

# PEMANFAATAN JARINGAN TELEPON KABEL SEBAGAI SARANA KOMUNIKASI BAGI PENYANDANG TUNA WICARA

SKRIPSI

*Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik*



Disusun oleh :

**RONI ISWANTO**

**NIM. 9901060385-63**

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
MALANG  
2006**

# PEMANFAATAN JARINGAN TELEPON KABEL SEBAGAI SARANA KOMUNIKASI BAGI PENYANDANG TUNA WICARA

## SKRIPSI

*Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik*



Disusun oleh :

**RONI ISWANTO**  
NIM. 9901060385-63

Telah Diperiksa dan Disetujui oleh  
DOSEN PEMBIMBING :

**Ir. M. Julius St., MS**  
NIP. 131 124 655

**Ir. Prantara HT**  
NIP. 132 090 390

# PEMANFAATAN JARINGAN TELEPON KABEL SEBAGAI SARANA KOMUNIKASI BAGI PENYANDANG TUNA WICARA

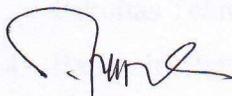
Disusun oleh :

**RONI ISWANTO**

**NIM. 9901060385-63**

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus  
pada tanggal 12 Agustus 2006

**DOSEN PENGUJI**



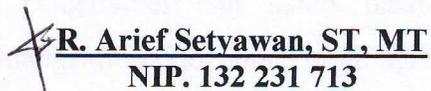
**Ir. Nurussa'adah**  
**NIP. 131 994 339**



**Ir. Ponco Siwindarto, MS**  
**NIP. 131 837 966**



**M. Rifan, ST, MT**  
**NIP. 132 283 659**

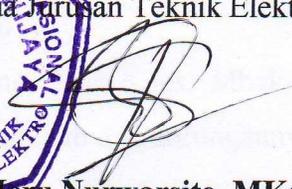


**R. Arief Setyawan, ST, MT**  
**NIP. 132 231 713**



Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Elektro,



**Ir. Heru Nurwarsito, MKom**  
**NIP. 131 879 033**

## PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil'alamiin, segala puji bagi Allah SWT atas rahmat, hidayah serta karunia-Nya yang tiada habisnya. Sholawat serta salam semoga senantiasa terlimpahkan untuk Rosulullah SAW, beserta keluarga dan para sahabat yang setia mengikuti jejak beliau. Berkat hidayah dan inayah Allah SWT, Skripsi yang berjudul "PEMANFAATAN JARINGAN TELEPON KABEL SEBAGAI SARANA KOMUNIKASI BAGI PENYANDANG TUNA WICARA" dapat terselesaikan dengan baik dan lancar.

Skripsi ini tidak dapat diselesaikan dengan baik tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan yang berbahagia ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebanyak-banyaknya kepada:

1. Ayahanda dan Ibunda tercinta yang senantiasa memberikan nasehat, dorongan dan do'a serta kasih sayang yang tak terhitung jumlahnya.
2. Bapak Ir. Heru Nurwarsito, Mkom. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.
3. Bapak Rudy Yuwono, ST, MSc. selaku Sekertaris Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.
4. Bapak Ir. Ponco Siwindarto, MS selaku KKDK Elektronika Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
5. Bapak Ir. M. Julius St., MS selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberi saran, masukan serta motivasi dalam penyusunan skripsi ini.
6. Bapak Ir. Primantara HT, selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan ide, bimbingan, motivasi, pengarahan dan saran dalam penyusunan skripsi ini, serta bersedia meluangkan waktu untuk bimbingan ditengah kesibukannya yang sangat padat.
7. Bapak, Ibu dosen serta segenap staf dan karyawan Jurusan Teknik Elektro baik secara langsung maupun tidak langsung yang telah banyak membantu menyelesaikan skripsi ini.
8. Kakak-kakakku tersayang, Mas Koes, Mbak Fatmie, Mbak Ana dan Mas Khoiril atas perhatian, bantuan dan dorongannya selama ini.
9. Ketiga keponakanku, Farid, Aulia dan Aurelia yang lucu dan selalu menghadirkan kebahagiaan tersendiri.

10. Seluruh teman-temanku warga dozer, khususnya teman-teman dari the Dragoner's terima kasih atas semua bantuan baik moral maupun spriritual.

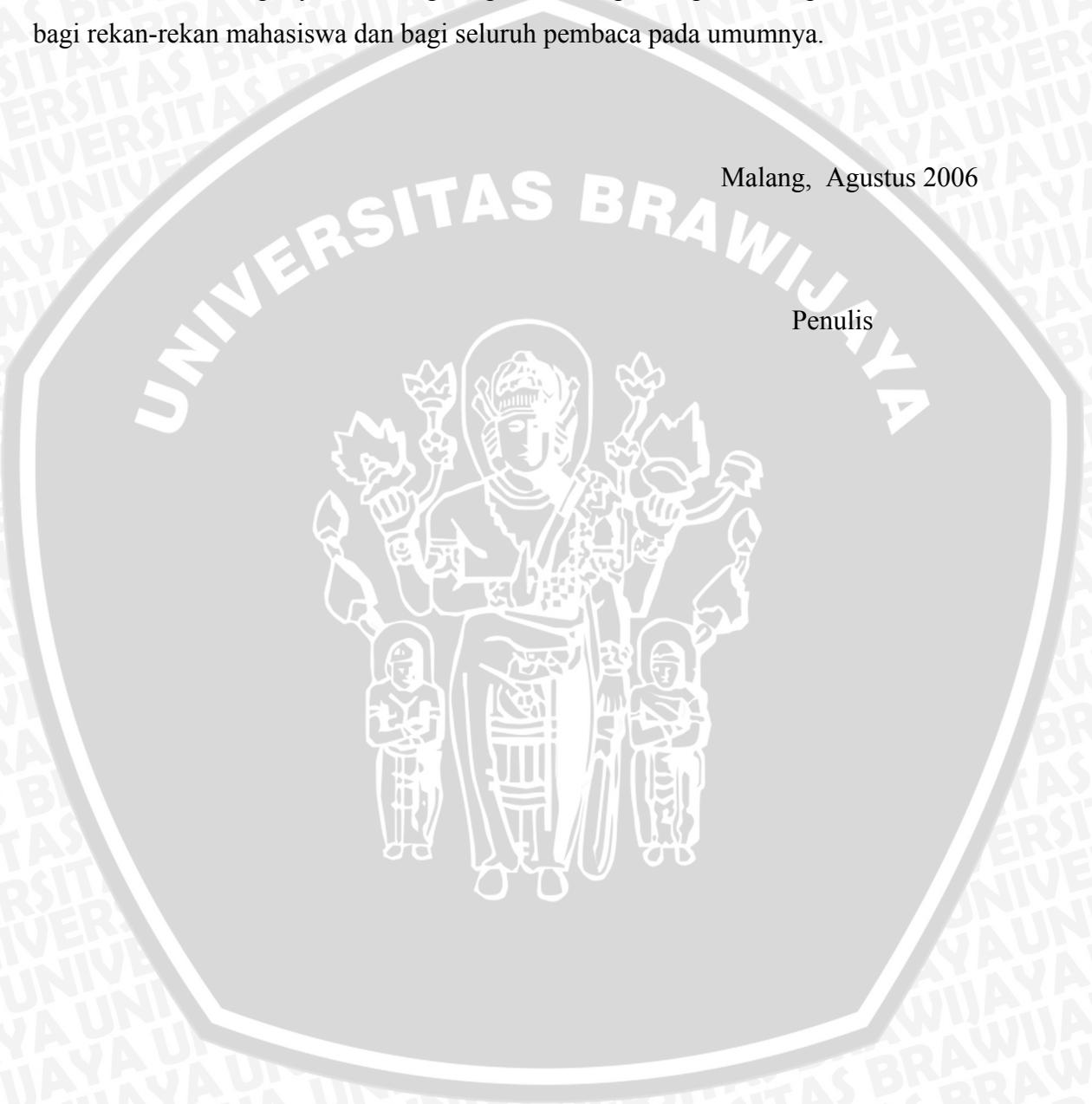
11. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan sebaik-baiknya.

Penyusun menyadari bahwa skripsi yang kami susun masih banyak kekurangan serta masih jauh dari sempurna, hal ini tidak lain karena keterbatasan materi dan pengetahuan yang dimiliki penyusun. Oleh karena itu kritik serta saran sangat kami harapkan demi kesempurnaan penyusunan skripsi ini.

Akhir kata, penyusun mengharapkan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa dan bagi seluruh pembaca pada umumnya.

Malang, Agustus 2006

Penulis



## RINGKASAN

Roni Iswanto, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang, Agustus 2006, *Pemanfaatan Jaringan Telepon Kabel sebagai Sarana Komunikasi bagi Penyandang Tuna Wicara*, Dosen Pembimbing : Ir. M. Julius St., MS dan Ir. Primantara HT.

Tidak semua masyarakat Indonesia mampu merasakan manfaat dari perkembangan teknologi komunikasi, khususnya telepon, meskipun jaringan telepon PT. Telkom telah tersedia di daerahnya. Hal ini dirasakan oleh mereka yang menderita tuna wicara. Dalam skripsi ini akan dirancang sebuah alat komunikasi bagi penyandang tuna wicara dengan memanfaatkan jaringan telepon kabel. Tujuan dari perancangan ini adalah untuk membuat alat bantu komunikasi bagi penyandang tuna wicara sehingga mereka juga dapat merasakan manfaat dari perkembangan telepon kabel yang biayanya relatif murah jika dibandingkan dengan biaya sms pada telepon seluler.

Alat komunikasi yang dirancang terdiri dari *keyboard*, mikrokontroler, LCD, memori dan IC DTMF. Pesan yang akan dikirim dimasukkan dengan menggunakan *keyboard* dan diolah dalam mikrokontroler kemudian ditampilkan dalam LCD dan disimpan dalam memori. IC DTMF digunakan untuk melakukan *dialing* dan untuk komunikasi data. Panggilan ke nomor tujuan dilakukan dengan memasukkan nomor melalui *keyboard*. Setelah terhubung dengan telepon tujuan maka komunikasi dapat dilakukan. Alat komunikasi ini dapat mulai mengirimkan pesan dan menerima pesan. Pesan yang diterima akan disimpan dalam memori dan ditampilkan dalam LCD. LCD hanya dapat menampilkan sebanyak 32 karakter dalam 2 baris. Untuk membaca pesan yang lebih dari 32 karakter bisa digunakan tombol panah pada *keyboard*. Jadi cara komunikasinya sama dengan *chatting* pada internet. Alat yang dirancang tersebut telah berhasil sesuai dengan tujuan.



DAFTAR ISI

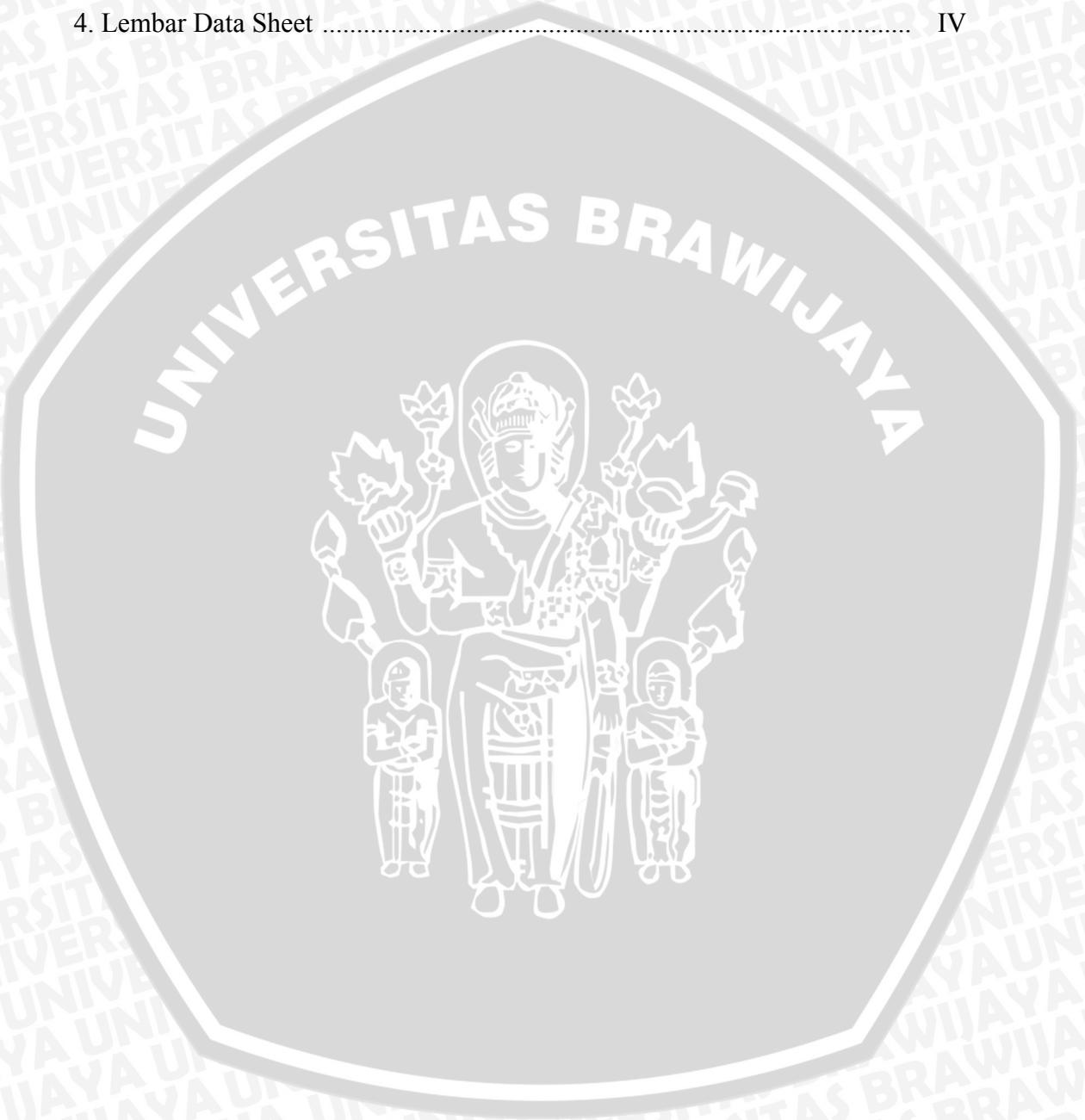
LEMBAR PERSETUJUAN .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
PENGANTAR .....	iii
RINGKASAN .....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Batasan Masalah .....	3
1.4. Tujuan Penelitian .....	3
1.5. Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1. Tuna Wicara .....	5
2.2. Perangkat Keras ( <i>Hardware</i> ) .....	6
2.2.1. Mikrokontroler AT89C51 .....	6
2.2.1.1. Deskripsi Pin-pin AT89C51 .....	8
2.2.1.2. Struktur dan Cara Kerja <i>Port</i> Masukan/ Keluaran .....	10
2.2.1.3. Pewaktu ( <i>Timer</i> ) .....	11
2.2.1.4. Organisasi Memori .....	11
2.2.1.4.1 Memori Program .....	12
2.2.1.4.2 Memori Data .....	13
2.2.2. Sistem Telepon .....	17
2.2.2.1. Saluran Telepon .....	17
2.2.2.2. Pesawat Telepon <i>Dual Tone Multiple Frequency</i> (DTMF) ...	19
2.2.2.3. DTMF <i>Transceiver</i> MT8888 .....	21
2.2.2.3.1 Deskripsi Pin-pin MT8888 .....	22
2.2.2.3.2 Register- register MT8888 .....	22
2.2.3. Komunikasi Data .....	24



2.2.4. Tampilan <i>Liquid Crystal Display (LCD Display)</i> .....	26
2.2.5. <i>Keyboard</i> Komputer .....	28
2.2.6. Memori AT28C64 .....	30
2.2.7. Optokopler H11AA1 .....	31
2.2.8. <i>Relay</i> .....	32
2.2.9. Transistor sebagai Saklar .....	33
2.3. Perangkat Lunak ( <i>Software</i> ).....	34
2.3.1. Program Sumber <i>Assembly</i> .....	35
2.3.2. Program Objek .....	36
2.3.3. Assembly Listing .....	36
<b>BAB III. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>38</b>
3.1. Studi Literatur .....	38
3.2. Perancangan Alat .....	38
3.3. Pembuatan Alat .....	38
3.4. Pengujian Alat dan Analisis .....	39
3.5. Pengambilan Kesimpulan .....	39
<b>BAB IV. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT</b> .....	<b>40</b>
4.1. Spesifikasi Alat .....	40
4.2. Blok Diagram Sistem .....	40
4.3. Perancangan Perangkat Keras .....	42
4.3.1. Perancangan <i>Keyboard</i> .....	42
4.3.2. Tampilan LCD .....	44
4.3.3. Rangkaian Sistem DTMF MT8888CE .....	45
4.3.4. Rangkaian Memori AT28C64 .....	49
4.3.5. Rangkaian Pengendali <i>On/Off Hook</i> .....	50
4.3.6. Rangkaian Pendeteksi Nada Dering .....	52
4.3.7. Rangkaian Mikrokontroler AT89C51 .....	54
4.4. Perancangan Perangkat Lunak .....	56
<b>BAB V. PENGUJIAN DAN ANALISA DATA</b> .....	<b>58</b>
5.1. Pengujian Rangkaian Antarmuka <i>Keyboard</i> .....	58
5.1.1. Tujuan .....	58
5.1.2. Peralatan yang Digunakan .....	58

5.1.3. Prosedur Pengujian .....	58
5.1.4. Hasil Pengujian .....	59
5.2. Pengujian Rangkaian LCD .....	59
5.2.1. Tujuan .....	59
5.2.2. Peralatan yang Digunakan .....	60
5.2.3. Prosedur Pengujian .....	60
5.2.4. Hasil Pengujian .....	60
5.3. Pengujian Rangkaian DTMF MT8888 .....	60
5.3.1. Pengujian Rangkaian DTMF sebagai Penerima .....	60
5.3.1.1. Tujuan .....	60
5.3.1.2. Peralatan yang Digunakan .....	61
5.3.1.3. Prosedur Pengujian .....	61
5.3.1.4. Hasil Pengujian .....	61
5.3.2. Pengujian Rangkaian Pembangkit Nada DTMF .....	62
5.3.2.1. Tujuan .....	62
5.3.2.2. Peralatan yang Digunakan .....	62
5.3.2.3. Prosedur Pengujian .....	63
5.3.2.4. Hasil Pengujian .....	63
5.4. Pengujian Rangkaian Pengendali <i>On/Off Hook</i> .....	63
5.4.1. Tujuan .....	63
5.4.2. Peralatan yang Digunakan .....	64
5.4.3. Prosedur Pengujian .....	64
5.4.4. Hasil Pengujian .....	64
5.5. Pengujian Rangkaian Pendeteksi Nada Dering .....	65
5.5.1. Tujuan .....	65
5.5.2. Peralatan yang Digunakan .....	65
5.5.3. Prosedur Pengujian .....	65
5.5.4. Hasil Pengujian .....	65
5.6. Pengujian Sistem Secara Keseluruhan .....	66
5.6.1. Tujuan .....	66
5.6.2. Peralatan yang Digunakan .....	66
5.6.3. Prosedur Pengujian .....	66
5.6.4. Hasil Pengujian .....	67

BAB VI PENUTUP .....	68
6.1. Kesimpulan .....	68
6.2. Saran .....	69
DAFTAR PUSTAKA .....	70
LAMPIRAN .....	71
1. Listing Program Assembly .....	I
2. Gambar Layout Rangkaian .....	II
3. Layout PCB .....	III
4. Lembar Data Sheet .....	IV



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Arsitektur AT89C51 .....	7
Gambar 2.2.	Konfigurasi Pin-pin AT89C51 .....	8
Gambar 2.3.	Hubungan Osilator .....	11
Gambar 2.4.	Peta Memori Program .....	12
Gambar 2.5.	Peta Memori Data dan SFR .....	14
Gambar 2.6.	<i>Tone Signal</i> .....	18
Gambar 2.7.	Sinyal Dering .....	18
Gambar 2.8.	Kombinasi nada DTMF .....	20
Gambar 2.9.	Tipe IC DTMF Buatan Mitel .....	21
Gambar 2.10.	Susunan Pin-pin MT8888 .....	21
Gambar 2.11.	<i>LCD Display Module M1632</i> .....	26
Gambar 2.12.	Konfigurasi Pin-pin <i>LCD Display Module M1632</i> .....	27
Gambar 2.13.	<i>Keyboard dan Scan code</i> .....	29
Gambar 2.14.	Susunan Pin AT28C64 .....	30
Gambar 2.15.	Susunan Pin H11AA1 .....	31
Gambar 2.16.	Macam-macam <i>Relay</i> .....	33
Gambar 2.17.	(a) Transistor Sebagai Saklar. (b) Garis Beban DC .....	34
Gambar 2.18.	Bentuk Program Sumber <i>Assembly</i> .....	35
Gambar 4.1	Blok Diagram Sistem .....	41
Gambar 4.2.	<i>PS/2-female Connector</i> .....	42
Gambar 4.3	Antarmuka <i>Keyboard</i> .....	43
Gambar 4.4.	Rangkaian antarmuka LCD .....	44
Gambar 4.5	Rangkaian Sistem DTMF .....	45
Gambar 4.6.	Rangkaian Memori AT28C64 .....	49
Gambar 4.7.	Rangkaian Pengendali <i>Off Hook</i> .....	51
Gambar 4.8.	Rangkaian Pendeteksi Nada Dering .....	53
Gambar 4.9.	Rangkaian Mikrokontroler AT89C51 .....	55
Gambar 4.10	<i>Flowchart</i> Program Utama .....	57
Gambar 5.1	Rangkaian Pengujian <i>Keyboard</i> .....	58
Gambar 5.2.	Pengujian Tampilan LCD .....	60
Gambar 5.3.	Pengujian Rangkaian Penerima DTMF .....	61

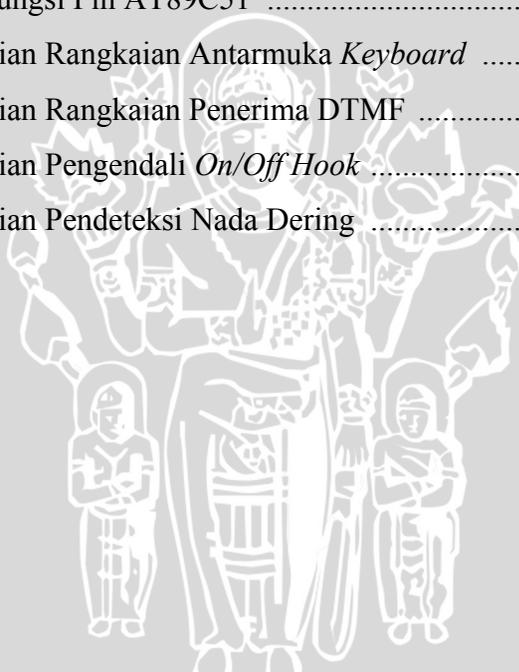


Gambar 5.4.	Rangkaian Pengujian Pembangkit DTMF .....	63
Gambar 5.5.	Rangkaian Pengujian Pengendali <i>On/Off Hook</i> .....	64
Gambar 5.6.	Rangkaian Pengujian Pendeteksi Nada Dering .....	65
Gambar 5.7.	Rangkaian Pengujian Keseluruhan .....	67



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Nilai register setelah di- <i>reset</i> .....	8
Tabel 2.2. Fungsi Khusus <i>Port 3</i> .....	9
Tabel 2.3 Sarana dan alamat awal layanan interupsi .....	13
Tabel 2.4. Fungsi Masing-masing Pin MT8888 .....	22
Tabel 2.5. Pembagian Register pada MT8888 .....	23
Tabel 2.6 Susunan Register Kontrol .....	23
Tabel 2.7. Susunan Bit dalam Register Status .....	24
Tabel 2.8. Penjelasan Pin-pin LCD .....	27
Tabel 2.9. Deskripsi Pin AT28C64 .....	31
Tabel 2.10. Deskripsi Pin Optokopler H11AA1 .....	32
Tabel 4.1. Deskripsi konektor pada PS/2 .....	42
Tabel 4.2. Operasi Penulisan LCD .....	44
Tabel 4.3. Alamat LCD M1632 .....	45
Table 4.4. Penjelasan Fungsi Pin AT89C51 .....	55
Tabel 5.1. Hasil Pengujian Rangkaian Antarmuka <i>Keyboard</i> .....	59
Table 5.2. Hasil Pengujian Rangkaian Penerima DTMF .....	62
Tabel 5.3. Hasil Pengujian Pengendali <i>On/Off Hook</i> .....	64
Tabel 5.4. Hasil Pengujian Pendeteksi Nada Dering .....	65



## B A B I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Teknologi elektronika dewasa ini berkembang dengan pesat. Adanya perangkat komputer membantu seseorang melakukan pekerjaan menghitung dan mengolah data dalam waktu yang cepat dan dengan hasil yang sangat memuaskan. Kemajuan di bidang telekomunikasi juga berkembang sangat cepat, salah satunya adalah perkembangan teknologi telepon. Berawal dari telepon manual sampai telepon digital, bahkan akhir-akhir ini banyak bermunculan telepon seluler yang bisa dipakai hampir di semua tempat. Dengan kemajuan teknologi telepon ini membuat seseorang mampu memperoleh informasi dari berbagai tempat dalam waktu yang relatif singkat. Teknologi telepon yang pertama kali dikembangkan di Indonesia adalah telepon kabel/*Public Service Telephone Network* (PSTN) yang saat ini dikelola oleh PT Telkom. Seiring dengan perkembangan jaman, jaringan telepon yang telah dibangun oleh PT Telkom sudah sangat luas. Tidak hanya mencakup wilayah perkotaan saja, melainkan sudah sampai ke pelosok desa. Sehingga perkembangan elektronika khususnya di bidang telekomunikasi dapat dirasakan oleh hampir seluruh masyarakat Indonesia.

