* dilakukan dengan menghubungkan rangkaian *driver* dengan catu daya kemudian catat tegangan masukan dan keluaran dari IC ULN2003. Hasil dari pengukuran dan pengamatan ini menunjukkan bahwa jika masukan dari rangkaian ini berlogika '1' (0 volt), maka tegangan keluaran dari ULN2003 adalah berlogika '0' (12 volt) sehingga *relay* dan indikator-indikator lainnya akan aktif. Sedangkan bila masukan berlogika '0' maka tegangan *output* dari ULN2003 mendeteksi tegangan VCC (12 volt) sehingga *relay* dan indikator-indikator lainnya tidak aktif. Hal ini menunjukkan bahwa rangkaian telah bekerja dengan baik. Hasil dari pengujian rangkaian *driver* dapat dilihat pada table 4.5.

Tabel 4.5 Pengujian Rangkaian *Driver*

Masukan ULN2003	Tegangan Keluaran ULN2003
Logika '1'	0 Volt
Logika '0'	12 Volt

#### 4.6 Pengujian Rangkaian *DTMF*

Pengujian *DTMF* bertujuan untuk mengetahui bahwa rangkaian yang telah dibuat dapat berfungsi mengkodekan atau mengubah sinyal *DTMF* dari telepon penerima menjadi data *biner 4 bit*. Cara melakukan pengujian rangkaian ini adalah dengan menghubungkan rangkaian ini ke telepon ekstensi maupun pada telepon *line* utama, setelah itu rangkaian diberi tegangan 5 volt Pada saat tombol *key ped* ditekan maka keluaran dari Std (*Delayed Steering*) akan high (3.2 volt) dan D0 (pin 11) sampai dengan D3 (pin 14) akan menghasilkan data sesuai dengan nomor yang ditekan dalam bentuk kode *BCD (Binery Code Desimal)*.

Keluaran rangkaian DTMF *receiver* yaitu D0, D1, D2, dan D3 dihubungkan dengan 4 buah LED agar data keluaran dapat dilihat. Keluaran logika '1' dari rangkaian ini ditandai dengan menyalakan lampu LED dan pada saat diukur tegangannya, keluaran sebesar 5 volt. Sedangkan pada saat logika '0' LED tidak menyala dan tegangan keluaran adalah 0 volt. Hasil pengujian DTMF *receiver* ditentukan pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Pengujian DTMF

Digit	Std	D3	D2	D1	D0
1	H	0	0	0	1
2	H	0	0	1	0
3	H	0	0	1	1
4	H	0	1	0	0
5	H	0	1	0	1
6	H	0	1	1	0
7	H	0	1	1	1
8	II	1	0	0	0
9	H	1	0	0	1



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari perancangan, pembuatan dan pengujian sistem, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Sistem ini dapat digunakan untuk komunikasi antarruangan (kamar) serta menggunakan catu daya sendiri, sehingga jika saluran dari PT. Telkom mati sistem ini dapat tetap digunakan tetapi hanya untuk komunikasi antarruangan (kamar).
2. Jika ada saluran dari luar yang akan menghubungi, telepon akan langsung terangkat secara otomatis setelah ada dering dan akan mengaktifkan pesan suara dan memberikan informasi nomor ekstensi telepon serta nama-nama pemilik kamar.
3. Pesan suara yang tersimpan dalam IC ISD 2560 dapat diganti sesuai keinginan dan kebutuhan.

#### **5.2 Saran**

Dari keseluruhan proses perancangan, pembuatan dan pengujian tugas akhir ini, penulis merasa masih ada kelemahan-kelemahan yang perlu dibenahi untuk kesempurnaannya lebih lanjut, antara lain :

1. Sebaiknya sumber tegangan di-*back up* dengan baterai agar alat ini dapat bekerja walaupun terjadi pemadaman listrik.
2. Proses penyimpanan pesan dapat digunakan beberapa alamat sehingga IC ISD 2560 memiliki beberapa jenis pesan.
3. Untuk penelitian selanjutnya sistem ini dapat dikembangkan untuk dapat melakukan komunikasi dua atau lebih dalam satu waktu.