Kenyataannya, tidak semua masyarakat Indonesia mampu merasakan manfaat dari telekomunikasi, khususnya telepon, meskipun jaringan telepon PT. Telkom telah tersedia di daerahnya. Hal ini dirasakan oleh mereka yang menderita cacat bawaan. Terutama mereka yang menderita tuna wicara. Mereka tidak mampu merasakan manfaat telepon karena tidak bisa bicara. Padahal kebutuhan informasi yang mereka inginkan tidak berbeda dengan informasi yang dibutuhkan oleh layaknya orang-orang yang sehat (normal). Padahal pengetahuan tentang teknologi yang mereka miliki pun tidak jauh berbeda dengan orang-orang pada umumnya. Mereka juga mengalami kesulitan jika ingin menyampaikan pesan pada orang-orang yang jauh dari tempatnya, karena tidak bisa melihat bahasa khas yg mereka gunakan, yaitu bahasa isyarat. Hal ini kadang-kadang bisa menimbulkan kecemburuan sosial di kalangan masyarakat.

Dengan berkembangnya telepon seluler, dapat sedikit mengatasi masalah ini. Mereka (para penyandang tuna wicara) bisa menggunakan fasilitas *Short Message*

*Service* (SMS) pada telepon seluler, sebagai sarana komunikasi dengan teman, saudara atau keluarga. Bahkan dengan fasilitas ini mereka mendapatkan informasi baru yang sedang terjadi. Kekurangan dari fasilitas ini adalah biaya yang relatif mahal. Jika dibandingkan dengan telepon PSTN, untuk berbicara selama 3 menit hanya perlu membayar Rp 275,-, sedangkan pada telepon seluler harus membayar Rp. 350,- untuk 159 karakter ( $\pm$  22 kata/ 2 kalimat). Untuk itu, dalam Tugas Akhir ini akan dirancang sebuah alat yang dapat digunakan oleh para penyandang tuna wicara sebagai sarana komunikasi dengan memanfaatkan jaringan telepon kabel milik PT. Telkom. Sehingga mereka juga bisa merasakan manfaat dari jaringan telepon PSTN yang relatif murah jika dibandingkan dengan telepon seluler.

Penelitian yang dilakukan oleh Muhamad Fatchurrohman mahasiswa Teknik Elektro Universitas Brawijaya dalam skripsinya yang berjudul penjawab telepon dalam bentuk teks, memiliki sistem yang hampir sama dengan rangkaian yang akan dirancang. Kelebihan dari alat yang akan dirancang dalam penelitian ini ada banyak sekali, beberapa diantaranya adalah: alat ini bisa berfungsi ketika pihak yang dihubungi ada di tempat atau tidak ada di tempat. Yang ke dua, data yang bisa dikirim dalam satu kali pengiriman bisa sampai 1000 karakter. Yang ke tiga, alat ini akan menguntungkan baik untuk telepon lokal maupun interlokal. Yang ke empat, tidak akan ada data yang hilang jika terjadi kesalahan pengangkatan telepon. Dan yang ke lima, penulisan pesan pada alat ini akan lebih cepat karena menggunakan *keyboard* yang dapat mewakili tiap karakternya.

## 1.2 Rumusan Masalah

Sesuai dengan permasalahan yang ada, maka dalam perancangan dan pembuatan alat ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang alat yang dapat digunakan untuk menghubungi nomor telepon tujuan berdasarkan sistem *Dual Tone Multiple Frequency* (DTMF).
2. Bagaimana merancang alat pendeteksi adanya nada panggil, dan mengendalikan *on/ off hook*.
3. Bagaimana merancang dan membuat sarana komunikasi data digital pada saluran telepon.

4. Bagaimana membuat antarmuka sistem dengan sebuah *Liquid Crystal Display* (LCD) grafik sebagai tampilan.
5. Bagaimana cara menyimpan pesan pada memori eksternal.
6. Bagaimana membuat antarmuka dengan *keyboard*.

### 1.3 Batasan Masalah

Pembahasan dalam perancangan ini sangat luas, karena itu perlu diadakan pembatasan masalah agar perancangan dapat terlaksana dengan efektif dan efisien.

Adapun batasan masalah tersebut adalah sebagai berikut :

1. Penggunaan komponen DTMF dan mikrokontroler dalam perancangan ini disesuaikan dengan *data sheet* yang ada.
2. Memori hanya dapat menyimpan 4 pesan yang diterima dan 4 pesan yang telah dikirimkan.
3. Cara komunikasi data tidak dibahas secara mendetail hanya disesuaikan dengan kebutuhan saja.
4. Data dimasukkan dengan menggunakan *keyboard Personal Computer* (PC) yang sudah ada.
5. Tidak membahas *power supply*.
6. Pembangkit nada dering tidak dibahas

### 1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat sebuah alat yang dapat digunakan sebagai sarana komunikasi bagi para penyandang tuna wicara dengan memanfaatkan jaringan telepon kabel/PSTN. Teknik komunikasinya sama dengan *chatting* pada internet.

### 1.5 Sistematika Pembahasan

Sistematika yang digunakan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

Bab I : Pendahuluan

Menjelaskan latar belakang permasalahan, rumusan masalah, ruang lingkup pembahasan, tujuan penelitian dan sistematika pembahasan tugas akhir.

**Bab II : Tinjauan Pustaka**

Menjelaskan tentang teori dasar dari beberapa komponen yang digunakan dalam perancangan alat yang meliputi mikrokontroler AT89C51, sistem telepon, sistem komunikasi data digital, memori, *keyboard* dan bahasa assembler sebagai bahasa pemrograman.

**Bab III: Metodologi Penelitian**

Menjelaskan tahap-tahap dan metodologi yang dilakukan dalam perencanaan pembuatan alat .

**Bab IV: Perencanaan dan Pembuatan Alat**

Menjelaskan spesifikasi, diagram blok, dan prinsip kerja rangkaian dari alat yang dirancang.

**Bab V : Pengujian dan Analisis**

Menjelaskan pengujian alat dan analisis terhadap data hasil pengujian menggunakan teori yang ada.

**Bab VI: Penutup**

Berisi kesimpulan yang dapat diambil dan saran terhadap hasil yang diperoleh dalam tugas akhir.



## B A B II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tuna Wicara

Tuna wicara atau bisu merupakan salah satu cacat yang bisa diderita oleh semua orang dimana orang tersebut tidak dapat berbicara atau mengeluarkan kata-kata. Secara umum penyebab tuna wicara ada dua macam (Dullah, 1977:9), yang pertama adalah tuna wicara karena organ pendengaran yang tidak berfungsi dengan baik. Biasanya tuna wicara seperti ini diderita sejak lahir dimana mereka tidak sempat belajar tata cara pengucapan kata-kata. Mereka yang menderita tuna wicara ini biasanya memiliki organ pendengaran yang rusak tetapi organ bicaranya (pita suara) dapat berfungsi dengan baik seperti orang normal. Mereka tidak bisa mendengarkan kata-kata yang seharusnya. Mereka belajar mengeluarkan kata-kata hanya dengan melihat bentuk mulut orang-orang yang sedang berbicara, sehingga kata yang diucapkannya tidak sesuai dengan yang diucapkan oleh orang-orang pada umumnya meskipun sebenarnya organ bicara mereka bisa berfungsi dengan baik.

Yang ke dua, mereka menderita tuna wicara yang disebabkan rusaknya organ bicara karena sesuatu hal. Tuna wicara seperti ini bisa diderita sejak lahir atau ketika mereka dewasa. Mereka ini bisa mendengar dan bisa menirukan, tetapi karena organ bicara mereka tidak berfungsi maka tidak ada kata-kata yang keluar dari mulutnya. Rusaknya pita suara bisa disebabkan oleh banyak hal, misalkan bawaan sejak lahir atau karena kecelakaan. Mereka yang tuna wicara karena kecelakaan biasanya masih sempat belajar berkata-kata.

Di Indonesia, ada lebih dari 1 juta penduduk yang menderita tuna wicara (Ant/nik, 2004). Meskipun mereka bisu, kebutuhan hidup mereka juga tidak jauh berbeda dengan kebutuhan manusia normal pada umumnya. Mereka membutuhkan makan, minum, bersosialisasi, dan berkomunikasi dengan orang-orang sekitarnya. Mereka juga mengerti apa saja yang terjadi di sekitar mereka. Adanya peperangan, bencana alam, bahkan sampai tentang kemajuan teknologi seperti komputer dan teleponpun mereka juga mengetahuinya. Tapi umumnya mereka tidak dapat memanfaatkannya karena teknologi ini dibuat bukan untuk mereka. Kebutuhan berinteraksi mereka juga tidak jauh berbeda. Mereka juga butuh berkomunikasi



dengan keluarga, teman-teman sebayanya atau dengan masyarakat luas. Cara komunikasi mereka umumnya dengan bahasa isyarat tangan. Tetapi mereka akan mengalami kesulitan jika lawan bicaranya tidak dapat melihat mereka. Misalkan mereka yang sedang belajar di Sekolah Luar Biasa (SLB) tiba-tiba ingin berbicara pada ibu mereka yang ada di rumah. Mereka akan sangat kesulitan, padahal teknologi telepon telah memberi fasilitas untuk komunikasi jarak jauh, sayangnya itu bukan untuk mereka.

Pada pertengahan tahun 90-an mereka pernah mendapat perhatian khusus dari pemerintah, salah satunya diwujudkan dalam siaran berita pemerintah di televisi Republik Indonesia (TVRI) dimana di setiap acara berita ditayangkan pembaca berita dengan bahasa isyarat di samping pembaca berita dengan lisan. Biasanya pembaca berita dengan bahasa isyarat tangan ditempatkan di pojok kanan bawah layar televisi. Tujuannya adalah untuk memberikan informasi kepada mereka yang tuna wicara, sehingga mereka juga dapat mengetahui perkembangan yang terjadi di sekitar mereka (Gilang, 2004). Selain itu agar mereka merasa bahwa mereka juga mendapat perhatian dari pemerintah, sehingga dapat mengurangi kesenjangan sosial antara mereka dan orang-orang normal di sekitar mereka.

## 2.2 Perangkat Keras (*Hardware*)

### 2.2.1 Mikrokontroler AT89C51

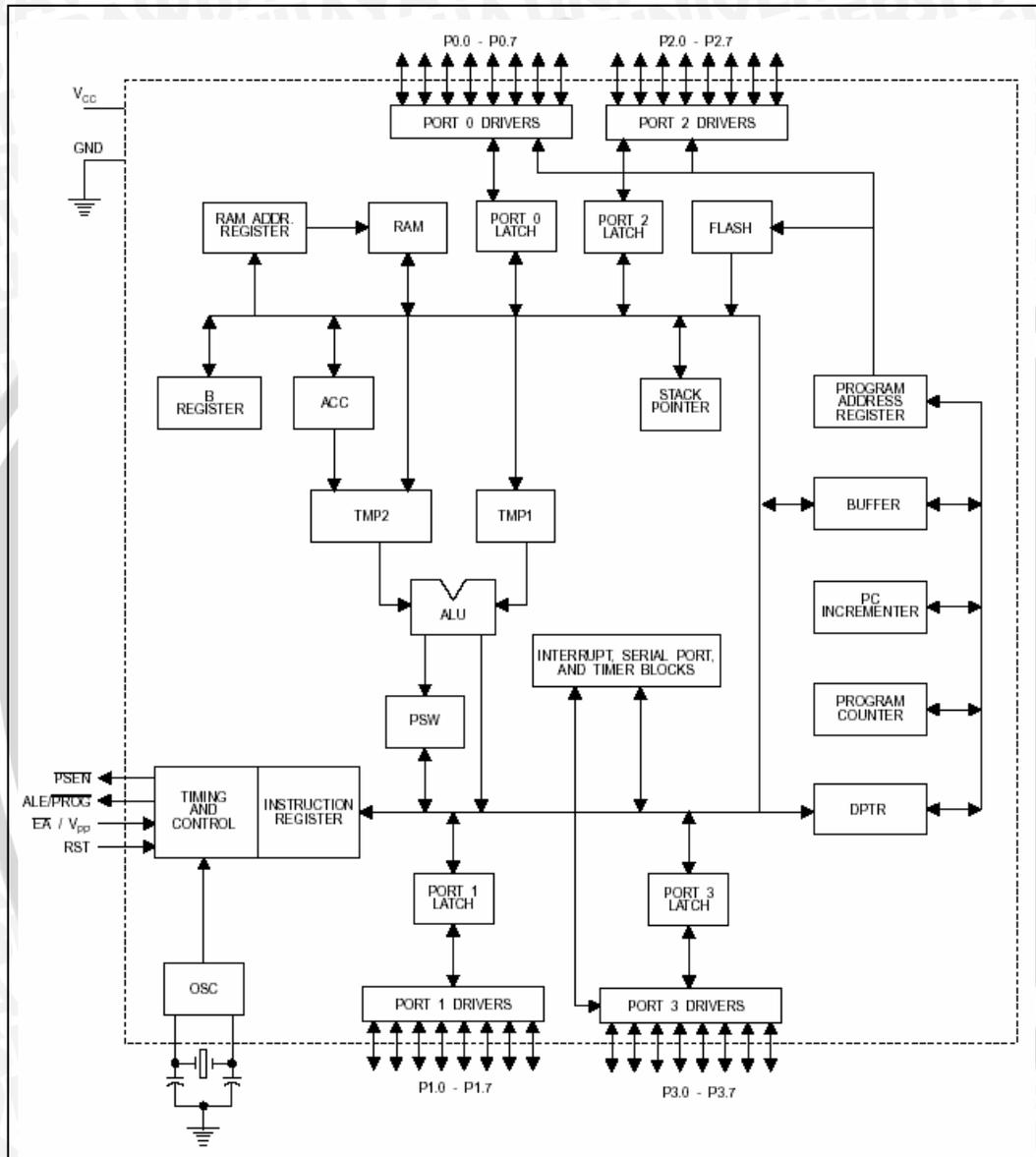
Mikrokontroler AT89C51 adalah mikrokontroler yang dikeluarkan oleh Atmel pada tahun 1994, sebuah perusahaan yang bergerak dalam produksi semikonduktor dan menguasai teknologi *Flash Programmable – Erasable Read Only Memory* (PEROM). Pembuatan mikrokontroler ini masih seperti pendahulunya yaitu 8051 buatan Intel pada awal tahun 1980-an. Perbedaannya, pada mikrokontroler ini, Atmel telah menambahkan *Flash PEROM*.

Dengan memadukan arsitektur perangkat keras keluarga mikrokontroler MCS51 dan teknologi *Flash Memory*, maka mikrokontroler AT89C51 terbentuk sebagai sebuah mikrokontroler CMOS 8 bit dengan 4 Kbytes *Flash Memory*. Mikrokontroler ini memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- 4 Kb internal PEROM
- 2 buah *timer counter* 16 bit

- 32 jalur *input/output* yang dapat diprogram
- 6 jalur interupsi
- 128 X 8 bit internal *Random Access Memory* (RAM)
- Sebuah *port* serial

Dengan teknologi ini, sebuah disain elektronika akan semakin ringkas, praktis dan ekonomis karena mikrokontroler ini juga cukup mudah diperoleh di pasaran dengan harga yang relatif murah. Arsitektur dari mikrokontroler AT89C51 ditunjukkan dalam Gambar 2.1.

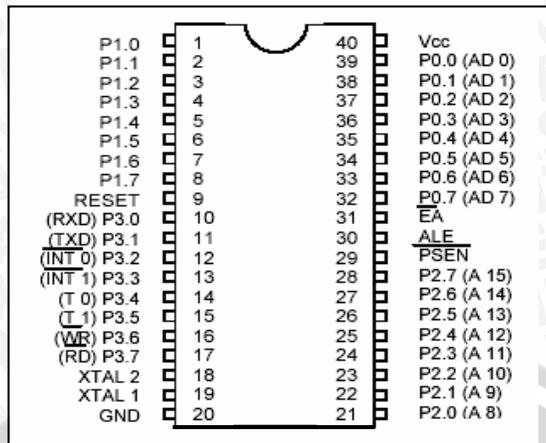


**Gambar 2.1.** Arsitektur AT89C51

**Sumber :** Anonymous, 1997: 4-30

### 2.2.1.1 Deskripsi Pin-pin AT89C51

Mikrokontroler AT89C51 mempunyai 40 pin seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.2. Fungsi dari masing masing pin dijelaskan sebagai berikut:



**Gambar 2.2.** Konfigurasi Pin-pin AT89C51

Sumber : Anonymous, 1997: 4-29

#### □ Pin 9

Pin 9 adalah RST (*reset*) yang berfungsi untuk mereset mikro-kontroler.

**Tabel 2.1.** Nilai register setelah di-reset

Register	Isi
Program Counter	0000H
Accumulator	00H
Register B	00H
PSW	00H
SP	07H
DPTR	0000H
Port 0 – 3	FFH
IP	XXX00000B
IE	0XX00000B
Timer Register	00H
SCON	00H
SBUF	00H
PCON	0XXX0000B

Sumber : Anonymous, 2003

Jika pada pin ini diberi masukan logika “1” (*high*) selama minimal dua *machine cycle*, maka mikrokontroler akan di-reset dan register-register

internal AT89C51 akan diisi dengan nilai *default* tertentu. Nilai-nilai *default* setelah *reset* tersebut dapat dilihat dalam Tabel 2.1.

- Pin 1 sampai 8  
Pin 1 sampai 8 adalah *port* 1 yang berfungsi sebagai saluran masukan/keluaran. *Port* ini dapat beroperasi dalam *byte* atau bit.
- Pin 10 sampai 17  
Pin 10 sampai 17 adalah *port* 3 yang merupakan *dual purpose port*, artinya *port* yang memiliki dua fungsi. Selain sebagai *port* masukan dan keluaran *port* 3 juga mempunyai fungsi khusus. Fungsi khusus tersebut ditunjukkan dalam Tabel 2.2.

**Tabel 2.2.** Fungsi Khusus *Port* 3

Nama	Fungsi Khusus
<i>Port</i> 3.0	RXD ( <i>port</i> input serial)
<i>Port</i> 3.1	TXD ( <i>port</i> output serial)
<i>Port</i> 3.2	INT0 ( <i>interrupt</i> eksternal)
<i>Port</i> 3.3	INT1 ( <i>interrupt</i> eksternal)
<i>Port</i> 3.4	T0 ( <i>input</i> Timer/Counter 0 eksternal)
<i>Port</i> 3.5	T1 ( <i>input</i> Timer/Counter 1 eksternal)
<i>Port</i> 3.6	WR (sinyal tulis <i>data memory</i> eksternal)
<i>Port</i> 3.7	RD (sinyal baca <i>data memory</i> eksternal)

Sumber : *Anonymous*, 1997: 4-31

- Pin 18 dan 19  
Pin 18 dan 19 adalah XTAL1 dan XTAL2 yang berfungsi sebagai masukan dan keluaran penguat osilator untuk mengatur waktu kerja sistem mikrokontroler.
- Pin 20  
Pin 20 adalah GND (*ground*) atau Vss yang berfungsi untuk menghubungkan mikrokontroler dengan *ground* (tegangan 0 volt)
- Pin 21 sampai 28  
Pin 21 sampai 28 adalah *port* 2 yang merupakan *dual purpose port*, artinya *port* yang memiliki dua fungsi. *Port* 2 berfungsi sebagai masukan/ keluaran, selain itu juga berfungsi sebagai 8 bit alamat tinggi (A8-A15) selama pengambilan instruksi atau data dari memori eksternal yang menggunakan mode pengalamatan 16 bit.

- Pin 29  
Pin 29 adalah PSEN (*Program Store Enable*) yang berfungsi sebagai sinyal kontrol untuk mengakses program (*code*) dari memori eksternal.
- Pin 30  
Pin 30 adalah ALE (*Address Latch Enable*) merupakan sinyal pulsa (*clock*) yang berfungsi untuk menahan 8 bit alamat rendah (A0-A7) pada proses pembacaan atau penulisan memori eksternal. Frekuensi *clock* ALE adalah 1/6 kali frekuensi osilator dan dapat digunakan sebagai pewaktu.
- Pin 31  
Pin 31 adalah EA (*External Access Enable*) yang berfungsi untuk mengatur penggunaan memori program internal atau eksternal. Jika pada pin EA diberi logika “1” (*high*) maka mikrokontroler akan bekerja dengan memori program internal. Jika EA diberi masukan logika “0” (*low*) maka mikrokontroler akan mengakses memori program eksternal.
- Pin 32 sampai 39  
Pin 32 sampai 39 adalah *port 0* yang merupakan *dual purpose port*, artinya *port* yang memiliki dua fungsi. *Port 0* berfungsi sebagai saluran masukan/keluaran. Pada perancangan dengan memori eksternal *port 0* berfungsi sebagai 8 bit alamat rendah (A0-A7) dan juga berfungsi sebagai saluran data 8 bit (D0-D7).
- Pin 40  
Pin 40 adalah Vcc merupakan saluran untuk catu daya positif sebesar 5 volt DC dengan toleransi kurang lebih 20%.

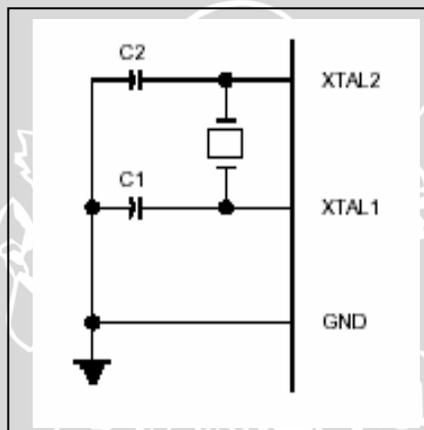
#### 2.2.1.2 Struktur dan Cara Kerja *Port* Masukan/ Keluaran

Mikrokontroler AT89C51 mempunyai 4 *port* bidirectional (*Port 0-Port 3*), yang masing-masing terdiri dari 8 bit. Setiap *port* terdiri dari sebuah *latch* (*Special Function Registers P0 sampai P3*), *output driver*, dan sebuah *input buffer*. *Output driver Port 0* dan *Port 2*, serta *input buffer Port 0* digunakan untuk mengakses memori eksternal. Untuk aplikasi yang menggunakan memori eksternal, maka *Port 0* mengeluarkan *low order byte* alamat memori eksternal (A0-A7), yang dimultipleks dengan data (1 byte) yang dibaca atau ditulis. *Port 2* mengeluarkan *high order byte* alamat memori eksternal (A8-A15), sehingga dengan fasilitas ini mikrokontroler bisa

mengakses memori eksternal sampai 64 Kbytes. *Port 1* merupakan satu-satunya *port* yang tidak berfungsi ganda, sehingga konstruksi *port 1* merupakan dasar konstruksi bagi *port* yang lain. Selain sebagai *port* paralel biasa, *port 3* juga mempunyai fungsi alternatif sebagai mana ditunjukkan dalam Tabel 2.2. Konstruksi dari *port 3* juga berbeda dengan *port-port* yang lain. Karena fungsi fungsi alternatif tersebut, konstruksi *port 3* dibedakan menjadi 2 yaitu untuk saluran masukan dan untuk saluran keluaran. *Port 3* akan berfungsi sebagai *port* alternatif jika pada SFR yang bersesuaian diisi dengan nilai nilai yang telah ditentukan.

### 2.2.1.3 Pewaktu (*Timer*)

Mikrokontroler AT89C51 mempunyai rangkaian osilator internal dengan mengacu referensi frekuensi pada penyematan XTAL1 dan XTAL2 seperti terlihat dalam Gambar 2.3. Penggunaan kristal sebagai frekuensi referensi dapat memberikan ketelitian yang baik. Kristal yang biasa digunakan sebagai osilator adalah yang memiliki frekuensi 12 Hz – 24 Hz. Sedangkan untuk kapasitor C1 dan C2 dapat bernilai antara 30 pF  $\pm$  10 pF.



**Gambar 2.3.** Hubungan Osilator

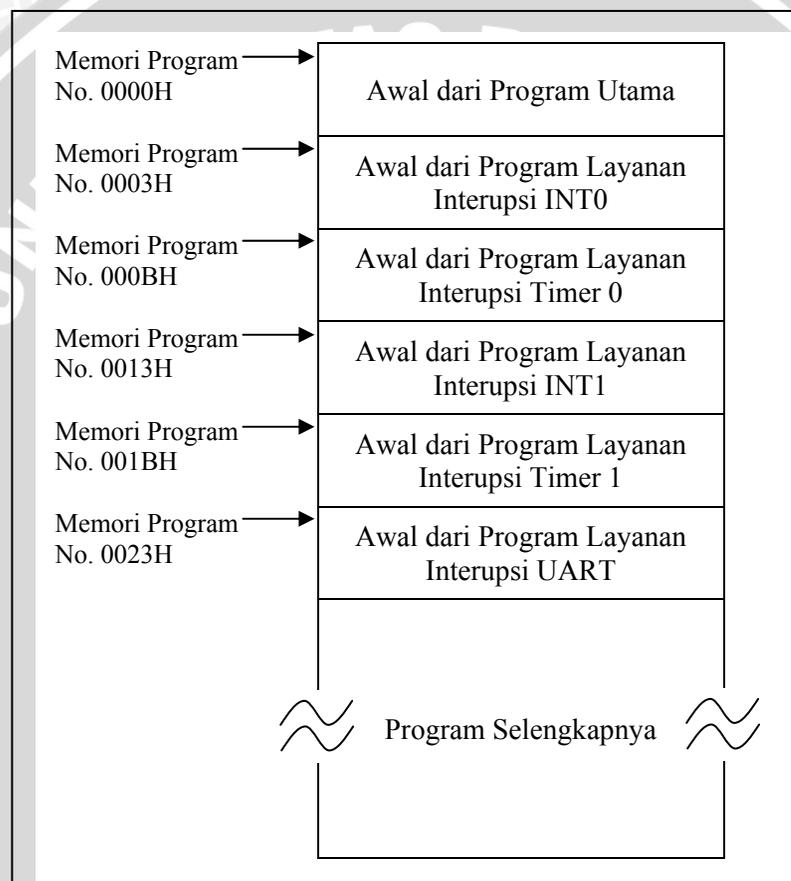
Sumber : *Anonymous*, 1997: 4-31

### 2.2.1.4 Organisasi Memori

Mikrokontroler AT89C51 memiliki dua macam memori yaitu memori data dan memori program. Pembagian memori ini didasarkan pada perbedaan fungsinya. Memori program digunakan untuk menyimpan perintah-perintah yang akan dikerjakan oleh mikrokontroler, sedangkan memori data digunakan sebagai tempat penyimpanan data-data yang sedang diolah mikrokontroler.

### 2.2.1.4.1 Memori Program

Memori program atau dalam AT89C51 lebih dikenal dengan nama *Flash Programmable – Erasable Read Only Memory* (PEROM) adalah tempat menyimpan program yang semi permanen. Artinya data tidak akan hilang meskipun catu dayanya dimatikan, tetapi data dapat dihapus atau diisi ulang dengan perangkat khusus. Mikrokontroler AT89C51 memiliki *flash* PEROM dengan kapasitas 4 Kbyte yang dapat ditulisi berulang-ulang sampai 1000 kali. Memori ini digunakan untuk menyimpan program yang akan dijalankan oleh mikrokontroler. Pengalamatan memori dimulai dari 0000H sampai 0FFFH. Pembacaan memori program setelah mikrokontroler di-reset, adalah alamat 0000H, oleh karena itu dalam menuliskan program yang akan dijalankan pertama kali harus pada alamat 0000H. Gambar 2.4 menunjukkan peta memori program dan alamat awal setiap layanan interupsi.



**Gambar 2.4.** Peta Memori Program

**Sumber :** Sutanto, 2001

Perubahan pembacaan alamat tidak hanya ditentukan oleh *reset* saja, ada beberapa keadaan yang dapat mengubah pembacaan alamat tersebut, salah satunya

adalah interupsi. Perubahan keadaan pada kaki INT0 (P3.2) menandakan terjadinya interupsi, sehingga pembacaan program akan berubah ke alamat 0003H. Begitu juga dengan interupsi-interupsi yang lain akan mengubah pembacaan alamat memori sesuai dengan jenis layanan interupsinya. Sarana interupsi dan alamat awal layanan interupsi ditunjukkan dalam Tabel 2.3.

Memori program tempat layanan interupsi hanya sebesar 8 bytes, sehingga jika layanan interupsi cukup pendek dapat langsung disimpan di lokasi yang bersangkutan, tetapi jika layanan interupsi itu lebih dari 8 bytes maka digunakan perintah lompatan ke alamat layanan interupsi yang sebenarnya.

**Tabel 2.3** Sarana dan alamat awal layanan interupsi

Nama	Alamat awal	Sarana interupsi
<i>Reset</i>	0000H	<i>Power on reset/ RST</i>
Interupsi 0	0003H	$\overline{\text{INT0}}$ atau P3.2
<i>Timer 0</i>	000BH	T0 atau P3.4
Interupsi 1	0013H	$\overline{\text{INT1}}$ atau P3.3
<i>Timer 1</i>	001BH	T1 atau P3.5
Interupsi <i>serial</i>	0023H	RXD/ TXD atau P3.0/ P3.1

**Sumber :** Nalwan, 2003: 53

#### 2.2.1.4.2 Memori Data

Memori data atau lebih dikenal dengan RAM internal adalah memori yang digunakan untuk menyimpan data data yang ada selama proses eksekusi program berlangsung. Dalam mikrokontroler AT89C51 memori data dibagi menjadi 2 bagian, seperti yang terlihat dalam Gambar 2.5. Memori nomor 00H - 7FH merupakan RAM selayaknya dan memori nomor 80H - FFH dinamakan *Special Function Register*.

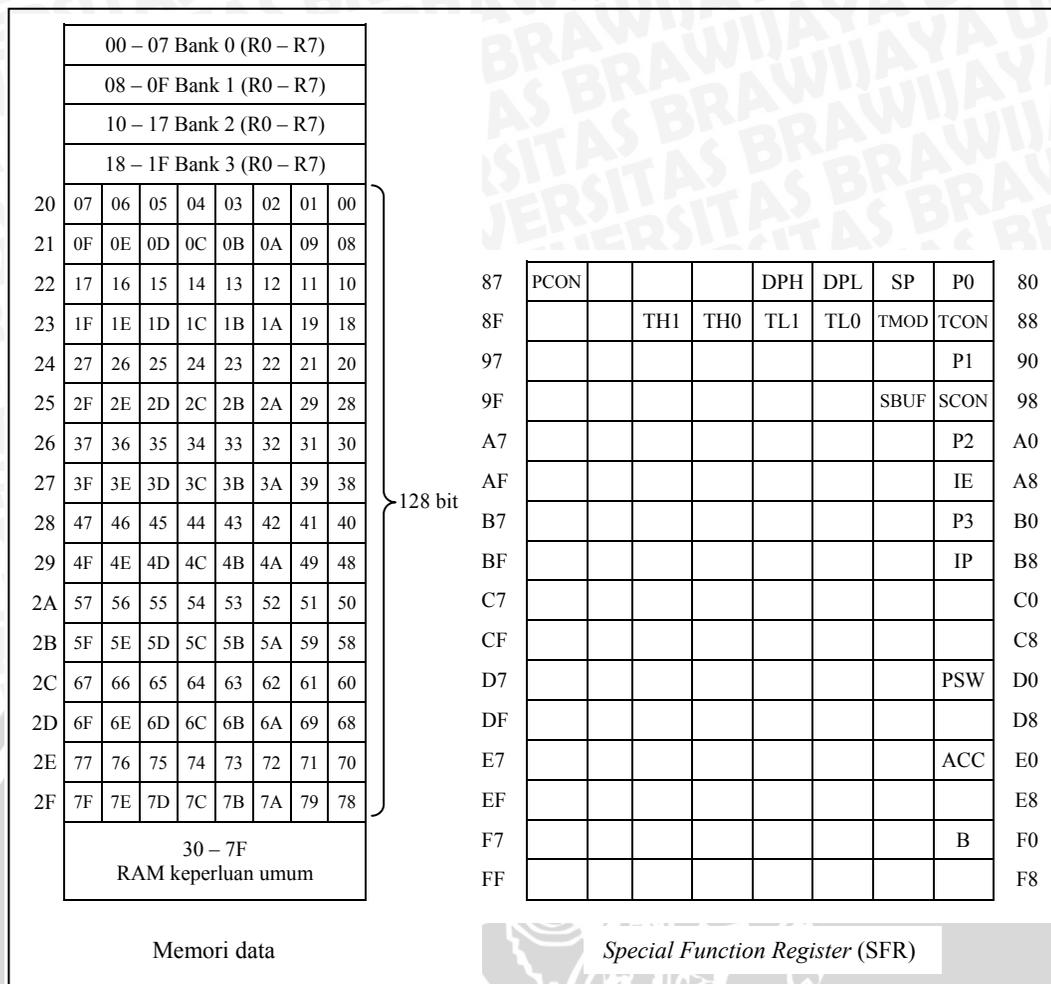
##### ❖ RAM Internal

Memori data nomor 00H sampai 7FH bisa dipakai sebagai memori penyimpanan data biasa (RAM). Memori ini dibagi menjadi tiga bagian:

##### ➤ Register Serba Guna (*General Purpose Register*)

*General purpose register* menempati memori data nomor 00H sampai 1FH, memori sebanyak 32 bytes ini dikelompokkan menjadi 4

kelompok register (*register bank*), masing-masing kelompok terdiri atas 8 bytes yang diberi nama dengan R0 sampai R7.



**Gambar 2.5.** Peta Memori Data dan SFR

Sumber : Nalwan, 2003: 9

Dalam penulisan program memori-memori ini bisa langsung disebut sebagai R0, R1, R2, R3, R4, R5, R6 dan R7, tidak lagi dengan nomor memori. Dengan demikian instruksi yang terbentuk bisa lebih sederhana dan bekerja lebih cepat. Selain itu khusus untuk register 0 dan register 1 (R0 dan R1) bisa dipakai sebagai penampung alamat yang dipakai dalam penyebutan memori secara tidak langsung (*indirect memory addressing*). Empat kelompok *register bank* ini tidak bisa dipakai bersama-sama. Saat setelah sistem *reset* yang aktif adalah *register bank* 0 dimana R0 – R7 menempati alamat 00H sampai 07H. *Register Bank*

yang aktif dapat dipilih dengan cara mengatur bit RS0 dan RS1 yang ada di dalam register PSW (*Program Status Word*) dalam *Special Function Register* (SFR).

➤ **Bit addressable RAM**

Memori data nomor 20H sampai 2FH bisa dipakai menampung informasi dalam level bit. Maksudnya bit-bit dalam memori tersebut dapat diakses secara pengalamatan bit (*bit addressable*), sehingga hanya dengan sebuah instruksi saja setiap bit dalam area ini dapat diset, clear, AND dan OR. Setiap byte memori di daerah ini dapat menampung 8 bit informasi yang masing-masing diberi nomor tersendiri. Dengan demikian dari 16 bytes (20H sampai 2FH) yang ada dapat dipakai untuk menyimpan 128 bit (16 x 8 bit) yang dinomori dengan bit nomor 00H sampai 7FH.

➤ **RAM Keperluan Umum**

Memori data dengan alamat 30H sampai 7FH merupakan memori data untuk keperluan umum yang dapat diakses dengan pengalamatan langsung maupun tidak langsung. Pengalamatan langsung (*direct memory addressing*) dilakukan dengan menyebutkan alamat memori tersebut pada operan. Sedangkan pengalamatan secara tak langsung (*indirect memory addressing*) adalah akses data dari memori ketika alamat memori tersebut tersimpan dalam suatu register R0 atau R1.

❖ **Register Khusus (*Special Function Register*)**

*Special Function Register* (SFR) menempati memori data nomor 80H sampai FFH. Area sebanyak 128 bytes ini tidak semuanya dipakai untuk mengatur perilaku mikrokontroler. Masing-masing register yang ada dalam *Special Function Register* mempunyai nomor dan nama sendiri sendiri sesuai dengan yang ditunjukkan dalam Gambar 2.5. Register khusus yang ada dalam *Special Function Register* dapat dijelaskan sebagai berikut :

⊙ **Akumulator**

Sesuai dengan namanya, Akumulator digunakan untuk menyimpan atau menampung (*accumulate*) 1 byte data hasil pengolahan beberapa

instruksi MCS51. Selain itu juga digunakan dalam proses pengiriman dan pengambilan data dari memori eksternal. Dalam *Special Function Register*, akumulator menempati memori data nomor E0H.

⊙ Register B

Register B merupakan register dengan kapasitas 8 bit yang menempati memori data dalam SFR nomor F0H. Register ini berfungsi untuk membantu akumulator dalam menjalankan operasi aritmatika.

⊙ *Program Status Word (PSW)*

*Program Status Word* menempati memori data nomor D0H yang berfungsi untuk mencatat kondisi prosesor setelah melaksanakan intruksi.

⊙ *Port*

Mikrokontroler AT89C51 memiliki 4 buah *port* I/O yang masing-masing memiliki register 8 bit yang terletak dalam *Special Function Register*. *Port 0* menempati memori data dalam SFR nomor 80H, *port 1* menempati alamat 90H, *port 2* menempati alamat A0H, dan *port 3* pada alamat B0H.

⊙ *Stack Pointer*

*Stack pointer* merupakan register 8 bit yang terletak dalam *Special Function Register* alamat 81H, yang berfungsi untuk menyimpan alamat memori data yang digunakan sebagai *stack*. Dalam kondisi setelah *reset*, *stack pointer* akan bernilai 07H, sehingga penyimpanan data ke *stack* pertama kali akan dilakukan pada alamat 80H. Alamat tersebut merupakan alamat dari *register bank 1* maka bisa terjadi bentrok alamat dengan *register bank*. Oleh karena itu biasanya nilai *stack pointer* diubah ke alamat RAM keperluan umum, misalnya 5FH. Daerah untuk penyimpanan ke *stack* adalah sebanyak 32 bytes. Jika *stack pointer* berisi 5FH, maka daerah penyimpanan *stack* mulai dari alamat 60H sampai 7FH.

⊙ *Data Pointer Register (DPTR)*

*Data pointer Register* atau DPTR merupakan register 16 bit yang terdiri dari *Data Pointer High Byte (DPH)* 8 bit dan *Data Pointer Low Byte*

(DPL) 8 bit. DPH terletak dalam *Special Function Register* alamat 83H sedangkan DPL terletak pada alamat 82H. DPTR berfungsi untuk mengakses memori eksternal baik berupa source code maupun data.

## 2.2.2 Sistem Telepon

### 2.2.2.1 Saluran Telepon

Saluran telepon merupakan sarana yang menghubungkan antara satu terminal ke terminal yang lain. Saluran telepon harus mampu memancarkan sinyal-sinyal suara pada kedua arah pada saat komunikasi sedang berlangsung. Disamping itu harus menyediakan cara untuk memberikan sinyal atau tanda dari masing-masing terminal ke terminal yang lain (Roody dan Coolen, 1999). Saluran telepon juga memiliki beberapa karakteristik khusus yang berkenaan dengan proses pengiriman sinyal. *Bandwidth* dalam saluran telepon adalah 300 Hz sampai 3400 Hz (Roody dan Coolen, 1999), karena itu semua sinyal yang akan dilewatkan melalui saluran telepon, harus berada dikawasan frekuensi tersebut. Sinyal-sinyal atau kondisi-kondisi lain yang terjadi dalam saluran telepon dapat dijelaskan sebagai berikut :

#### ◎ **Kondisi On Hook**

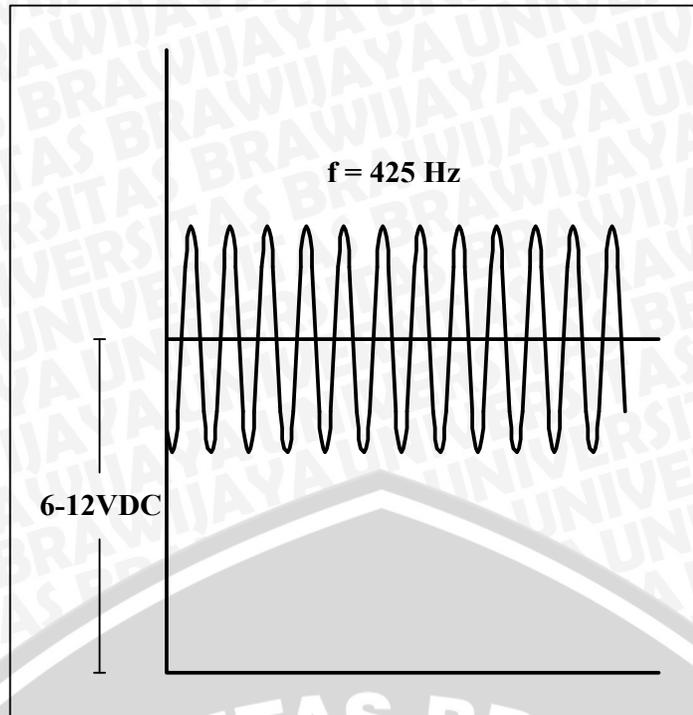
Kondisi *on hook* adalah kondisi dimana gagang telepon diletakkan pada tempatnya. Dalam keadaan ini, tegangan dalam saluran telepon berupa tegangan DC sebesar 30 – 60 Volt.

#### ◎ **Kondisi Off Hook**

Kondisi *off hook* adalah kondisi dimana gagang telepon (*handset*) diangkat. Dalam keadaan ini tegangan dalam saluran telepon akan turun menjadi 6 –12 Volt karena saluran telepon terhubung dengan impedansi yang terdapat dalam pesawat telepon sebesar kurang lebih 600 ohm.

#### ◎ **Sinyal Tone**

Sinyal *tone* terjadi ketika pesawat telepon diangkat, yang menandakan bahwa pesawat telepon telah terhubung dengan saluran telepon dan siap untuk digunakan. Sinyal *tone* memiliki frekuensi 425 Hz yang muncul secara terus menerus pada level tegangan DC 6 – 12 Volt. Gambar sinyal *tone* ditunjukkan dalam Gambar 2.6.

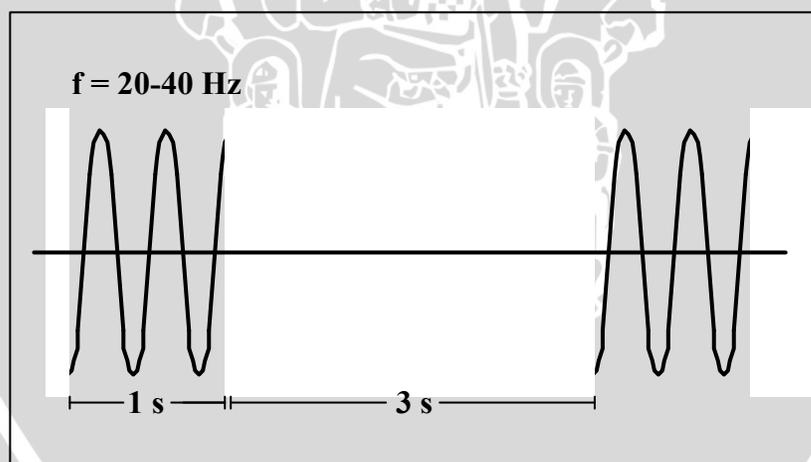


**Gambar 2.6.** Tone Signal

Sumber : Anonymous, 2005

© **Sinyal Dering**

Sinyal dering merupakan sinyal yang dikirim oleh sentral telepon kepada nomor yang sedang dihubungi sebagai tanda adanya panggilan. Sinyal ini berupa tegangan bolak balik (sinusoida) sebesar kurang lebih 40 – 80 Volt dengan frekuensi sebesar 20 - 40 Hz yang muncul selama 1 detik dan hilang selama 3 detik. Gambar 2.7 menunjukkan sinyal dering pada saluran telepon.



**Gambar 2.7.** Sinyal Dering

Sumber : Anonymous, 2005

© **Nada Sibuk**

Nada sibuk merupakan nada yang dikirimkan oleh sentral telepon kepada telepon pemanggil untuk memberitahukan bahwa telepon yang dituju sedang dipakai. Nada ini memiliki frekuensi 425 Hz yang muncul selama 0,5 detik dengan interval 0,5 detik pula.

© **Nada Sambung (*Ring Back Tone*)**

Nada sambung merupakan nada yang memberitahukan kepada penelepon bahwa telepon sedang disambungkan dengan telepon yang dituju. Sinyal ini merupakan duplikasi dari sinyal dering yang dikirim ke telepon tujuan, sehingga memiliki periode yang sama yaitu sinyal muncul 2 detik dan hilang selama 4 detik hanya saja frekuensi sinyalnya berbeda. Nada sambung memiliki frekuensi 425 Hz.

### 2.2.2.2 Pesawat Telepon *Dual Tone Multiple Frequency* (DTMF)

Pesawat telepon merupakan sarana yang bisa digunakan untuk melakukan panggilan serta menerima panggilan. Berdasarkan cara untuk melakukan panggilan, pada saat ini terdapat dua jenis pesawat telepon yang umum dipakai. Yakni jenis dial tombol tekan dan jenis putar (Schweber, 1988).

Gagang telepon terdiri dari peralatan *receiver* yang berupa speaker untuk mendengarkan lawan bicara, serta peralatan *transmitter* yang berupa *microphone*. Pemilih nomor (*dialer*) merupakan peralatan yang berfungsi mengirimkan nomor telepon kepada sentral. Ada dua macam dialer yang telah dikenal secara umum, yaitu *dial* putar dan *dial tone* (DTMF). Sistem dial DTMF inilah yang sekarang banyak digunakan.

Setelah beralih ke teknologi digital, cara meminta nomor sambungan telepon tidak lagi dengan cara memutar piringan angka tapi dengan cara memencet tombol-tombol angka. Cara ini dikenal sebagai *Touch Tone Dialing*, sering juga disebut sebagai DTMF (*Dual Tone Multiple Frequency*).

*Dual Tone Multiple Frequency* (DTMF) adalah teknik mengirimkan angka-angka pembentuk nomor telpon yang dikodekan dengan 2 nada yang dipilih dari 8 buah frekuensi yang sudah ditentukan. 8 frekuensi tersebut adalah 697 Hz, 770 Hz, 852 Hz, 941 Hz, 1209 Hz, 1336 Hz, 1477 Hz dan 1633 Hz, seperti terlihat dalam Gambar 2.8, angka 1 dikodekan dengan 697 Hz dan 1209 Hz, angka 9 dikodekan

dengan 852 Hz dan 1477 Hz. Kombinasi dari 8 frekuensi tersebut bisa dipakai untuk mengkodekan 16 tanda, tapi pada pesawat telepon biasanya tombol ‘A’ ‘B’ ‘C’ dan ‘D’ tidak dipakai.

697	1	2	3	A
770	4	5	6	B
852	7	8	9	C
941	*	0	#	D
	1209	1336	1477	1633
	(Hertz)			

**Gambar 2.8.** Kombinasi nada DTMF

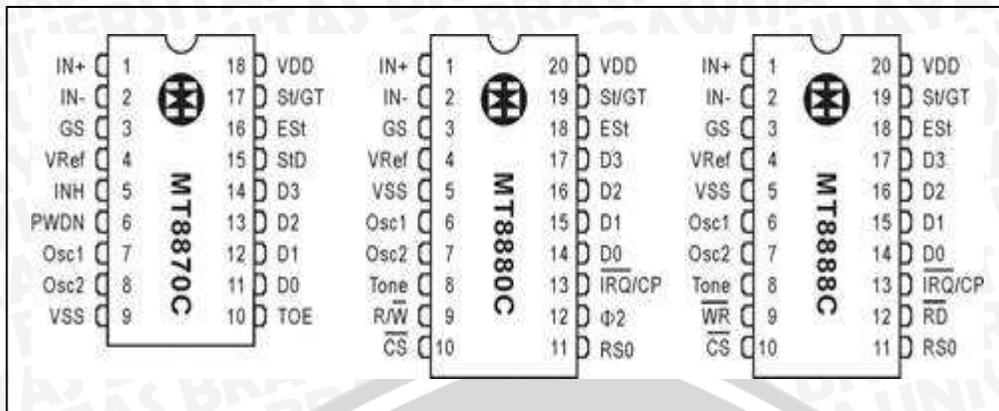
Sumber : Sutanto, 2001

Teknik DTMF meskipun mempunyai banyak keunggulan dibanding dengan cara memutar piringan angka, tapi secara teknis lebih sulit diselesaikan. Alat pengirim kode DTMF merupakan 8 rangkaian oscilator yang masing-masing membangkitkan frekuensi di atas, ditambah dengan rangkaian pencampur frekuensi untuk mengirimkan 2 nada yang terpilih. Sedangkan penerima kode DTMF lebih rumit lagi, dibentuk dari 8 buah filter yang tidak sederhana dan rangkaian tambahan lainnya.

Beberapa pabrik membuat IC khusus untuk keperluan DTMF, diantaranya yang banyak dijumpai adalah MC145436 buatan Motorola, MT8870, MT8880 dan MT8888 buatan Mitel *Semiconductor*. MC145436 dan MT8870 merupakan penerima DTMF. IC ini dapat menerima sinyal dari saluran telepon, Jika sinyal yang diterima tadi merupakan kombinasi nada yang sesuai dengan ketentuan DTMF, maka IC ini akan mengeluarkan kode biner sesuai dengan kombinasi nada tersebut.

MT8880 dan MT8888 merupakan penerima dan pengirim DTMF, selain bisa berfungsi sebagai penerima DTMF, bisa pula dipakai untuk membangkitkan nada DTMF sesuai dengan angka biner yang diterimanya. Gambar 2.9 menunjukkan IC DTMF buatan Mitel. Saluran data (data bus) dan sinyal-sinyal kontrol MT8880

dirancang sesuai dengan karakteristik mikrokontroler buatan Motorola (misalnya MC68HC11), sedangkan MT8888 disesuaikan dengan mikrokontroler buatan Intel (termasuk AT80C51).

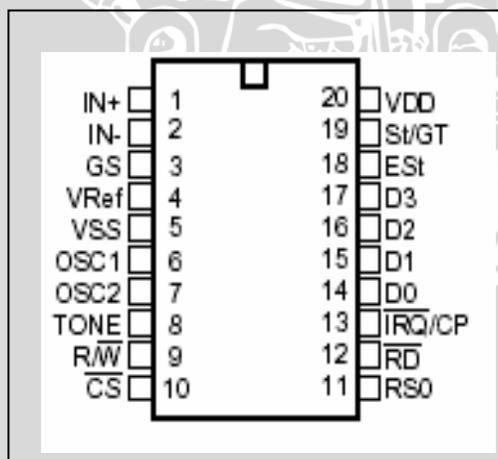


**Gambar 2.9.** Tipe IC DTMF Buatan Mitel

Sumber : Sutanto, 2001

### 2.2.2.3 DTMF Transceiver MT8888

MT8888 merupakan IC buatan Mitel dengan menggunakan teknologi CMOS yang memiliki daya rendah dan berkualitas. IC ini dapat membangkitkan dan menerima/ mendefinisikan nada DTMF. Sebagai penerima nada DTMF, IC ini dibuat berdasarkan MT8870 yang telah disesuaikan dengan standar industri. Konfigurasi pin yang dimiliki oleh MT8888 ini sesuai dengan standar mikrokontroler buatan Intel termasuk mikrokontroler AT89C51. Gambar 2.10 menunjukkan susunan kaki pada MT8888.



**Gambar 2.10.** Susunan Pin-pin MT8888

Sumber *Anonymous*, 1997: 4-90

### 2.2.2.3.1 Deskripsi Pin-pin MT8888

DTMF *transceiver* MT8888 mempunyai 20 pin sesuai dengan yang ditunjukkan dalam Gambar 2.10. Fungsi dari masing masing pin tersebut dijelaskan dalam Tabel 2.4.

**Tabel 2.4.** Fungsi Masing-masing Pin MT8888

Pin	Nama	Penjelasan
1	IN+	<i>Non inverting Op-amp input</i>
2	IN-	<i>Inverting Op-amp input</i>
3	GS	Pemilihan besarnya gain untuk sinyal dari luar
4	Vref	Tegangan referensi, besarnya VDD/2
5	VSS	<i>Ground, 0V</i>
6	OSC1	Masukan osilator
7	OSC2	Keluaran osilator. Dipakai bersama OSC1 untuk memasang kristal dengan frekuensi 3,579 MHz
8	TONE	Keluaran nada dari pembangkit DTMF
9	$\overline{\text{WR}}$	Masukan untuk sinyal kontrol pengiriman data
10	$\overline{\text{CS}}$	<i>Chip Select</i> untuk mengaktifkan MT8888
11	RS0	Pemilihan register dalam MT8888
12	$\overline{\text{RD}}$	Masukan untuk sinyal kontrol pengambilan data
13	$\overline{\text{IRQ/CP}}$	<i>Interrupt</i> yang menandakan adanya nada DTMF
14-17	D0 – D3	Bus data untuk mikrokontroler, ambang jika $\overline{\text{CS}}=1$
18	Est	Berlogika tinggi jika mendeteksi nada yang valid
19	St/GT	<i>Steering/ Guard time</i> , menentukan lamanya nada
20	VDD	Tegangan masukan (5V)

Sumber : *Anonymous*, 1997: 4-90

### 2.2.2.3.2 Register- register MT8888

MT8888 mempunyai 5 buah register internal yang dibagi menjadi 4 kelompok register. Masing masing register hanya terdiri dari 4 bit. Untuk mengakses register-register ini, MT8888 dilengkapi dengan jalur alamat RS0. Selain itu sinyal pada pin  $\overline{\text{RD}}$  dan  $\overline{\text{WR}}$  juga berperan dalam menentukan akses register-register tersebut. Untuk lebih jelasnya, akses dan pembagian register tersebut ditunjukkan dalam Tabel 2.5.

Tabel 2.5. Pembagian Register pada MT8888

RS0	$\overline{WR}$	$\overline{RD}$	Nama Register	Keterangan
0	0	1	<i>Transmit Data Register</i>	Mengirim nada
0	1	0	<i>Receive Data Register</i>	Menerima nada
1	0	1	Register Kontrol	Mengatur MT8888
1	1	0	Register Status	Memantau MT8888

Sumber : Sutanto, 2000

#### ➤ Register Kontrol

Register kontrol diakses dengan memberikan logika tinggi pada kaki RS0 ( $RS0 = 1$ ) dan logika rendah pada kaki  $\overline{WR}$  ( $\overline{WR} = 0$ ). Register kontrol dibagi menjadi 2 bagian, register kontrol A dan B seperti yang terlihat dalam Tabel 2.6. Masing masing register terdiri dari 4 bit, sehingga terdapat 7 hal yang bisa diatur dalam register kontrol. Saat pertama kali pengiriman data ke register kontrol akan diterima oleh Register Kontrol A, jika RSEL (bit 3) = 1 maka pengiriman berikutnya akan diterima oleh Register Kontrol B. Register kontrol mengatur hal-hal sebagai berikut:

- TOUT : untuk mengatur keaktifan nada keluaran
- $CP/\overline{DTMF}$  : untuk mengatur sebagai *call progress* atau DTMF.
- IRQ : untuk mengatur keaktifan pin IRQ sebagai *interrupt*.
- RSEL : untuk mengatur penulisan register kontrol.
- BURST : untuk mengatur keaktifan *mode burst*.
- TEST : untuk mengaktifkan mode test.
- $S/\overline{D}$  : untuk mengatur pembangkitan satu atau dua nada DTMF.
- $C/\overline{R}$  : untuk mengatur frekuensi nada yang dibangkitkan.

Tabel 2.6 Susunan Register Kontrol

Register Kontrol A				Register Kontrol B			
bit 3	bit 2	bit 1	bit 0	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
RSEL	IRQ	CP/DTMF	TOUT	C/R	S/D	TEST	BURST

Sumber : Anonymous, 1997: 4-96

#### ➤ Register Status

Register status diakses ketika RS0 berlogika tinggi ( $RS0 = 1$ ) dan  $\overline{RD}$  berlogika rendah ( $\overline{RD} = 0$ ). Register ini berfungsi untuk memantau keadaan

MT8888. Register Status terdiri dari 4 bit seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 2.7. Kegunaan masing masing bit adalah sebagai berikut :

- IRQ : menunjukkan adanya data yang diterima atau telah dikirim.
- TDRE : memantau pengiriman data
- RDRF : memantau penerimaan data
- DLYS : memantau nada DTMF

**Tabel 2.7.** Susunan Bit dalam Register Status

Register Status			
bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
DLYS	RDRF	TDRE	IRQ

Sumber : Sutanto, 2000

#### ➤ Register Data

Register data diakses pada saat mengirimkan data atau menerima data dari MT8888. Register data ada 2 macam yaitu register data pengirim (*Transmit Data Register*) dan register data penerima (*Receive Data Register*). Register data pengirim berfungsi untuk menampung data data yang akan dikirimkan oleh MT8888. Register ini diakses ketika  $RS0 = 0$  dan  $\overline{WR} = 0$ . Register data penerima berfungsi untuk menampung data data yang diterima oleh MT8888. Cara mengakses register ini adalah dengan memberikan logika rendah pada  $RS0$  ( $RS0 = 0$ ) dan  $\overline{RD} = 0$ .

### 2.2.3 Komunikasi Data

Tujuan utama dari komunikasi adalah mengirimkan informasi dari satu tempat ke tempat lain, dan menjamin informasi tersebut dapat diterima dan dimengerti dengan baik (Schweber, 1998:1). Komunikasi data didefinisikan sebagai komunikasi antara suatu piranti dengan piranti lain seperti terminal komputer ke komputer yang lain. Informasi yang disampaikan diwujudkan dalam bentuk data khusus, umumnya informasi tersebut dikodekan menjadi data berbasis 16 (heksadesimal) berdasarkan standar *American Standard Code for Information Interchange* (ASCII).

Data berbasis 16 inilah yang akan ditransmisikan melalui media komunikasi, bisa melalui kabel atau udara. Data heksadesimal terdiri dari 8 bit data biner. Jadi setiap karakter ASCII diwakili dengan 8 bit data biner. Ada 2 cara untuk

mentransmisikan data tersebut yaitu secara paralel dan secara seri. Transmisi data secara paralel dilakukan dengan mengirimkan 8 bit data secara serempak. Dalam transmisi data ini dibutuhkan 8 kanal/saluran sekaligus. Keuntungan metode transmisi seperti ini adalah waktu yang dibutuhkan relatif singkat karena 8 bit data di kirimkan secara bersamaan, hanya saja jangkauannya tidak jauh. Hal ini dikarenakan data digital yang berupa tegangan 0 Volt dan 5 Volt akan mengalami jatuh tegangan jika dihubungkan dengan saluran/ kabel yang relatif panjang. Transmisi data secara seri dilakukan dengan mengirimkan satu persatu dari 8 bit data melalui satu saluran. Keuntungan metode ini adalah lebih hemat biaya serta lebih jauh jangkauannya. Hal ini terjadi karena data dimodulasi dan diperkuat terlebih dahulu sehingga ketika terjadi jatuh tegangan data tidak sampai hilang. Disamping itu metode ini juga hanya memerlukan dua buah saluran.

Untuk komunikasi data jarak jauh umumnya digunakan metode transmisi secara seri. Untuk menjaga agar tidak ada data yang hilang dalam saluran maka diperlukan sinyal yang cukup besar yang tahan terhadap gangguan (*noise*) selama dalam saluran, sehingga diperlukan metode modulasi dan demodulasi untuk menumpangkan dan memisahkan kembali 8 bit data pada sinyal pembawanya. Untuk itu dalam komunikasi data seri umumnya dibutuhkan modem untuk melakukan modulasi dan demodulasi data.

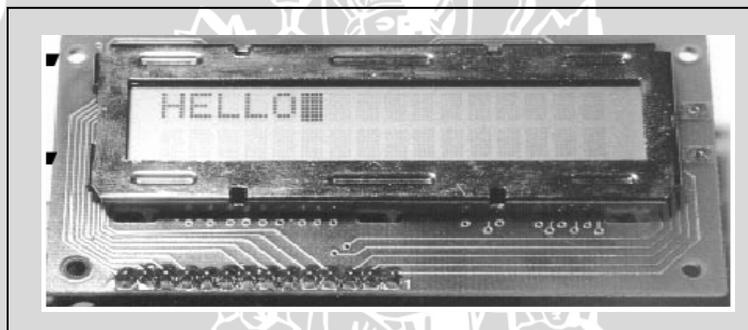
Berdasarkan sinyal denyutnya (*clock*), metode transmisi data secara seri dibedakan menjadi 2 yaitu metode seri sinkron dan metode seri asinkron. Pada metode transmisi sinkron, *clock* untuk mendorong data dibangkitkan oleh pengirim dan dikirimkan bersamaan dengan data kepada penerima. Data yang dikirimkan berupa data 8 bit. Sedangkan pada metode transmisi asinkron, *clock* dibangkitkan oleh masing-masing perangkat (pengirim dan penerima) dengan memenuhi aturan tertentu. Umumnya, data yang dikirim berupa data 11 bit, yang terdiri dari 1 bit *start*, 8 bit data, 1 bit *parity* dan 1 bit *stop*. Berdasarkan kemampuan komunikasinya, metode seri dibagi menjadi 3 bagian yaitu *simplex*, *half duplex* dan *full duplex*. Pada metode *simplex* (satu arah), data hanya bisa dikirim oleh pengirim saja, penerima tidak bias membalas untuk mengirim data. Contoh metode komunikasi ini adalah pemancar radio dan televisi. Pada metode *half duplex* komunikasi terjadi dua arah antara pengirim dan penerima, hanya saja waktu komunikasi tidak dapat dilakukan

pada saat yang bersamaan. Contoh komunikasi ini adalah *Handy Talky* (HT). Sedangkan pada komunikasi *full duplex* (dua arah penuh) komunikasi dapat terjadi dua arah dalam waktu yang bersamaan, contohnya adalah pada telepon.

Selain modem juga bisa digunakan perjanjian khusus untuk komunikasi data seri. Misalkan dengan mengkodekan suatu data menjadi sinyal dengan frekuensi tertentu. Untuk metode ini, dapat digunakan IC-IC DTMF seperti MT8888 yang dapat mengkodekan 4 bit data menjadi sinyal dengan frekuensi tertentu. Selama pengirim dan penerima memenuhi aturan yang sama maka komunikasi data bisa dilakukan.

#### 2.2.4 Tampilan [Liquid Crystal Display \(LCD Display\)](#)

Tampilan [Liquid Crystal Display \(LCD\)](#) dalam dunia elektronika digital termasuk barang mewah, karena harga tampilan ini cukup mahal tapi karena bisa dipakai untuk menampilkan kalimat, tampilan LCD tetap menjadi pilihan. Jenis tampilan LCD yang beredar di pasar tidaklah banyak, salah satunya adalah *LCD Display Module M1632* buatan Seiko Instrument Inc. atau Hitachi 44780 buatan Hitachi Japan. Gambar 2.11 memperlihatkan tampilan pada *LCD Display Module M1632*.

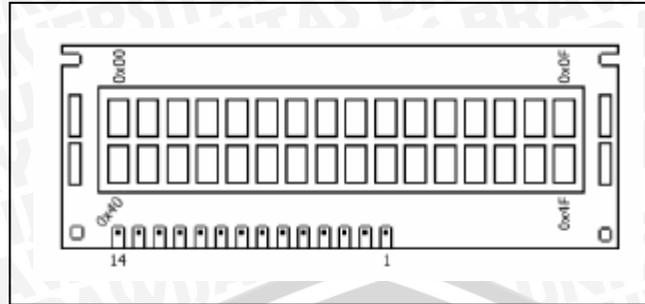


**Gambar 2.11.** *LCD Display Module M1632*

**Sumber :** *Anonymous, 2005*

*LCD Display Module M1632* buatan *Seiko Instrument Inc.* ini terdiri dari dua bagian, yang pertama merupakan panel LCD sebagai media penampil informasi dalam bentuk huruf/ angka dua baris, masing-masing baris bisa menampung 16 huruf/ angka. Bagian kedua merupakan sebuah sistem yang dibentuk dengan mikrokontroler yang ditempelkan dibalik panel LCD, berfungsi mengatur tampilan informasi serta berfungsi mengatur komunikasi M1632 dengan mikrokontroler yang

memakai tampilan LCD tersebut. Dengan demikian pemakaian M1632 menjadi sederhana, sistem lain yang menarik dari M1632 adalah cukup dengan mengirimkan kode-kode ASCII dari informasi yang ingin ditampilkan pada LCD seperti layaknya memakai sebuah printer.



**Gambar 2.12.** Konfigurasi Pin-pin LCD Display Module M1632

**Sumber :** *Anonymous*, 1999

Untuk berhubungan dengan mikrokontroler pemakai, M1632 dilengkapi dengan 8 jalur data (DB0..DB7) yang dipakai untuk menyalurkan kode ASCII maupun perintah pengatur kerjanya M1632. Selain itu dilengkapi pula dengan E, R/W\* dan RS seperti layaknya komponen yang kompatibel dengan mikroprosesor. Gambar 2.12 menunjukkan susunan pin pada LCD display M1632. Deskripsi masing masing pin dari LCD tersebut ditunjukkan dalam Tabel 2.8.

**Tabel 2.8.** Penjelasan Pin-pin LCD

Pin No	Nama	Fungsi	Deskripsi
1	VDD	<i>Power</i>	+ 5 V
2	VSS	<i>Power</i>	Ground (0V)
3	VEE	<i>Contrast Adj</i>	0V – 5V
4	RS	<i>Command</i>	<i>Register Select</i>
5	R/ $\bar{W}$	<i>Command</i>	<i>Read / Write</i>
6	EN	<i>Command</i>	<i>Enable</i>
7	D0	I/O	Data
8	D1	I/O	Data
9	D2	I/O	Data
10	D3	I/O	Data
11	D4	I/O	Data
12	D5	I/O	Data
13	D6	I/O	Data
14	D7	I/O	Data

**Sumber :** *Anonymous*, 1999

Kombinasi sinyal EN dan  $R/\overline{W}$  merupakan sinyal standar pada komponen buatan Motorola. Sebaliknya sinyal-sinyal dari mikrokontroler keluarga MCS51 merupakan sinyal khas Intel dengan kombinasi sinyal  $\overline{WR}$  dan  $\overline{RD}$  yang terpisah. Perbedaan ini membuat teknik penggabungan M1632 dengan mikrokontroler MCS51 sedikit lebih rumit. Penjelasan dari pin-pin LCD adalah sebagai berikut:

- **RS** (*Register Select*) berfungsi memberitahukan bahwa data yang dikirim merupakan *command* (*clear screen*, *blink cursor*, pindah posisi) atau text yang akan ditampilkan (karakter ‘A’, ‘b’, ‘;’). Pin ini harus diberi logika “0” jika diperlakukan sebagai *command* dan diberi logika “1” jika digunakan untuk menampilkan data teks.
- **$R/\overline{W}$**  (*Read/Write*) berfungsi untuk menulis atau membaca LCD. Jika diberi logika “low” maka data yang ada pada bus data ditulis (“write”) ke LCD. Jika “high” maka bus data akan disediakan untuk “membaca” LCD. Membaca LCD umumnya hanya digunakan untuk mengetahui LCD sedang “sibuk” atau tidak (*Get LCD Status*).
- **EN** (*Enable*) berfungsi untuk mengaktifkan atau menon-aktifkan LCD. Logika “high” pada pin ini akan mengaktifkan LCD sehingga siap untuk digunakan.
- **Data Bus** (D0 – D7) terdiri dari 8 jalur data yang digunakan sebagai saluran perpindahan data yang dikirimkan ke LCD, misalkan untuk menampilkan atau menghapus karakter.

### 2.2.5 Keyboard Komputer

*Keyboard* komputer merupakan sarana input yang sangat murah, hanya dengan 2 buah kabel sinyal ditambah 2 kabel catu daya sistem berbasis mikrokontroler dengan mudah bisa dilengkapi dengan 101 tombol untuk mengisikan text maupun angka. Setiap kali salah satu tombol *keyboard* ditekan atau dilepas, *keyboard* akan mengirim kode ke *host*. *Host* adalah komputer, kalau *keyboard* dihubungkan ke *Personal Computer* (PC), atau berupa mikrokontroler, kalau *keyboard* dihubungkan ke peralatan berbasis mikrokontroler. Kode tersebut dinamakan sebagai *scan code*.

*Scan code* tombol “S” adalah 1B (heksadesimal) yang setara dengan angka biner 00011011. Ketika tombol “S” ditekan *keyboard* akan mengirim 1B, jika tombol “S” ditekan terus maka *keyboard* akan mengirimkan 1B berikutnya terus menerus, sampai ada tombol lain yang ditekan atau tombol “S” tadi dilepas. *Keyboard* juga mengirim kode saat ada satu tombol yang dilepas, kodenya adalah F0 (heksadesimal) yang setara dengan angka biner 11110000, jadi jika tombol “S” dilepas maka pertama-tama *keyboard* akan mengirimkan F0 kemudian 1B.

Kode-kode tersebut dikirim *keyboard* secara seri, artinya dikirimkan satu bit demi satu bit. Misalnya 1B dikirimkan dengan cara : mula-mula dikirim “1”, sesaat kemudian “1” lagi dan menyusul “0” sampai akhirnya terkirim sebanyak 8 bit yang berbentuk 00011011. Pengiriman data dilakukan mulai dari bit yang paling kanan (LSB) sampai yang paling kiri (MSB). Masing-masing tombol punya *scan code* sendiri, termasuk tombol “shift”, tombol “ctrl” dan lain lain. Jadi jika tombol “ctrl” ditekan bersama dengan “S”, maka *scan code* yang dikirim adalah 14 (*scan code* untuk “ctrl”) dan 1B (*scan code* untuk “S”). Terserah *host* untuk mengartikan *scan code* itu sebagai apa, berarti merupakan tugas program dalam mikrokontroler untuk mengenal tiap-tiap *scan code*. Gambar 2.13 menggambarkan *scan code* masing-masing tombol *keyboard* komputer.

Esc 76	F1 05	F2 06	F3 04	F4 0C	F5 03	F6 0B	F7 83	F8 0A	F9 01	F10 09	F11 78	F12 07	PrtSc *1	ScrL 7E	Brk *2	*1 is E012E07C *2 is E11477E1F014F077						
~ 0E	1 16	2 1E	3 26	4 25	5 2E	6 36	7 3D	8 3E	9 46	0 45	- 4E	= 55	← 66	INS E070	Home E06C	PgUp E07D	NumL 77	/ E04A	* 7C	- 7B		
TAB 0D	Q 15	W 1D	E 24	R 2D	T 2C	Y 35	U 3C	I 43	O 44	P 4D	[ 54	] 5B	\ 5D	DEL E071	END E069	PgDn E07A	7 6C	8 75	9 7D	+ 79		
Caps 58	A 1C	S 1B	D 23	F 2B	G 34	H 33	J 3B	K 42	L 4B	; 4C	' 52	← 5A	4 6B	5 73	6 74	79	4 6B	5 73	6 74	79		
Shift 12	Z 1A	X 22	C 21	V 2A	B 32	N 31	M 34	, 41	./ 49	/ 4A	Shift 59	↑ E075	1 69	2 72	3 7A	← E05A	1 69	2 72	3 7A	← E05A		
Ctrl 14	Alt 11	Space 29						Alt E011	Ctrl E014	← E06B	↓ E072	→ E074	0 70	.71	E05A							

**Gambar 2.13.** Keyboard dan Scan code

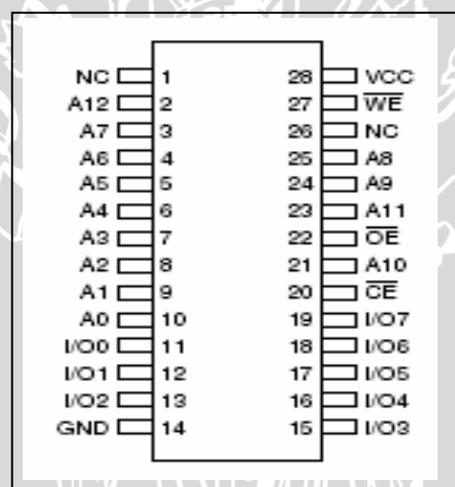
Sumber : Sutanto, 2001

*Scan code* disusun sebagai kode 8 bit bisa dipakai untuk membedakan 256 macam kode, sedangkan *keyboard* PC hanya punya 101 tombol, jadi sesungguhnya kode 8 bit tadi cukup untuk semua tombol. Tapi tombol di *keyboard* PC dikelompokkan menjadi 2 bagian, bagian utama dan bagian tambahan, bagian utama

cukup dinyatakan dengan *scan code* 1 byte saja, sedangkan bagian tambahan diwakili dengan beberapa byte *scan code* yang selalu diawali dengan E0. Misalnya tombol “ctrl” kiri diwakili dengan 14 sedangkan tombol “ctrl” kanan diwakili dengan E0 14. Dalam Gambar 2.13, terlihat bahwa *scan code* tidak berupa kode *American Standard Code for Information Interchange* (ASCII) yang biasa dipakai mewakili huruf dan ditentukan secara acak. Sehingga setelah diterima *host*, *scan code* harus diubah menjadi kode ASCII dengan memakai cara pencarian tabel.

### 2.2.6 Memori AT28C64

Memori adalah perangkat elektronik yang berfungsi untuk menyimpan data sementara dan permanen. Ada 2 macam memori, yaitu memori yang bersifat sementara biasa disebut *RAM (Random Access Memory)* dan yang bersifat permanen biasa disebut *ROM (Read Only Memory)*. Pada awalnya, ROM hanya bisa dibaca saja sedang penulisannya dilakukan pada saat pembuatannya. Dalam perkembangannya, muncul [Ultra-Violet Erasable Programmable Read Only Memory \(UV EPROM\)](#) dan [Electrically Erasable Programmable Read Only Memory \(EEPROM\)](#) dimana memori ini selain bersifat semi permanen juga dapat ditulisi lagi berulang-ulang.



**Gambar 2.14.** Susunan Pin AT28C64

**Sumber :** *Anonymous*, 1999: 1

AT28C64 adalah salah satu jenis EEPROM yang dibuat oleh perusahaan semikonduktor Atmel dengan teknologi CMOS. Konfigurasi pin pada AT28C64 ditunjukkan dalam Gambar 2.14. Memori ini beroperasi secara paralel dan dapat

diakses dengan kecepatan yang relatif tinggi serta membutuhkan daya yang relatif rendah yaitu sekitar 200 mW. Dalam keadaan tidak difungsikan (*stand by*) arus yang dibutuhkan kurang dari 100  $\mu$ A.

AT28C64 dapat diakses layaknya RAM, yaitu dapat dibaca dan ditulis langsung tanpa memerlukan komponen lain. Sehingga penggunaan memori jenis ini akan sangat menguntungkan karena data yang diisikan tidak akan hilang meskipun catu dayanya dihilangkan. Deskripsi pin-pin AT28C64 dapat dilihat dalam Tabel 2.9.

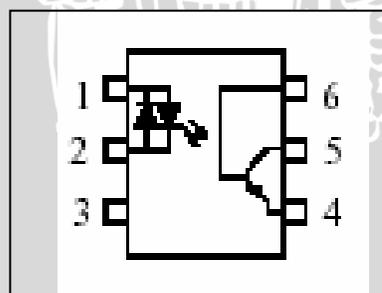
**Tabel 2.9.** Deskripsi Pin AT28C64

Pin Name	Fungsi
A0 – A12	Bus alamat
$\overline{CE}$	<i>Chip Enable</i>
$\overline{WE}$	<i>Write Enable</i>
$\overline{OE}$	<i>Output Enable</i>
I/O0 – I/O7	Bus data
NC	<i>No Connect</i>
DC	<i>Don't Connect</i>

Sumber : *Anonymous*, 1999: 2

### 2.2.7 Optokopler H11AA1

Optokopler H11AA1 merupakan salah satu jenis optokopler yang banyak terdapat dipasaran. Optokopler ini dibuat oleh perusahaan Isocom Component Ltd, yang terdiri dari dua buah *Infrared Light Emitting Diode (LED Infrared)* yang dihubungkan secara paralel dan saling berkebalikan. Selain itu juga terdiri dari sebuah fototransistor jenis NPN yang kemudian dikemas menjadi sebuah bentuk IC dengan 6 pin. Gambar 2.15 menunjukkan susunan pin dari optokopler H11AA1. fungsi dari masing-masing pin ditunjukkan dalam Tabel 2.10.



**Gambar 2.15.** Susunan Pin H11AA1

Sumber : *Anonymous*, 2000

**Tabel 2.10.** Deskripsi Pin Optokopler H11AA1

Pin Name	Fungsi
1	<i>Infrared LED input</i>
2	<i>Infrared LED input</i>
3	<i>No Conection</i>
4	Kaki basis transistor
5	Kaki kolektor transistor
6	Kaki emitor transistor

Sumber : *Anonymous*, 2000

### 2.2.8 Relay

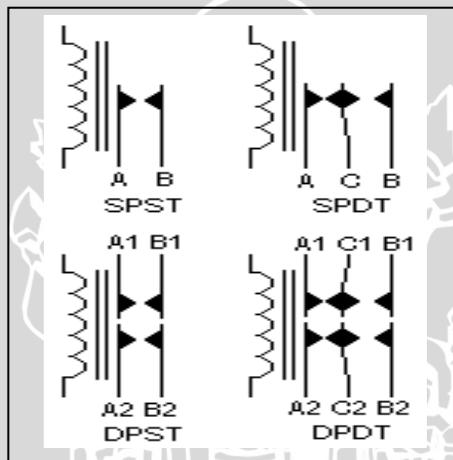
*Relay* adalah saklar elektronik yang dapat dikontrol oleh sinyal elektrik. Pada dasarnya *relay* dikendalikan oleh medan elektromagnetik untuk membuka (*open*) atau menutup (*close*) saklarnya. *Relay* akan aktif ketika ada arus listrik yang mengalir melalui lilitan atau kumparan. Kumparan tersebut akan menghasilkan medan magnet yang berfungsi untuk menarik kontak mekanik, sehingga terjadi hubungan dengan kontak yang diam. Ketika arus listrik ditiadakan maka kontak mekanik akan dikembalikan ke posisi semula oleh sebuah gaya normal yang besarnya setengah dari gaya magnet yang ditimbulkan kumparan. Biasanya digunakan pegas (*spring*) untuk menghasilkan gaya normal tersebut.

*Relay* yang terdapat dipasaran ada bermacam macam. Berdasarkan kondisi kontaknya, *relay* dibagi menjadi 3 macam yaitu *Normally Open* (NO), *Normally Close* (NC) dan kontak bergantian (*change over contact*).

- ✚ Kontak *normally open* menghubungkan rangkaian ketika *relay* diaktifkan. *Relay* ini juga disebut kontak Form A atau *make contact*. *Relay normally open* biasanya digunakan untuk mengontrol rangkaian yang membutuhkan arus yang besar.
- ✚ Kontak *normally close* akan memutuskan hubungan rangkaian pada saat *relay* diaktifkan. *Relay* ini disebut juga kontak Form B atau *break contact*. Kontak *normally close* cocok untuk rangkaian yang harus tetap terhubung sampai *relay* diaktifkan.
- ✚ Kontak *change over* dapat mengontrol dua rangkaian. Jika rangkaian yang satunya terhubung maka satunya terputus dan begitu juga sebaliknya. *Relay* ini disebut juga kontak Form C.

Berdasarkan jumlah kontakannya, *relay* dibagi menjadi 4 macam. Seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.16.

- *Single Pole Single Throw (SPST)*, *relay* ini memiliki dua terminal yang dapat dihidupkan (on) atau di-off-kan. Jadi jika dihitung semua terminalnya, *relay* ini memiliki 4 buah terminal yang terdiri dari 2 kontak dan 2 terminal kumparan (*coil*)
- *Single Pole Double Throw (SPDT)* memiliki 3 buah terminal dalam satu baris. Satu terminal yang terletak ditengah 2 buah kontak dipakai bersama-sama. *Relay* ini hampir sama dengan *relay change over*. Jika dihitung semua terminalnya, SPDT memiliki 5 buah terminal.
- *Double Pole Single Throw (DPST)* memiliki dua pasang terminal yang sama dengan *relay* SPST tetapi hanya memiliki satu kumparan. Jadi jumlah seluruh terminalnya adalah 6 buah termasuk kumparannya.
- *Double Pole Double Throw (DPDT)* memiliki dua baris terminal change-over. *Relay* ini sama dengan dua saklar SPDT dengan satu kumparan. Jumlah seluruh terminalnya adalah 8 buah termasuk kumparan.



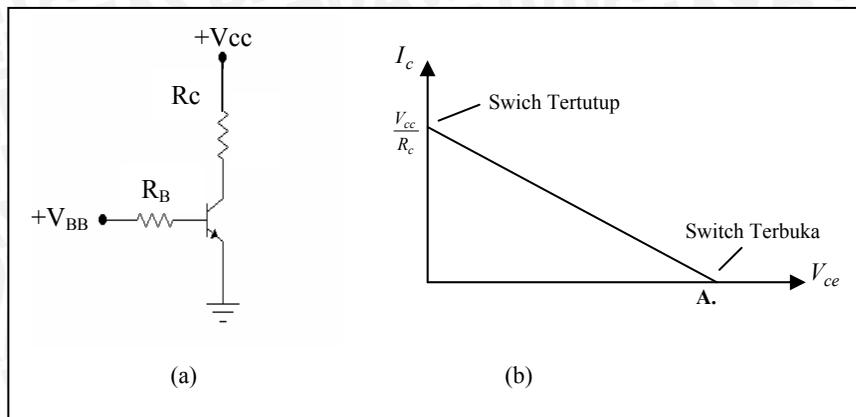
**Gambar 2.16.** Macam-macam *Relay*

**Sumber :** *Anonymous*, 2006

### 2.2.9 Transistor sebagai Saklar

Rangkaian pengendali *relay* menggunakan prinsip rangkaian transistor sebagai saklar yaitu mengoperasikan transistor pada titik saturasi. Jika sebuah transistor berada dalam keadaan saturasi, transistor tersebut seperti sebuah saklar

yang tertutup dari kolektor ke emitor. Jika transistor pada keadaan *cut off*, transistor seperti sebuah saklar yang terbuka.



**Gambar 2.17.** (a) Transistor Sebagai Saklar. (b) Garis Beban DC

**Sumber :** Malvino, 1984: 129

$$I_B R_B + V_{BE} + V_{BB} = 0 \quad (2.1)$$

$$R_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{I_B} \quad (2.2)$$

Jika arus basis lebih besar atau sama dengan  $I_{B(sat)}$ , titik kerja Q berada pada ujung atas dari garis beban. Dalam hal ini transistor seperti sebuah saklar yang tertutup. Sebaliknya, jika arus basis nol, transistor bekerja pada ujung bawah dari garis beban, dan transistor seperti sebuah saklar yang terbuka. Gambar 2.17 menunjukkan rangkaian transistor sebagai saklar dan garis beban DC.

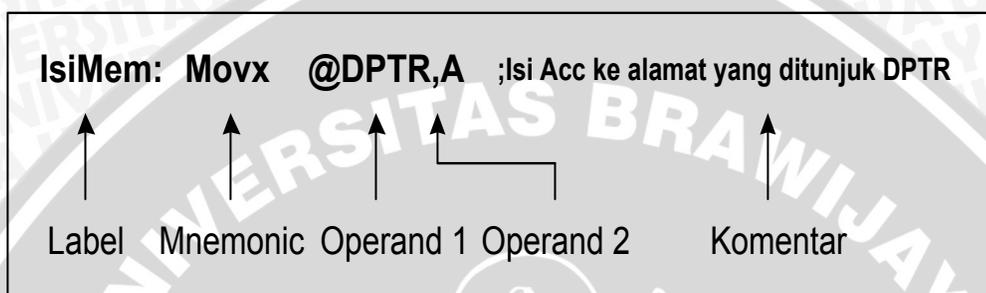
### 2.3 Perangkat Lunak

Bahasa *Assembly* adalah bahasa komputer yang kedudukannya di antara bahasa mesin dan bahasa level tinggi misalnya bahasa C atau Pascal. Bahasa C atau Pascal dikatakan sebagai bahasa level tinggi karena memakai kata-kata dan pernyataan yang mudah dimengerti manusia, meskipun masih jauh berbeda dengan bahasa manusia sesungguhnya. Bahasa mesin adalah kumpulan kode biner yang merupakan instruksi yang bisa dijalankan oleh komputer. Sedangkan bahasa *Assembly* memakai kode *Mnemonic* untuk menggantikan kode biner, agar lebih mudah diingat sehingga lebih memudahkan penulisan program. Bahasa *Assembly* inilah yang digunakan untuk pemrograman pada mikrokontroler atau mikroprosesor.

### 2.3.1 Program Sumber *Assembly*

Program yang ditulis dengan bahasa *Assembly* terdiri dari *label*, kode *mnemonic* dan lain sebagainya, pada umumnya dinamakan sebagai program sumber *assembly* (*Source Code*) yang belum bisa diterima oleh prosesor untuk dijalankan sebagai program, tapi harus diterjemahkan dulu menjadi bahasa mesin dalam bentuk kode heksadesimal atau biner.

Program sumber *assembly* dibuat dengan program editor biasa, misalnya *Note Pad* pada Windows atau *SideKick* pada DOS. Selanjutnya program sumber diterjemahkan ke bahasa mesin dengan menggunakan program Assembler. Hasil kerja program Assembler adalah program objek dan juga *assembly listing*.



**Gambar 2.18.** Bentuk Program Sumber *Assembly*

**Sumber :** Nalwan, 2003: 55

Seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.18, program sumber *assembly* terdiri atas beberapa bagian yaitu :

#### ➤ **Label**

*Label* berfungsi untuk memberi nama pada alamat-alamat tertentu dari sebuah program. Pemberian *label* ini akan sangat berguna jika dalam program terdapat perulangan atau lompatan. Dalam penulisan *label* perlu diperhatikan beberapa aturan, antara lain: harus diawali dengan huruf dan tanpa spasi, tidak boleh ada *label* yang sama dalam satu program, maksimal 16 karakter dan tidak boleh ada spasi.

#### ➤ **Mnemonic**

*Mnemonic* atau bisa juga disebut kode operasi (*Opcode*) adalah kode kode yang akan dikerjakan oleh program assembler. Kode operasi ini merupakan perintah-perintah yang sangat bergantung dari jenis mikroprosesor atau

mikrokontroler yang digunakan. Contoh beberapa *mnemonic* dalam pemrograman mikrokontroler AT89C51 adalah sebagai berikut :

- ADD untuk menambahkan isi RAM
- MOV untuk mengkopi isi register yang ditunjuk
- JUMP untuk mengubah urutan pelaksanaan suatu program
- CALL untuk memanggil sub rutin yang dikehendaki.
- SWAP untuk menukar isi 4 bit bawah dengan 4 bit atas akumulator
- JB untuk lompatan ke alamat yang ditunjuk jika syaratnya terpenuhi

Selain *Mnemonic* tersebut diatas masih banyak lagi *mnemonic-mnemonic* yang lain sesuai dengan fungsinya masing-masing.

#### ➤ **Operand**

*Operand* merupakan pelengkap dari *mnemonic*. Jumlah operan yang dibutuhkan oleh *mnemonic* tidak selalu sama, tergantung dari *mnemonic* itu sendiri. Ada sebuah *mnemonic* yang memiliki sampai tiga *operand*, tapi ada juga yang tidak memiliki *operand*.

#### ➤ **Komentar**

Bagian komentar tidak harus ada dalam sebuah program sumber. Namun bagian ini sering dibutuhkan untuk menjelaskan proses-proses atau catatan-catatan tertentu pada bagian bagian program. Bahkan pembuat programpun sering membutuhkan komentar untuk mengingat jalannya program. Penulisan komentar harus diawali dengan tanda “;” dan dapat diletakkan pada bagian manapun dari suatu program.

### 2.3.2 Program Objek

Program objek adalah hasil utama dari sebuah proses *assembly* yang berupa kode-kode yang hanya dikenali oleh mikroprosesor atau mikrokontroler. Program objek biasanya berupa kode heksa (\*.HEX) atau kode biner (\*.BIN). Program inilah yang nantinya akan dituliskan kedalam mikrokontroler atau memori program.

### 2.3.3 Assembly Listing

*Assembly listing* merupakan naskah yang berasal dari program sumber, dalam naskah tersebut pada bagian sebelah kiri setiap baris dari program sumber diberi tambahan hasil terjemahan program Assembler. Tambahan tersebut berupa nomor

memori program berikut dengan kode yang akan diisikan pada memori-program bersangkutan. Naskah ini sangat berguna untuk dokumentasi dan sarana untuk menelusuri program yang ditulis. *Assembly listing* biasanya tersimpan dalam *file* dengan ekstensi LST (\*.LST)

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## B A B III

### METODOLOGI PENELITIAN

Dalam perancangan dan pembuatan alat bantu komunikasi bagi tuna wicara dengan memanfaatkan jaringan telepon ini diperlukan beberapa metode untuk merealisasikannya. Adapun metodologi yang digunakan adalah sebagai berikut :

#### 3.1 Studi Literatur

Dalam tahap ini, dilakukan pengumpulan data-data dan teori-teori yang menunjang dalam perancangan dan pembuatan alat. Beberapa teori yang akan dipelajari adalah sistem mikrokontroler AT89C51, sistem telepon, DTMF, LCD, memori AT28C64, dan *keyboard*.

#### 3.2 Perancangan Alat

Setelah melakukan studi literatur, barulah memulai perancangan alat. Dalam tahap ini dimulai dengan menentukan spesifikasi alat yang akan dirancang. Kemudian membuat blok diagram sistem untuk mempermudah pemahaman mengenai alur kerja alat yang akan dibuat serta membuat skema rangkaian. Setelah itu dilakukan pemilihan komponen sesuai dengan yang dibutuhkan dan banyak terdapat dipasaran. Pembuatan perangkat lunak dengan menggunakan bahasa *assembler* diawali dengan membuat diagram alir (*flowchart*) dari program yang akan dibuat.

#### 3.3 Pembuatan Alat

Tahap pembuatan alat dimulai dengan membuat unit rangkaian per blok pada *Printed Circuit Board* (PCB). Kemudian dilakukan penggabungan tiap blok rangkaian sesuai dengan perancangan. Dalam proses pembuatan PCB dibantu dengan menggunakan perangkat lunak Protel PCB. *Layout* rangkaian hasil perancangan dengan protel disablonkan pada PCB. Kemudian PCB direndam dalam larutan ferriclorit ( $\text{FeCl}_3$ ) untuk melarutkan tembaga yang tidak dipakai sebagai jalur. Setelah itu PCB di bor untuk membuat lubang tempat kaki-kaki komponen. Tahap selanjutnya adalah pemasangan komponen pada PCB yang telah jadi. Pemasangan komponen dimulai dengan komponen pasif seperti *jumper*,



*resistor*, kapasitor dan soket IC. Kemudian dilanjutkan dengan pemasangan komponen aktif seperti IC. Tahap terakhir dari pembuatan alat adalah mengimplementasikan perangkat lunak yang telah dibuat dengan bahasa *assembler* kedalam mikrokontroler.

### 3.4 Pengujian Alat dan Analisis

Pengujian alat dilakukan untuk memastikan bahwa alat yang telah dibuat dapat berfungsi seperti yang diharapkan. Pengujian alat dilakukan dua tahap yaitu pengujian tiap blok rangkaian dan pengujian alat secara keseluruhan. Hasil pengujian dianalisis dan dibandingkan dengan teori yang ada sehingga didapatkan kesimpulan dari alat yang telah dibuat.

### 3.5 Pengambilan Kesimpulan

Kesimpulan diambil setelah melakukan perancangan dan pengujian. Data dan fakta yang didapat dari pengujian, dianalisa dan dibandingkan antara rencana dan hasil perancangan, kemudian dari perbandingan data-data tersebut, diambil kesimpulan apakah hasil perancangan dapat bekerja seperti yang diharapkan.



## B A B IV

### PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Alat yang dirancang ini berfungsi sebagai alat bantu komunikasi jarak jauh bagi penyandang tuna wicara dengan memanfaatkan jaringan telepon. Alat ini menggunakan mikrokontroler AT89C51 sebagai pengolah datanya, *keyboard* komputer sebagai masukan data, *Liquid Crystal Display* (LCD) sebagai tampilan, memori jenis *Electrically Erasable Programmable Read Only Memory* (EEPROM) AT28C64 sebagai penyimpan data dan MT8888 sebagai *encoder* dan *decoder Dual Tone Multiple Frequency* (DTMF).

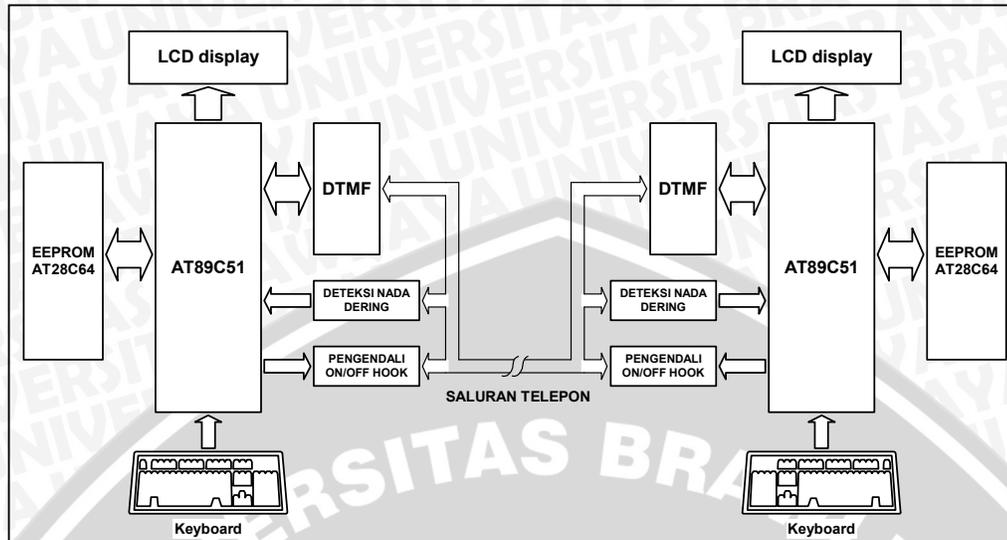
#### 4.1 Spesifikasi Alat

Dalam perancangan ini spesifikasi alat komunikasi yang dirancang adalah sebagai berikut:

- ☆ Pesan maksimal 1000 karakter dan disimpan dalam EEPROM AT28C64 sebelum dikirim.
- ☆ Pesan yang diterima disimpan dulu dalam EEPROM kemudian ditampilkan dalam LCD *display* 32 karakter dan bisa digeser ke kanan atau ke kiri untuk membacanya.
- ☆ Memori EEPROM dibagi menjadi dua bagian untuk menyimpan pesan yang akan dikirim dan menyimpan pesan yang diterima.
- ☆ Nomor telepon yang akan dihubungi dan pesan yang akan dikirim, dimasukkan dengan menggunakan *keyboard* komputer yang sudah ada.
- ☆ Komunikasi data dilakukan dengan mengkodekan data digital menjadi sinyal DTMF oleh MT8888 dan dikirimkan melalui jaringan kabel telepon.
- ☆ Alat komunikasi ini dipasang paralel dengan pesawat telepon.

#### 4.2 Blok Diagram Sistem

Pada perancangan alat bantu komunikasi jarak jauh bagi penyandang tuna wicara dengan memanfaatkan jaringan telepon ini terdiri dari beberapa bagian sistem. Setiap bagian sistem, memiliki fungsi yang berbeda beda. Blok diagram sistem tersebut ditunjukkan dalam Gambar 4.1.



**Gambar 4.1** Blok Diagram Sistem

Alat komunikasi tuna wicara bekerja seperti layaknya SMS pada telepon seluler atau *chatting* pada internet. Secara umum, prinsip kerja alat ini dapat dibagi menjadi dua, yaitu sebagai pengirim dan sebagai penerima.

Sebagai pengirim pesan, alat ini mulai bekerja dengan menuliskan pesan yang akan dikirim. Pesan ditulis dengan *keyboard* komputer, kemudian ditampilkan dalam *LCD display* dan disimpan dalam memori EEPROM. Mikrokontroler berfungsi untuk mengolah data dari *keyboard* dan mengubahnya kedalam kode ASCII agar bisa ditampilkan dalam LCD. Setelah pesan ditulis, baru melakukan panggilan kepada telepon yang dituju. Tentunya telepon yang dituju juga memiliki alat komunikasi tuna wicara yang sejenis. Setelah telepon tersambung, pengiriman pesan yang telah ditulis sebelumnya dapat dilakukan. Dengan demikian, lamanya waktu terhubung ke saluran telepon semakin sedikit. Setiap karakter pesan yang telah disimpan dalam EEPROM, diubah menjadi sinyal analog dengan frekuensi tertentu. Sinyal inilah yang kemudian ditransmisikan melalui saluran telepon.

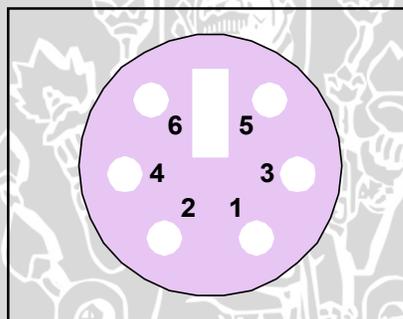
Sebagai penerima pesan, yang pertama dilakukan adalah menerjemahkan/mengubah sinyal analog menjadi data digital lagi. Data yang telah diterjemahkan disimpan dalam EEPROM. Setelah itu ditampilkan dalam LCD untuk dibaca. LCD M1632 hanya mampu menampilkan 32 karakter, jadi untuk membaca data yang lebih dari 32 karakter bisa dilakukan dengan menggeser pesan kekanan atau

kekiri. Pesan yang telah dibaca dapat dihapus atau tetap dibiarkan tersimpan dalam EEPROM.

### 4.3 Perancangan Perangkat Keras

#### 4.3.1 Perancangan *Keyboard*

*Keyboard* berfungsi sebagai media untuk memasukkan data. Data yang dimaksud bisa berupa pesan yang akan dikirimkan atau nomor telepon yang akan dihubungi. Rangkaian *keyboard* disesuaikan dengan yang ada saat ini, yaitu menggunakan konektor mini DIN atau PS/2. Gambar 4.2 menunjukkan konektor PS/2 dilihat pada sisi *host* (PS/2-*female Connector*). Dari 6 pin yang terdapat dalam konektor PS/2, hanya 4 yang dipakai dalam antarmuka *keyboard* dengan mikrokontroler, seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 4.1.



Gambar 4.2. PS/2-*female Connector*

Sumber: Anonymous, 2004

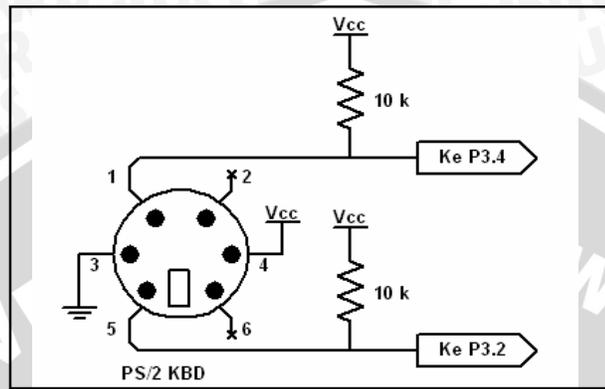
Tabel 4.1. Deskripsi konektor pada PS/2

Nomor Pin	Sinyal	Keterangan
1	Data	Data <i>Keyboard</i>
2	NC	Tidak disambungkan
3	Gnd	<b>Ground</b>
4	Vcc	Power, 5 volt
5	CLK	<i>Keyboard Clock</i>
6	NC	Tidak disambungkan

Sumber: Anonymous, 2004

Pengiriman data oleh *keyboard* dilakukan secara seri, dengan mengirimkan bit rendah (*Least Significant Bit*) terlebih dulu sampai bit tertinggi (*Most Significant Bit*). Pengiriman data oleh *keyboard* ditandai dengan sinyal *low*

(logika 0) pada *keyboard clock*. Oleh karena itu pin ini dihubungkan dengan kaki P3.2/INT0 dari mikrokontroler untuk memberikan interupsi agar mikrokontroler menjalankan program pengambilan data dari *keyboard*. Rangkaian antarmuka *keyboard* dan mikrokontroler ditunjukkan dalam Gambar 4.3.



**Gambar 4.3** Antarmuka *Keyboard*

Keluaran *keyboard* merupakan saluran *open drain*, sehingga memerlukan tegangan  $V_{CC}$  dari luar. Untuk membatasi arus yang masuk ke mikrokontroler dan *keyboard* diperlukan tambahan resistor *pull up*. Besarnya resistor dapat dihitung sebagai berikut:

$$R_{p\ min} = \frac{V_{CC} - V_{OL}}{I_{OL} - I_{IL}} \quad (4.1)$$

$$R_{p\ max} = \frac{V_{CC} - V_{OH}}{I_{IH}} \quad (4.2)$$

Dari *data book keyboard* dapat diketahui besarnya  $V_{CC} = 5$  Volt,  $V_{OL} = 0,7$  Volt,  $I_{OL} = 3,2$  mA dan  $V_{OH} = 2,4$  Volt. Sedangkan besarnya  $I_{IL}$  diketahui dari *data sheet* mikrokontroler sebesar  $-50$   $\mu$ A dan  $I_{IH} = 10$   $\mu$ A.

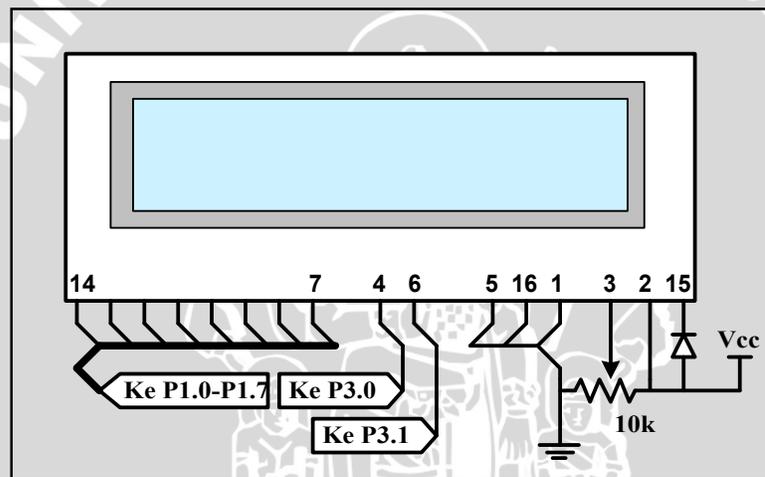
$$\begin{aligned} R_{p\ min} &= \frac{5 - 0,7}{3,2 \times 10^{-3} - 50 \times 10^{-6}} \\ &= 1,365 \times 10^3 \\ &= 1,365 \text{ k}\Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{p\ max} &= \frac{5 - 2,4}{10 \times 10^{-6}} \\ &= 26 \times 10^3 \\ &= 26 \text{ k}\Omega \end{aligned}$$

dari perhitungan didapatkan besarnya nilai resistor *pull up* diantara 1,365 k $\Omega$  dan 26 k $\Omega$ . Dalam perancangan ini dipakai resistor dengan nilai 10 k $\Omega$  yang banyak terdapat dipasaran, selain itu juga untuk mengatasi jika terjadi perubahan nilai resistor karena pengaruh suhu (toleransi resistor).

#### 4.3.2 Tampilan LCD

Dalam aplikasi ini menggunakan LCD (*Liquid Crystal Display*) jenis M1632 yang merupakan LCD dua baris dengan setiap baris terdiri atas 16 karakter. LCD jenis ini memiliki 16 pin yang terdiri dari 8 saluran data, 3 pin kontrol dan 5 pin untuk sumber tegangan. Rangkaian LCD ditunjukkan dalam Gambar 4.4.



**Gambar 4.4.** Rangkaian antarmuka LCD

*Bus* data LCD (D0-D7) terhubung dengan port 1 (P1.0-P1.7) dari mikrokontroler. Pin RS dari LCD terhubung ke P3.0 pada mikrokontroler dan Pin Enable dari LCD terhubung ke P3.1 dari mikrokontroler. Untuk mengatur terang atau redupnya tampilan LCD digunakan resistor variabel (potensiometer) yang dipasang antara pin 3, Vcc dan *Ground*.

**Tabel 4.2.** Operasi Penulisan LCD

RS	R/W	Operasi
0	0	Menulis instruksi
1	0	Menulis data

**Sumber:** Anonymous, 1987:8

Tabel 4.2. menunjukkan proses penulisan instruksi dan penulisan data pada LCD. Alamat untuk menuliskan data/karakter pada LCD dapat dilihat dalam Tabel 4.3.

**Tabel 4.3.** Alamat LCD M1632

00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F
40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F

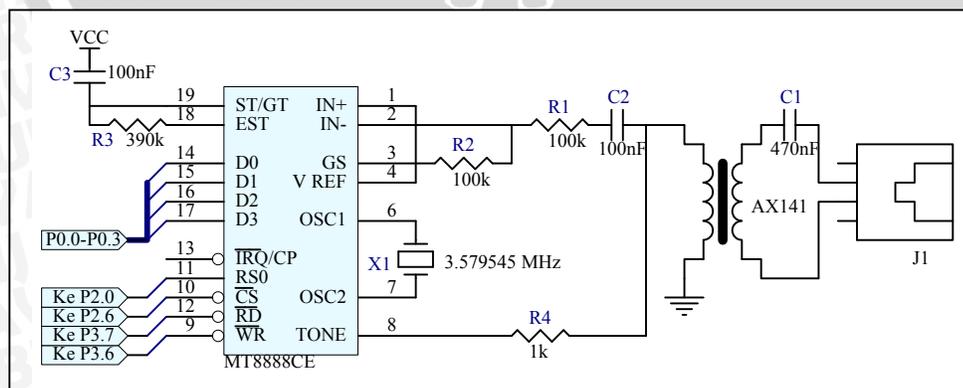
**Sumber:** Anonymous, 1987:10

Sebelum menampilkan data pada LCD terlebih dahulu harus dilakukan proses inisialisasi untuk menyiapkan LCD pada mode kerjanya. Inisialisasi tersebut meliputi:

- ❖ Membersihkan display dan menempatkan kursor pada posisi home (00)
- ❖ Menentukan lebar data antarmuka 8 bit
- ❖ Mengaktifkan display dan posisi kursor
- ❖ Mengatur perpindahan kursor ke kanan atau ke kiri

### 4.3.3 Rangkaian Sistem DTMF MT8888CE

Rangkaian sistem DTMF meliputi *encoder* dan *decoder* DTMF. *Encoder* DTMF berfungsi untuk membangkitkan nada DTMF dari data biner 4 bit yang dimasukkan pada IC tersebut. Sedangkan *decoder* DTMF berfungsi untuk mendapatkan kembali data biner dari sebuah nada DTMF. IC MT8880 dan MT8888 dapat berfungsi sebagai *encoder* dan *decoder* DTMF. Dalam aplikasi ini digunakan IC MT 8888 karena selain dapat berfungsi ganda seperti disebutkan diatas, juga memiliki sistem *bus* Intel yang sesuai dengan sistem *bus* pada mikrokontroler AT89C51.



**Gambar 4.5** Rangkaian Sistem DTMF

Rangkaian antarmuka sistem DTMF dengan mikrokontroler ditunjukkan dalam Gambar 4.5. Pada rangkaian tersebut terdapat transformator AX141 yang merupakan trafo dengan impedansi 600 ohm dengan perbandingan primer dan sekunder 1:1 yang berfungsi sebagai *coupling* serta *matching impedance*, yaitu menyesuaikan impedansi rangkaian sistem DTMF dengan jaringan telepon. Kapasitor  $C_1$  sebesar 470nF berfungsi untuk memblokir tegangan DC yang ada di saluran telepon, sehingga rangkaian ini tidak membebani saluran telepon. Kristal dengan frekuensi 3,579545 MHz digunakan sebagai pembangkit *clock*.  $R_2$  merupakan resistor umpan balik untuk menentukan penguatan dari rangkaian penerima DTMF. Besarnya penguatan tegangan sama dengan satu sesuai dengan *data sheet*. Penguatan sebesar satu kali ini berfungsi sebagai *buffer*. Untuk menghasilkan penguatan sama dengan satu maka besarnya  $R_1$  dan  $R_2$  harus sama. Sesuai dengan *data sheet* MT8888:4-98 besarnya  $R_1$  dan  $R_2$  adalah 100k $\Omega$ .

$$\begin{aligned} A_v &= R_2 / R_1 & (4.3) \\ &= 100k / 100k \\ &= 1 \end{aligned}$$

Sinyal yang mengandung nada DTMF harus melebihi konstanta waktu  $t_{REC}$  yang telah ditentukan agar sinyal tersebut dapat dikenali sebagai nada DTMF. Besarnya konstanta waktu  $t_{REC}$  tersebut ditentukan oleh  $C_3$  dan  $R_3$  dengan menggunakan persamaan pada *data sheet* MT8888: 4-92.

$$t_{REC} \geq t_{DPmax} + t_{GTPmax} - t_{DAmin} \quad (4.4)$$

$$t_{GTP} = (R_3 \cdot C_3) \ln [V_{DD} / (V_{DD} - V_{TSI})] \quad (4.5)$$

dalam *data sheet*, besarnya  $t_{REC}$  biasanya adalah 40 ms, besarnya  $t_{DPmax}$  adalah 14 ms, besarnya  $t_{DAmin}$  adalah 0,5 ms. Sedangkan besarnya  $V_{DD}$  adalah 5 V dan  $V_{TSI}$  antara 2,2 V sampai 2,5 V. Dari data-data tersebut maka besarnya  $R_3$  dapat dihitung. Dengan menentukan harga  $C_3$  sebesar 100 nF maka:

$$40 = 14 + t_{GTPmax} - 0,5$$

$$t_{GTPmax} = 26,5 \text{ ms}$$

$$26,5 \times 10^{-3} = (R_3 \cdot 100 \times 10^{-9}) \ln [5 / (5 - 2,5)]$$

$$R_3 = 382314,2 \Omega$$

Karena tidak semua harga resistor ada dipasaran, maka besarnya resistor diambil yang mendekati harga perhitungan yaitu 390000  $\Omega$ /390 k $\Omega$ .

$$t_{GTPmax} = (390 \times 10^3 \cdot 100 \times 10^{-9}) \ln [5/(5 - 2,5)]$$

$$= 27,03 \text{ ms}$$

$$t_{GTPmin} = (390 \times 10^3 \cdot 100 \times 10^{-9}) \ln [5/(5 - 2,2)]$$

$$= 22,61 \text{ ms}$$

$$t_{REC} \geq 14 + 27,03 - 0,5$$

$$\geq 40,53 \text{ ms}$$

Jadi dengan  $C_3$  sebesar 100 nF dan  $R_3$  sebesar 390 k $\Omega$  maka besarnya konstanta waktu  $t_{REC}$  adalah 40,53 ms. Basarnya  $t_{REC}$  ini masih diperbolehkan karena tidak melebihi waktu pembangkitan nada yang besarnya minimal 50 ms.

Sebuah sinyal tidak terdeteksi sebagai nada DTMF jika konstanta waktunya kurang dari  $t_{REC}$ . Besarnya  $t_{REC}$  dapat dihitung dengan persamaan:

$$t_{REC} \leq t_{DPmin} + t_{GTPmin} - t_{DAmax} \quad (4.6)$$

didalam *data sheet*, besarnya  $t_{DPmin}$  adalah 3 ms, besarnya  $t_{DAmax}$  adalah 8,5 ms maka:

$$t_{REC} \leq 3 + 22,61 - 8,5$$

$$\leq 17,11 \text{ ms}$$

Besarnya selang waktu atau waktu tunda antara nada DTMF yang satu dengan yang lain harus melebihi konstanta waktu  $t_{ID}$ , agar sinyanya-sinyal yang mengandung nada DTMF tersebut dapat dikenali. Besarnya  $t_{ID}$  dapat dihitung dengan persamaan:

$$t_{ID} \geq t_{DAmax} + t_{GTAmax} - t_{DPmin} \quad (4.7)$$

besarnya  $t_{GTA}$  dapat dihitung dengan persamaan:

$$t_{GTA} = (R_3 \cdot C_3) \ln [V_{DD}/V_{Tst}] \quad (4.8)$$

$$t_{GTAmax} = (390 \times 10^3 \cdot 100 \times 10^{-9}) \ln [5/2,2]$$

$$= 32,02 \text{ ms}$$

$$t_{GTAmin} = (390 \times 10^3 \cdot 100 \times 10^{-9}) \ln [5/2,5]$$

$$= 27,03 \text{ ms}$$

jadi besarnya  $t_{ID}$  adalah sebagai berikut:

$$t_{ID} \geq 8,5 + 32,02 - 3$$

$$\geq 37,52 \text{ ms}$$

Basarnya  $t_{ID}$  ini masih diperbolehkan karena tidak melebihi lamanya waktu nada berhenti (*tone pause duration*) yang besarnya minimal 50 ms.

$t_{OD}$  adalah lamanya waktu sinyal hilang diantara satu nada DTMF. Sinyal hilang bisa disebabkan karena gangguan dalam saluran. Besarnya  $t_{OD}$  yang diperbolehkan adalah

$$\begin{aligned} t_{OD} &\leq t_{DAmin} + t_{GTAmin} - t_{DPmax} \\ &\leq 0,5 + 27,03 - 14 \\ &\leq 13,53 \text{ ms} \end{aligned} \quad (4.9)$$

IC MT8888 akan mengubah sinyal yang mengandung nada DTMF menjadi data biner 4 bit jika lamanya sinyal tersebut melebihi konstanta waktu yang telah ditentukan. Data 4 bit inilah yang nantinya akan diambil oleh mikrokontroler untuk diolah. Untuk itu kaki D0 – D3 dari MT8888 dihubungkan dengan bus data pada mikrokontroler (P0.0 – P0.3). Sedangkan kaki RSO dihubungkan pada pin A8 (P2.0) dan kaki  $\overline{CS}$  pada A14 (P2.6). Dengan demikian untuk mengakses register data pada MT8888 terletak pada alamat 8000H dan untuk mengakses register kontrol dan register status terletak pada alamat 8100H. Pin  $\overline{IRQ/CP}$  tidak dihubungkan dengan mikrokontroler. Untuk mendeteksi adanya nada DTMF baru dilakukan dengan mengontrol register status. Untuk melengkapi proses pembacaan dan penulisan pada MT8888 maka pin  $\overline{RD}$  dan  $\overline{WR}$  dihubungkan dengan pin  $\overline{RD}$  dan  $\overline{WR}$  pada mikrokontroler.

Dalam perancangan ini MT8888 digunakan untuk melakukan *dialing* telepon serta untuk mengirimkan data. Kedua proses tersebut sangat berbeda, untuk itu kedua proses tersebut dipisahkan dalam software. Dalam melakukan *dialing* telepon untuk angka “2” diwakili dengan data biner 0010B. Data ini hanya terdiri dari 4 bit sehingga bisa langsung dikirimkan melalui MT8888. Dalam pengiriman data misalkan karakter “2” diwakili dengan data biner 00110010B. Data tersebut terdiri dari 8 bit data, agar bisa dikirimkan melalui MT8888 maka data ini harus dibagi menjadi dua. 4 *Lower* bit dikirim terlebih dahulu baru kemudian yang 4 *upper* bit (4 bit atas). Proses pengiriman data dilakukan dengan mengakses alamat 8000H dan menempatkan data pada D0 –D3.

Dalam menerima data, MT8888 hanya akan menerima 4 bit data. Jadi untuk data yang panjangnya sampai 8 bit akan diterima berturut turut kemudian digabungkan menjadi data 8 bit.

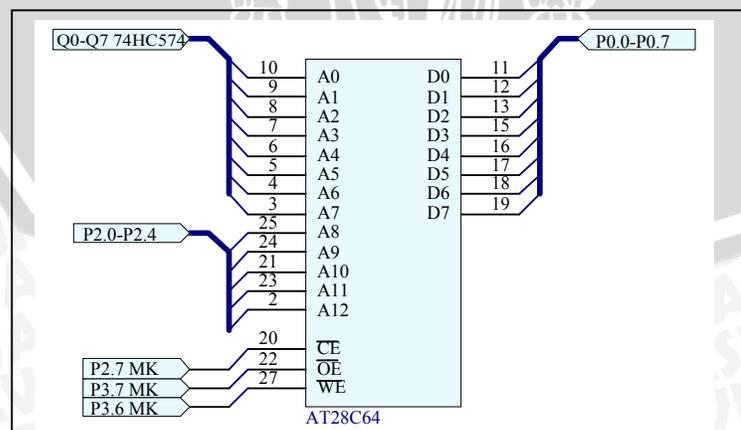
Sebelum MT8888 siap digunakan harus dilakukan inisialisasi pada waktu 100ms atau lebih setelah *power supply* diaktifkan. Urutan dari proses inisialisasi tersebut adalah sebagai berikut:

- \*\* Baca register status
- \*\* Tulis ke register kontrol dengan data 0000B
- \*\* Tulis ke register kontrol dengan data 0000B
- \*\* Tulis ke register kontrol dengan data 1000B
- \*\* Tulis ke register kontrol dengan data 0000B
- \*\* Baca register status

Setelah melakukan inisialisasi, dilanjutkan dengan mengisi register kontrol dengan data data sesuai mode operasinya.

#### 4.3.4 Rangkaian Memori AT28C64

Memori AT28C64 merupakan memori jenis EEPROM (semi permanen), dimana data yang disimpan didalamnya tidak akan hilang meskipun catu dayanya dimatikan. Selain itu memori jenis ini juga mudah untuk dibaca atau ditulis berulang ulang. Dalam aplikasi ini, memori AT28C64 ini digunakan sebagai penyimpan data, bukan penyimpan program. Data yang disimpan berupa pesan yang akan dikirim dan pesan yang diterima. Rangkaian memori AT28C64 dengan mikrokontroler ditunjukkan dalam Gambar 4.6.



**Gambar 4.6.** Rangkaian Memori AT28C64

Rangkaian memori AT28C64 tidak memerlukan tambahan komponen eksternal. Sistem busnya juga sesuai dengan sistem *bus* pada mikrokontroler AT89C51, oleh karena itu bisa langsung dihubungkan dengan mikrokontroler. Pin A0-A7 dihubungkan dengan Q0-Q7 dari latch 74HC574 yang berfungsi menahan alamat bit rendah dari mikrokontroler. Pin A8-A12 dihubungkan dengan P2.0-P2.4 (A0-A12) dari mikrokontroler. Saluran data D0-D7 dihubungkan dengan D0-D7 dari mikrokontroler. Pin  $\overline{CE}$  dihubungkan pada P2.7 (A15). Dengan demikian alamat awal dari memori AT28C64 terletak pada alamat 4000H dan alamat terakhirnya adalah 5FFFH. Untuk melengkapi proses pembacaan dan penulisan memori maka pin  $\overline{OE}$  dihubungkan dengan pin  $\overline{RD}$  (P3.7) dan  $\overline{WR}$  dihubungkan dengan pin  $\overline{WR}$  (P3.6) pada mikrokontroler.

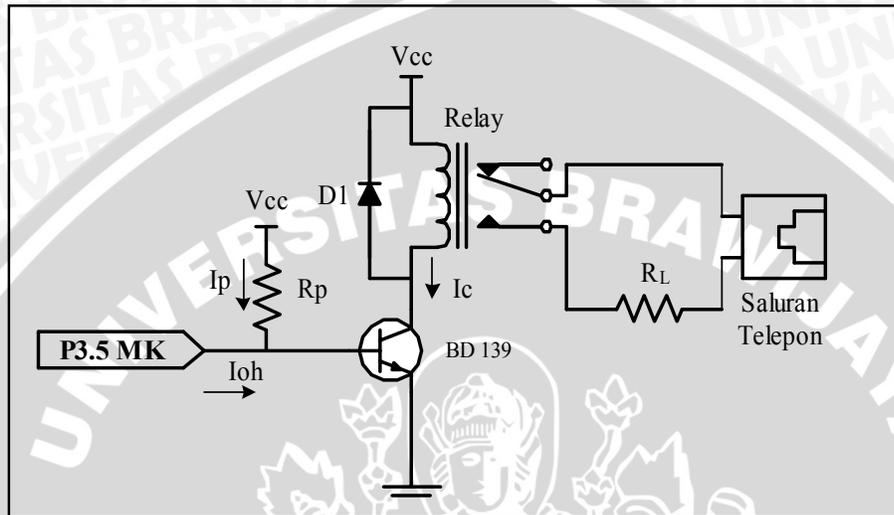
Memori AT28C64 dibagi menjadi 2 bagian, untuk memudahkan proses mengaksesnya. Bagian pertama mulai dari alamat 4000H sampai 4FFFH digunakan sebagai penyimpan data yang akan dikirim. Memori alamat 5000H sampai 5FFFH digunakan sebagai penyimpan data yang diterima. Pemisahan ini dilakukan pada perancangan perangkat lunaknya.

#### 4.3.5 Rangkaian Pengendali *On/Off Hook*

*On Hook* adalah kondisi dimana gagang telepon diletakkan pada tempatnya. Dalam keadaan ini, saluran telepon memiliki impedansi yang sangat besar. Kondisi *off hook* adalah kondisi dimana gagang telepon (*handset*) diangkat. Dalam keadaan ini tegangan dalam saluran telepon akan turun menjadi 6–12 Volt karena saluran telepon terhubung dengan impedansi yang terdapat dalam pesawat telepon sebesar kurang lebih 600  $\Omega$  – 1 k $\Omega$ .

Dalam aplikasi ini, mikrokontroler akan mensimulasikan keadaan *off hook*, dengan cara menghubungkan saluran telepon dengan resistor sebesar 680  $\Omega$ . Dengan cara ini dapat membuat seolah-olah gagang telepon sedang diangkat. Rangkaian pengendali *off hook* terdiri dari *relay*, transistor dan resistor sebagai beban. Rangkaian pengendali *off hook* ditunjukkan dalam Gambar 4.7. Rangkaian tersebut dikemudikan oleh keluaran dari mikrokontroler melalui pin P3.5. Arus yang keluar dari mikrokontroler tidak cukup untuk mengaktifkan *relay*, oleh karena itu diperlukan transistor sebagai penguat arusnya. Jika pin tersebut diberi

logika 1, maka transistor akan aktif dan mencapai keadaan saturasi sehingga transistor seperti saklar yang sedang tertutup. Arus  $I_c$  akan mengalir melalui *relay* menuju ground sehingga *relay* aktif. Ketika *relay* aktif akan menghubungkan saluran telepon dengan resistor beban ( $R_L$ ) sebesar  $680 \Omega$ . Dengan demikian akan terlihat seolah-olah telepon sedang diangkat.



**Gambar 4.7.** Rangkaian Pengendali *Off Hook*

Dioda  $D_1$  dipasang paralel dengan kumparan *relay* untuk menghubungkan singkat arus yang tersimpan pada kumparan *relay* saat transistor dalam keadaan *cut off*. Selain itu untuk melindungi arus transien yang diakibatkan oleh kumparan *relay*. Tegangan catu daya *relay* sebesar 12 V dan resistansi koil ( $R_{relay}$ ) sebesar  $380 \Omega$ , untuk mengatur besar arus yang melewati koil *relay* digunakan rangkaian pengendali dengan transistor, dalam perancangan ini digunakan transistor BD139. Dari lembaran data BD139,  $I_{c_{max}} = 1,5 \text{ A}$ ,  $V_{ce(sat)_{max}} = 0,5 \text{ V}$ ,  $V_{be} = 1 \text{ V}$  dan  $\beta_{min} = 40$ . Ketika transistor dalam kondisi saturasi, maka arus yang melewati koil ( $I_{relay}$ ) dapat dihitung sebagai berikut:

$$I_{relay} = I_{c(sat)} = \frac{V_{CC} - V_{ce(sat)}}{R_{relay}} \quad (4.10)$$

$$I_{relay} = \frac{12 - 0,5}{380} = 30,2 \text{ mA}$$

$I_{relay}$  sebesar 30,2 mA merupakan arus yang mengalir melalui kolektor dari transistor sehingga  $I_{relay}$  disebut juga  $I_c$ . Untuk melewatkan  $I_c$  sebesar 30,2 mA dibutuhkan  $I_b$  sebesar:

$$I_b = \frac{I_c}{\beta} \quad (4.11)$$

$$I_b = \frac{30,2}{40} = 775 \mu\text{A}$$

Dari lembar *data sheet* AT89C51, dapat diketahui besarnya  $V_{OH} = 2,4 \text{ V}$  dan  $I_{OH} = -60 \mu\text{A}$ . sehingga kebutuhan arus  $I_b$  tidak terpenuhi. Untuk menambah arus  $I_b$  harus ditambahkan tegangan pull up ( $V_{cc}$ ) dan R pull up ( $R_p$ ) untuk membatasi arusnya. Besarnya  $R_p$  dapat dihitung sebagai berikut:

$$R_p = \frac{V_{CC} - V_{OH}}{I_b - I_{OH}} \quad (4.12)$$

$$R_p = \frac{5 - 2,4}{775 \times 10^{-6} - 60 \times 10^{-6}} = 3,63 \text{ k}\Omega$$

dalam perancangan ini dipilih nilai  $R_p$  yang banyak terdapat dipasaran yaitu sebesar  $3,3 \text{ k}\Omega$ . Dengan  $R_p$  ini diperoleh  $I_b$  sebesar  $787,8 \mu\text{A}$ , sehingga masih memenuhi arus yang dibutuhkan. Pada saat mikrokontroler berlogika rendah "0" maka arus dari  $V_{cc}$  akan mengalir ke dalam mikrokontroler.

$$I_p = \frac{V_{CC} - V_{OL}}{R_p} \quad (4.13)$$

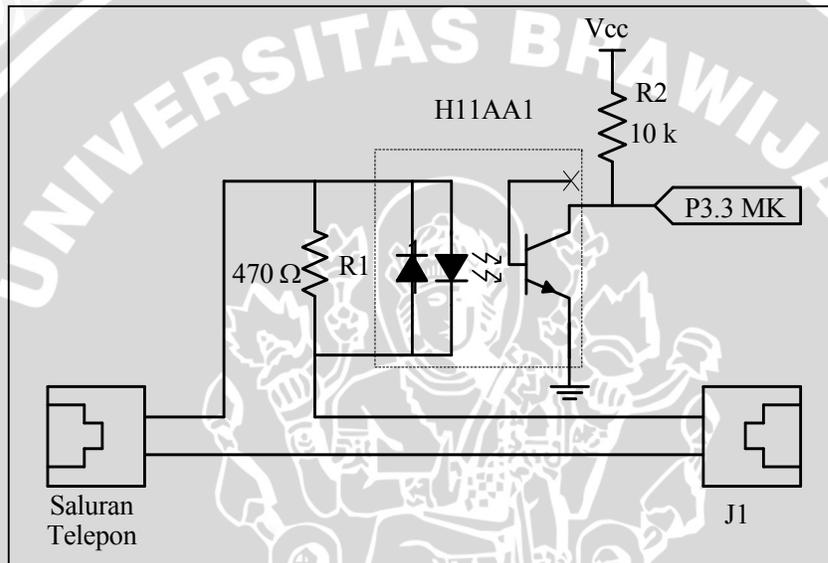
$$I_p = \frac{5 - 0,45}{3,3 \times 10^3} = 1,37 \text{ mA}$$

dengan demikian arus yang masuk kedalam mikrokontroler masih memenuhi persyaratan.

#### 4.3.6 Rangkaian Pendeteksi Nada Dering

Sinyal dering merupakan sinyal yang dikirim oleh sentral telepon kepada nomor yang sedang dihubungi sebagai tanda adanya panggilan. Sinyal ini berupa tegangan bolak balik (sinusoida) yang besarnya kurang lebih  $40 - 80 \text{ Volt}$  dengan frekuensi sebesar  $20 - 40 \text{ Hz}$  yang muncul selama  $1 \text{ detik}$  dan hilang selama  $3 \text{ detik}$ . Jika ada dering telepon yang masuk maka mikrokontroler akan mendeteksi adanya dering tersebut melalui rangkaian yang ditunjukkan dalam Gambar 4.8. Pada saat tersebut, saluran telepon membentuk rangkaian tertutup yang terhubung dengan rangkaian impedansi sebesar  $5 \text{ k}\Omega$ . sehingga arus yg mengalir  $\pm 10 \text{ mA}$ .

Komponen utama dari rangkaian ini adalah optokopler H11AA1 yang dapat dilalui arus bolak-balik. Optokopler ini terdiri dari dua buah *Light Emitting Diode* (LED) inframerah yang dipasang bolak balik, sehingga memungkinkan untuk dilalui tegangan AC seperti sinyal dering.. Besarnya arus yang dapat mengalir melalui LED mencapai 100 mA.  $R_1$  dipasang untuk membatasi arus yang mengalir melalui optokopler.  $R_2$  merupakan resistor *pull up* yang dipasang pada kolektor dari opokopler. Besarnya  $R_2$  dapat dihitung dengan Persamaan (4.1) dan (4.2) yang disesuaikan.



**Gambar 4.8.** Rangkaian Pendeteksi Nada Dering

Dari *data sheet* Optokopler H11AA1 diketahui besarnya  $V_{CC} = 5$  Volt,  $V_{CE(sat)} = 0,4$  Volt,  $I_{C(sat)} = 0,5$  mA dan  $I_{CEO} = 50$  nA. Sedangkan besarnya  $I_{IL}$  diketahui dari *data sheet* mikrokontroler sebesar  $-50 \mu A$ ,  $V_{IH} = 1,9$  Volt dan  $I_{IH} = 10 \mu A$ . Besarnya arus  $I_c$  pada saat saturasi dapat dihitung dengan Persamaan (4.13).

$$CTR = \frac{I_{C(sat)}}{I_F} \quad (4.14)$$

$$I_{C(sat)} = 20\% \times 10 \times 10^{-3} \\ = 2 \text{ mA}$$

$$R_{p \text{ min}} = \frac{5 - 0,4}{2 \times 10^{-3} - 50 \times 10^{-6}} = 2,24 \text{ k}\Omega$$

$$R_{p\ max} = \frac{V_{CC} - V_{OH}}{I_{CEO} + I_{IH}} \quad (4.15)$$

$$R_{p\ max} = \frac{5 - 2,4}{50 \times 10^{-9} + 10 \times 10^{-6}} = 25,8\ \text{k}\Omega$$

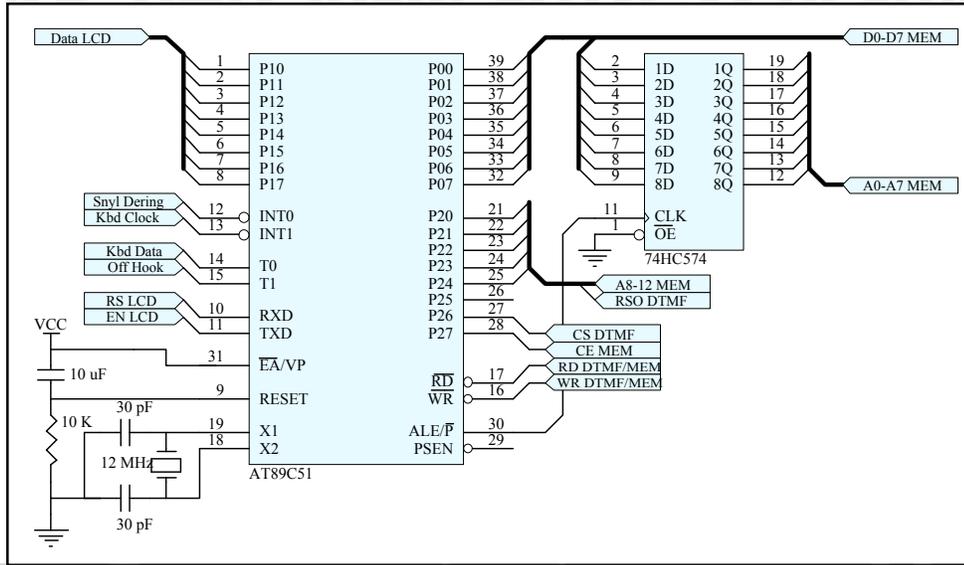
Dalam perancangan ini dipakai resistor dengan nilai 10 k $\Omega$  yang banyak terdapat dipasaran dan nilainya juga berada diantara nilai hasil perhitungan. Keluaran dari optokopler pada kaki kolektor dihubungkan dengan pin P3.3 dari mikrokontroler.

Rangkaian ini dipasang diantara saluran telepon dengan rangkaian pesawat telepon. Pada saat sinyal dering masuk dari saluran telepon, akan ada arus yang mengalir pada optokopler H11AA1, sehingga optokopler akan menjadi saturasi. Pada saat itu tegangan antara kolektor dan emitor ( $V_{CE}$ ) akan turun menjadi 0 V. Tegangan ini akan memberi tahu mikrokontroler bahwa ada dering telepon yang masuk. Selanjutnya mikrokontroler akan menjalankan layanan interupsi sebagai jawabannya. Pada saat sinyal dering telah hilang, maka optokopler akan menjadi *cut off* dan tegangan pada kaki kolektor akan berubah menjadi 5 Volt.

#### 4.3.7 Rangkaian Mikrokontroler AT89C51

Bagian ini berfungsi untuk mengelola dan mengatur kerja rangkaian secara keseluruhan. Mulai dari menerima data dari *keyboard*, menyimpannya dalam memori, menampilkannya pada LCD dan akhirnya mengirimkan data tersebut melalui saluran telepon. Bagian ini juga berfungsi untuk mengatur dan mengolah data yang telah diterima dan menyimpannya dalam memori serta menampilkannya pada LCD.

Kristal dengan frekuensi 12 MHz dan 2 buah kapasitor 30pF digunakan untuk menggerakkan osilator internal. Dengan konfigurasi tersebut, maka satu siklus mikrokontroler akan dijalankan selama 1  $\mu$ s. Mikrokontroler AT89C51 menggunakan rangkaian *power on reset*, yang mereset mikrokontroler secara otomatis setiap kali catu daya diaktifkan. Rangkaian *power on reset* tersusun dari sebuah kapasitor 10  $\mu$ F dan sebuah resistor 10 k $\Omega$ . Ketika catu daya diaktifkan, rangkaian *power on reset* akan menahan logika tinggi dengan jangka waktu yang ditentukan oleh lamanya pengisian muatan C. Rangkaian sistem mikrokontroler AT89C51 ditunjukkan dalam Gambar 4.9.



**Gambar 4.9.** Rangkaian Mikrokontroler AT89C51

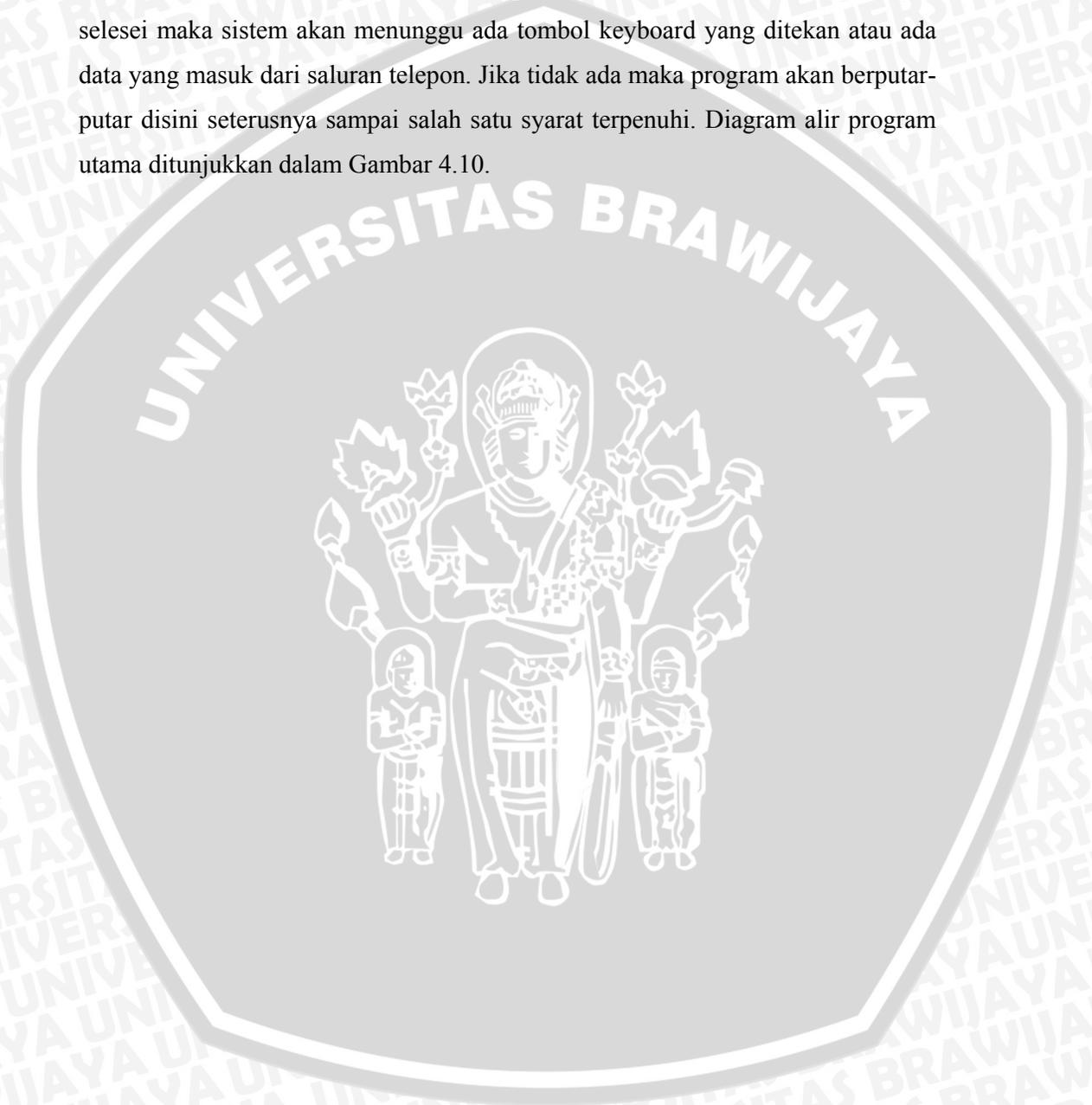
Dalam rangkaian tersebut terdapat *Octal D Latch* (penahan tipe D berdelapan) 74HC574 yang berfungsi sebagai penahan alamat rendah A0–A7 yang dikeluarkan dari P0 mikrokontroler, sehingga P0 bisa berfungsi sebagai bus alamat dan bus data D0-D7. Penjelasan fungsi pin-pin pada port 0 s/d port 3 diperlihatkan dalam Tabel 4.4.

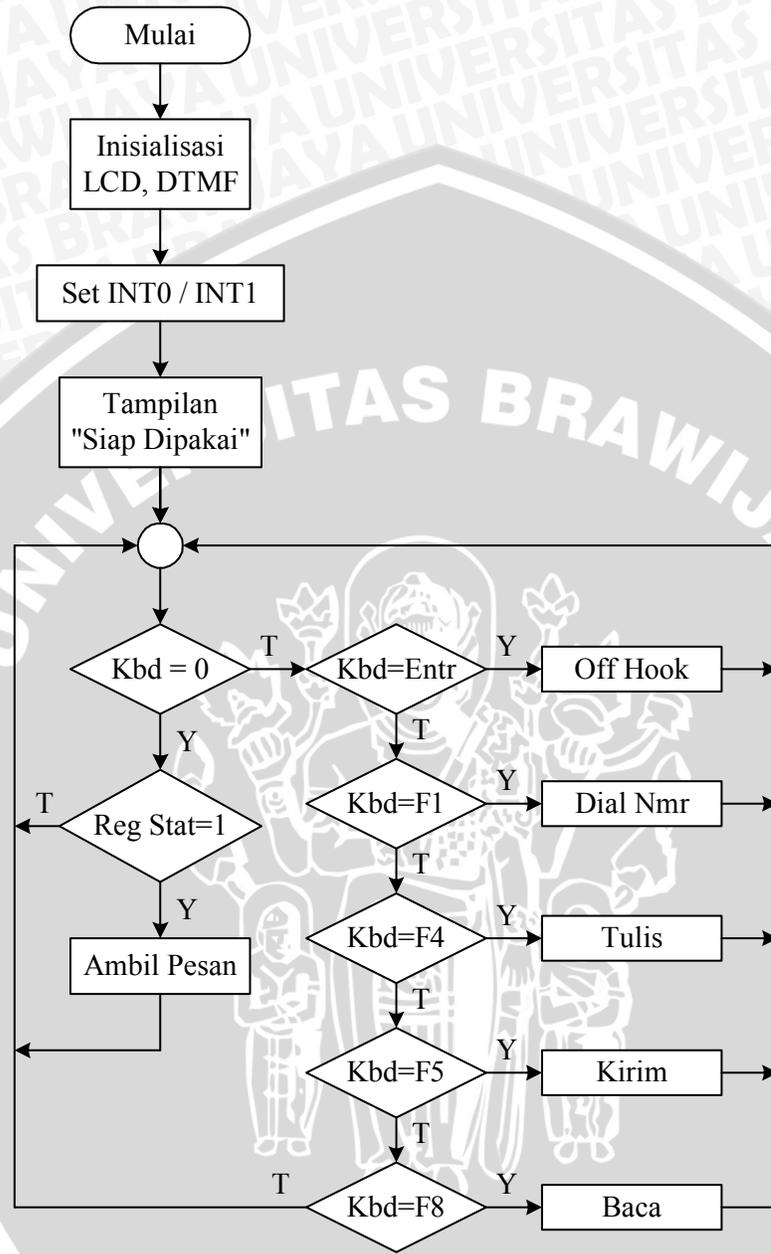
**Table 4.4.** Penjelasan Fungsi Pin AT89C51

Pin	Fungsi
P0.0 – P0.7	Bus data memori/DTMF dan bus alamat memori
P1.0 – P1.7	Bus data LCD
P2.0 – P2.4	Bus alamat memori (P2.0 bus alamat RSO pada DTMF)
P2.6	CS DTMF MT8888
P2.7	CE memori AT28C64
P3.0	RS LCD
P3.1	EN LCD
P3.2	Keyboard clock
P3.3	<b><i>Pendeteksi sinyal dering</i></b>
P3.4	Keyboard data
P3.5	Pengendali <i>off hook</i>
P3.6	WR pada memori dan DTMF
P3.7	RD pada memori dan DTMF
ALE	CLK pada <i>Latch</i> 74HC574

#### 4.4 Perancangan Perangkat Lunak

Diagram alir utama menunjukkan cara kerja sistem secara umum. Pertama kali sistem akan menginisialisasi LCD dan rangkaian DTMF MT888. Kemudian sistem akan mengaktifkan sistem interupsi INT0 dan INT1. Setelah persiapan selesai maka sistem akan menunggu ada tombol keyboard yang ditekan atau ada data yang masuk dari saluran telepon. Jika tidak ada maka program akan berputar disini seterusnya sampai salah satu syarat terpenuhi. Diagram alir program utama ditunjukkan dalam Gambar 4.10.





Gambar 4.10. Flowchart Program Utama

## B A B V

## B. PENGUJIAN DAN ANALISA DATA

Pengujian yang akan dilakukan ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keberhasilan dalam perancangan, pengujian yang dilakukan meliputi pengujian pada masing-masing sub sistem (blok) yang digabungkan dengan perangkat lunaknya, serta dilakukan pengujian terhadap perangkat keras sistem dan perangkat lunak secara keseluruhan.

**5.1. Pengujian Rangkaian Antarmuka *Keyboard*****5.1.1. Tujuan**

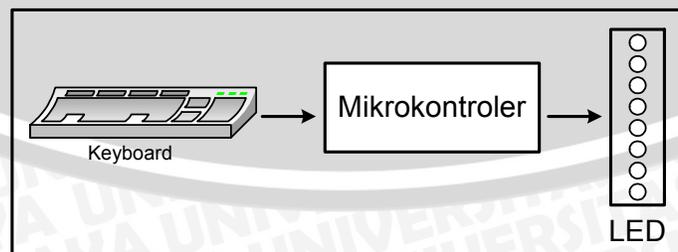
Pengujian rangkaian *keyboard* bertujuan untuk mengetahui konfigurasi logika keluaran dari *keyboard* saat tombol ditekan dan untuk mengetahui perangkat lunak pengambilan karakter dari *keyboard* dapat berfungsi dengan baik.

**5.1.2. Peralatan yang Digunakan**

- Catu daya
- *Keyboard*
- Mikrokontroler
- Rangkaian LED peraga

**5.1.3. Prosedur Pengujian**

- Mengisi mikrokontroler dengan program pengambilan karakter dari *keyboard* yang telah disiapkan.
- Menghubungkan rangkaian seperti dalam Gambar 5.1 dengan P3.2 dengan *keyboard clock*, P3.4 dengan *keyboard data*, dan P1 dengan rangkaian LED.



**Gambar 5.1** Rangkaian Pengujian *Keyboard*

- Menghubungkan rangkaian dengan catu daya 5 Volt
- Menekan tombol karakter pada papan *keyboard* secara bergantian
- Mengamati LED yang menyala pada saat tombol dilepas.

#### 5.1.4. Hasil Pengujian

Hasil pengujian antarmuka *keyboard* ditunjukkan dalam Tabel 5.1

**Tabel 5.1.** Hasil Pengujian Rangkaian Antarmuka *Keyboard*

Tombol yang ditekan	Keluaran pada LED ke							
	1	2	3	4	5	6	7	8
A	1	0	0	0	0	0	1	0
C	1	1	0	0	0	0	1	0
R	0	1	0	0	1	0	1	0
G	1	1	1	0	0	0	1	0
K	1	1	0	1	0	0	1	0
7	1	1	1	0	1	1	0	0
.	0	1	1	1	0	1	0	0
P	0	0	0	0	1	0	1	0
Z	0	1	0	1	1	0	1	0
O	1	1	1	1	0	0	1	0
S	1	1	0	0	1	0	1	0
U	1	0	1	0	1	0	1	0
J	0	1	0	1	0	0	1	0
2	0	1	0	0	1	1	0	0

Keterangan : 0 = LED mati

1 = LED menyala

Penekanan tombol karakter dilakukan secara acak untuk mewakili penekanan tombol secara keseluruhan. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa rangkaian antarmuka *keyboard* dapat bekerja dengan baik sesuai dengan yang direncanakan.

## 5.2. Pengujian Rangkaian LCD

### 5.2.1. Tujuan

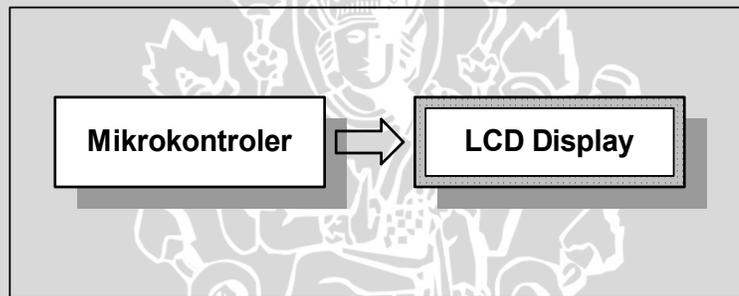
Pengujian rangkaian tampilan LCD adalah untuk mengetahui apakah rangkaian tampilan LCD dapat menampilkan karakter/data sesuai dengan perencanaan.

### 5.2.2. Peralatan yang Digunakan

- Sistem Mikrokontroler
- Rangkaian LCD
- Catu daya

### 5.2.3. Prosedur Pengujian

- Memprogram mikrokontroler sesuai dengan program pengujian tampilan LCD
- Menghubungkan LCD ke mikrokontroler seperti ditunjukkan dalam Gambar 5.2. dengan jalur data pada P1, sedangkan pin RS pada P3.0, dan pin *Enable* pada P3.1.
- Menghubungkan catu daya
- Mengamati tampilan LCD



Gambar 5.2. Pengujian Tampilan LCD

### 5.2.4. Hasil Pengujian

Dari pengujian diatas didapatkan hasil bahwa rangkaian tampilan LCD dapat bekerja dengan baik, yaitu dapat menampilkan karakter/data sesuai dengan yang direncanakan.

## 5.3. Pengujian Rangkaian DTMF MT8888

### 5.3.1. Pengujian Rangkaian DTMF sebagai Penerima

#### 5.3.1.1 Tujuan

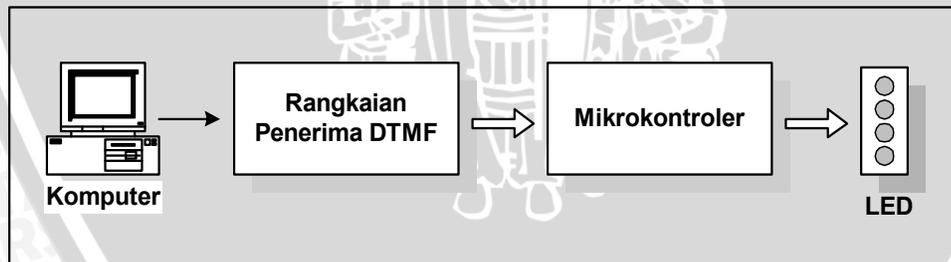
Pengujian rangkaian penerima DTMF bertujuan untuk mengetahui apakah rangkaian penerima dapat mengenali nada-nada DTMF dan menerjemahkannya menjadi data biner 4 bit

### 5.3.1.2 Peralatan yang Digunakan

- *Software* nada DTMF
- Komputer dengan *soundcard*
- Rangkaian DTMF
- Sistem mikrokontroler
- LED peraga
- Catu daya

### 5.3.1.3 Prosedur Pengujian

- Memprogram mikrokontroler dengan program penerima DTMF yang telah disiapkan.
- Menyusun rangkaian seperti dalam Gambar 5.3. dengan P0.0 - P0.3 pada D0 - D3, RS0 pada P2.0, CS pada P2.6 dan rangkaian LED peraga pada P1.0 - P1.3.
- Mengaktifkan program nada DTMF pada komputer
- Menghubungkan catu daya pada rangkaian
- Menekan setiap tombol pada *num pad keyboard* yang mewakili keypad pada pesawat telepon.
- Mengamati perubahan yang terjadi pada LED peraga.



Gambar 5.3. Pengujian Rangkaian Penerima DTMF

### 5.3.1.4 Hasil Pengujian

Hasil pengujian rangkaian penerima nada DTMF diatas, ditunjukkan dalam Tabel 5.2.

**Table 5.2.** Hasil Pengujian Rangkaian Penerima DTMF

Tombol yang ditekan	Keluaran pada LED ke			
	1	2	3	4
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	1	1	0	0
4	0	0	1	0
5	1	0	1	0
6	0	1	1	0
7	1	1	1	0
8	0	0	0	1
9	1	0	0	1
0	0	1	0	1
*	1	1	0	1
#	0	0	1	1
A	1	0	1	1
B	0	1	1	1
C	1	1	1	1
D	0	0	0	0

Keterangan : 0 = LED mati

1 = LED menyala

Dari hasil pengujian tersebut dapat diketahui bahwa rangkaian penerima DTMF dapat mengubah nada-nada DTMF menjadi data biner 4 bit, sehingga dapat disimpulkan bahwa rangkaian dapat berfungsi sesuai dengan yang direncanakan.

### 5.3.2. Pengujian rangkaian pembangkit nada DTMF

#### 5.3.2.1 Tujuan

Pengujian rangkaian pembangkit nada DTMF ini bertujuan untuk mengetahui apakah rangkaian dapat mengubah 4 bit data biner menjadi nada DTMF sesuai dengan yang direncanakan.

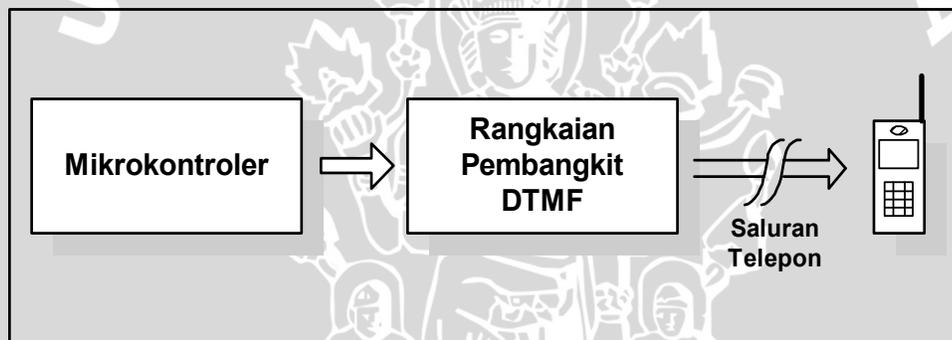
#### 5.3.2.2 Peralatan yang Digunakan

- Sistem mikrokontroler
- Rangkaian pembangkit nada DTMF

- Saluran telepon
- *Handphone* (telepon genggam)
- Catu daya

### 5.3.2.3 Prosedur Pengujian

- Mikrokontroler diisi dengan program untuk melakukan *dialing* ke nomor telepon genggam tertentu.
- Menyusun rangkaian seperti dalam Gambar 5.4. dengan P0.0 - P0.3 pada D0 – D3, RS0 pada P2.0, dan CS pada P2.6.
- Menghubungkan catu daya
- Mengamati pada telepon genggam apakah terjadi panggilan dari nomor telepon yang digunakan.
- Mengulangi beberapa kali untuk nomor telepon yang berbeda.



Gambar 5.4. Rangkaian Pengujian Pembangkit DTMF

### 5.3.2.4 Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian tersebut dapat diketahui bahwa rangkaian dapat menghasilkan nada DTMF yang ditunjukkan dengan berhasilnya menghubungi nomor handphone tertentu, sehingga dapat dikatakan rangkaian pembangkit nada DTMF dapat berfungsi dengan baik.

## 5.4. Pengujian Rangkaian Pengendali *On/Off Hook*

### 5.4.1. Tujuan

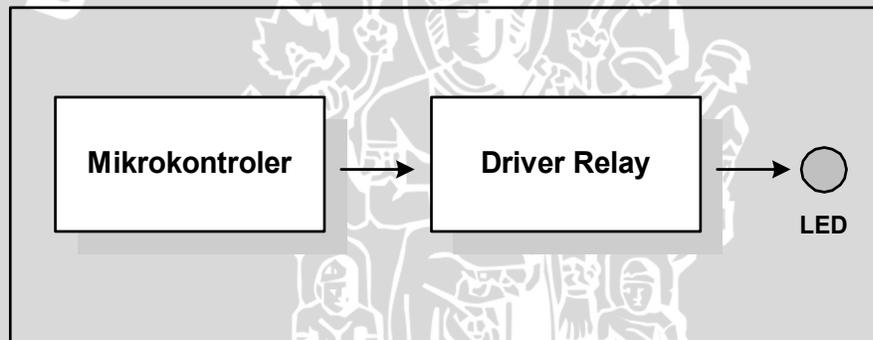
Pengujian rangkaian ini sama dengan pengujian *driver relay* dengan tujuan untuk mengetahui apakah pengendali *on/off hook* dapat berfungsi dengan baik dalam membentuk dan memutuskan hubungan telepon.

#### 5.4.2. Peralatan yang Digunakan

- Sistem mikrokontroler
- *Driver relay*
- LED peraga
- Catu daya

#### 5.4.3. Prosedur Pengujian

- Memprogram mikrokontroler sesuai dengan program pengujian pengendali *on/off hook*
- Menghubungkan *driver relay* ke mikrokontroler seperti ditunjukkan dalam Gambar 5.5. dengan jalur data pada P3.5
- Menghubungkan catu daya
- Mengamati beban berupa LED peraga



**Gambar 5.5.** Rangkaian Pengujian Pengendali *On/Off Hook*

#### 5.4.4. Hasil Pengujian

Hasil pengujian rangkaian pengendali *on/off hook* ditunjukkan dalam Tabel 5.3.

**Tabel 5.3.** Hasil Pengujian Pengendali *On/Off Hook*

No	Masukan	LED Peraga
1	0	Off
2	1	On

Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa rangkaian pengendali *on/off hook* dapat bekerja dengan baik.

**5.5. Pengujian Rangkaian Pendeteksi Nada Dering**

**5.5.1. Tujuan**

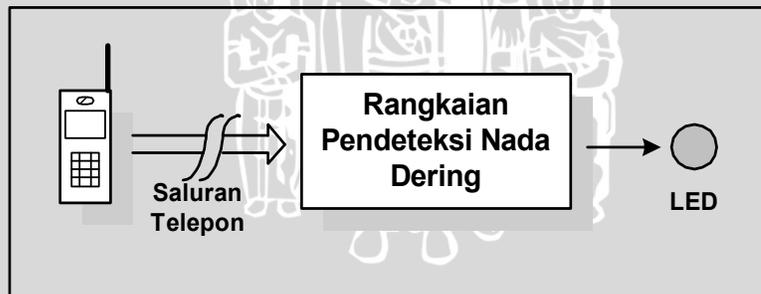
Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui tanggapan rangkaian pendeteksi nada dering ketika menerima dering telepon.

**5.5.2. Peralatan yang Digunakan**

- *Handphone*
- Saluran telepon
- Rangkaian pendeteksi nada dering
- LED peraga
- Catu daya

**5.5.3. Prosedur Pengujian**

- Menghubungkan rangkaian pendeteksi dengan saluran telepon dan LED peraga seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 5.6.
- Menghubungkan catu daya
- Menghubungi nomor telepon tersebut dengan *handphone* sehingga terdengar nada sambung (*ring back tone*) pada *handphone*
- Mengamati LED peraga.



**Gambar 5.6.** Rangkaian Pengujian Pendeteksi Nada Dering

**5.5.4. Hasil Pengujian**

**Tabel 5.4.** Hasil Pengujian Pendeteksi Nada Dering

No	Keadaan Saluran Telepon	LED Peraga
1	Tidak ada dering	On
2	Ada dering	Off

Tabel 5.4. menunjukkan ketika telepon belum dihubungi, LED menyala, tetapi setelah telepon dihubungi dan terjadi nada sambung yang menandakan adanya nada dering, lampu LED menjadi padam. Hal ini menunjukkan bahwa rangkaian pendeteksi nada dering dapat berfungsi dengan baik.

## 5.6. Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

### 5.6.1. Tujuan

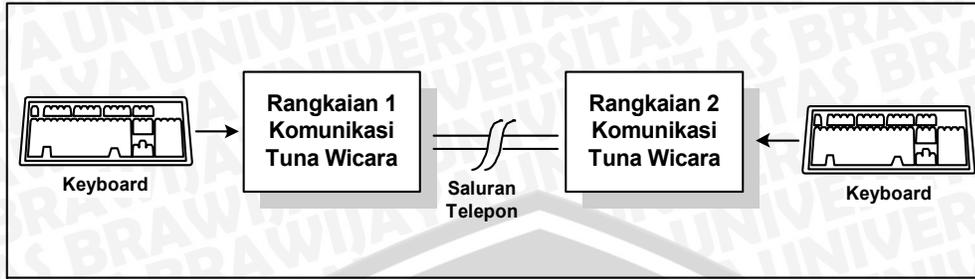
Pengujian secara keseluruhan ini bertujuan untuk mengetahui apakah alat yang dibuat dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan yang direncanakan.

### 5.6.2. Peralatan yang Digunakan

- Dua saluran telepon dengan nomor berbeda
- Dua rangkaian komunikasi untuk tuna wicara secara keseluruhan
- Catu daya

### 5.6.3. Prosedur Pengujian

- Mengisi mikrokontroler dengan program secara keseluruhan
- Menghubungkan keyboard dengan rangkaian
- Menghubungkan rangkaian dengan saluran telepon masing-masing seperti ditunjukkan dalam Gambar 5.7.
- Menghidupkan catu daya
- Mengetik pesan pendek yang akan dikirim misalkan “RONI ISWANTO TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG” pada rangkaian ke-1.
- Melakukan dialing untuk menghubungi nomor telepon ke-2 dengan menekan tombol nomor pada keyboard.
- Mengangkat telepon dengan mengaktifkan pengendali *on hook* pada rangkaian ke-2.
- Mengirimkan pesan yang sudah diketik pada rangkaian ke-1.
- Mengamati pesan yang diterima pada rangkaian ke-2.



**Gambar 5.7.** Rangkaian Pengujian Keseluruhan

#### 5.6.4. Hasil Pengujian

Pada rangkaian ke-2 yang menjadi penerima menunjukkan pesan “RONI ISWANTO TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG”, dengan demikian pesan yang dikirim sama dengan pesan yang diterima. Pesan diterima selama kurang lebih 11 detik. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa dalam satu detik dapat mengirimkan rata-rata 5 karakter.



## B A B VI

### P E N U T U P

#### 6.1. Kesimpulan

Dari perancangan dan pembuatan sistem serta dilanjutkan dengan proses pengujian, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem mikrokontroler dapat menerima masukan dari *keyboard* komputer dengan baik. Serta dapat mengubahnya menjadi karakter sesuai standar *American Standard Code for Information Interchange* (ASCII) yang dikenali oleh LCD.
2. LCD *display* dapat menampilkan pesan sebanyak 32 karakter yang terbagi dalam 2 baris, masing-masing baris sebanyak 16 karakter. Untuk membaca pesan yang lebih dari 32 karkter dapat digunakan tanda panah pada *keyboard* untuk menggeser pesan.
3. Memori dapat menyimpan pesan dengan baik. Pesan yang disimpan ke memori maksimal 4 pesan. Masing-masing pesan memiliki jumlah karakter maksimal 1000.
4. Pengendali *on/off hook* akan menghubungkan saluran telepon dengan beban sebesar 560 ohm pada saat diaktifkan, sehingga seolah-olah telepon sedang diangkat dan siap dipakai.
5. Pendeteksi nada dering akan memberikan logika low “0” pada saat mengenali nada dering telepon, sehingga akan memberikan interupsi kepada mikrokontroler dan memberitahukan jika terjadi panggilan.
6. Rangkaian pembangkit nada DTMF dapat melakukan *dialing* (panggilan ke nomor telepon) dan mengirim pesan sebanyak 5 karakter dalam 1 detik.
7. Dengan biaya Rp. 275,- untuk satu pulsa, bisa digunakan untuk saling berkomunikasi antara pihak yang menghubungi dan yang dihubungi dengan jumlah karakter maksimal  $\pm 900$  karakter.

## 6.2. Saran

Saran-saran untuk penyempurnaan alat dan pengembangan lebih lanjut adalah sebagai berikut:

1. Melengkapi *software* pengambilan karakter dari *keyboard* sehingga semua karakter dapat digunakan.
2. Menambahkan indikator tertentu sebagai pengganti nada dering yang tidak bisa didengarkan oleh penderita tuna wicara pada umumnya.
3. Mengaplikasikan peralatan ini pada handphone (telepon genggam) untuk memudahkan penggunaan bagi penyandang tuna wicara serta memberikan manfaat yang lebih besar bagi mereka.



## DAFTAR PUSTKA

- Anonymous. 1997. *MT8888C Integrated DTMF Transceiver with Intel Micro Interface*. California: Mitel Semiconductor.
- Anonymous. 1997. *AT89C51 Flash Microcontroller*. Orchard Parkway: Atmel Corporation [www.atmel.com](http://www.atmel.com)
- Anonymous. 1999. *AT28C51 Parallel EEPROMs*. Orchard Parkway: [www.atmel.com](http://www.atmel.com)
- Anonymous. 1999. *Liquid Crystal Display Modules – Seiko Instruments*. [www.datasheetarchive.com](http://www.datasheetarchive.com)
- Anonymous. 2000. *H11AA1 A.C. Input Phototransistor Optically Coupled Isolators*. Hartlepool: Isocom Components LTD [www.isocom.com](http://www.isocom.com)
- Anonymous. 2005. *Mikrokontroler ke Saluran Telepon*. Surabaya: [www.delta-electronic.com](http://www.delta-electronic.com)
- Ant, Nik. 2004. *Bantuan Jepang untuk Sekolah Luar Biasa*. Jakarta: [www.kompascybermedia.com](http://www.kompascybermedia.com)
- Dullah, dr. 1977. *Cermin Dunia Kedokteran No. 9*. Semarang: UNDIP Pers.
- Gilang. 2004. *Yayasan Bina Wicara Jakarta*. Surabaya: [www.jawapos.com](http://www.jawapos.com)
- Hill, McGraw. 1987. *Applied Protective Relaying*. New York: Westinghouse Corporation.
- Malvino, Albert Paul. 1985. *Prinsip-prinsip Elektronika Jilid 1*, terjemahan M. Barmawi dan M. O. Tjia, Ph. D. Jakarta: Erlangga
- Mismail, Budiono. 1998. *Dasar-Dasar Rangkaian Logika Digital*. Bandung: Penerbit ITB.
- Nalwan, Paulus Andi. 2003. *Teknik Antarmuka dan Pemrograman Mikrokontroler AT89C51*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Sutanto, Budhy. 2001. *Pengetahuan Dasar AT89C2051 – Konstruksi Dasar AT89C2051*. Surabaya: <http://elang.stts.ac.id>
- Tokheim, Roger L. 1995. *Elektronika Digital*, terjemahan Sutrisno. Jakarta: Erlangga.
- Woollard, Barry. 2002. *Elektronika Praktis*. Jakarta: Pradnya Paramida.