

7068 / ITS / H / 95

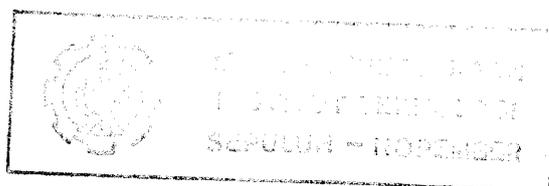
RANCANGAN DAN PEMBUATAN TELEPON LINE SIMULATOR

| | |
|---------------------|------|
| PERPUSTAKAAN ITS | |
| No. Dokumen | |
| Tempat Dori | H |
| No. Register | 2645 |



RSE
621. 387 84
Nur
F-1

1994



OLEH :

SAOS ASA NURADI

NRP. 2902201612

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
S U R A B A Y A
1994

RANCANGAN DAN PEMBUATAN TELEPON LINE SIMULATOR

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro**

P a d a

Bidang Studi Teknik Telekomunikasi

Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

S u r a b a y a

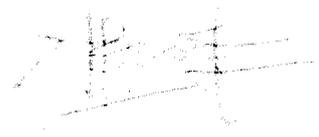
Mengetahui / Menyetujui

Dosen Pembimbing I



(Ir. YANTO SURYADHANA)

Dosen Pembimbing II



(Ir. ACHMAD ANSORI)

S U R A B A Y A

Agustus, 1994

KATA PENGANTAR

Atas segala petunjuk dan rahmat Allah SWT, alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul:

RANCANGAN DAN PEMBUATAN TELEPHONE LINE SIMULATOR

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh untuk meraih gelar kesarjanaan di Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Dalam mengerjakan Tugas Akhir ini penulis mendapat banyak bantuan dan bimbingan baik berupa moril maupun materiil dari berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih khusus kepada

- Bapak Ir. Yanto Suryadhana, selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan dan pengarahan dalam mengerjakan tugas akhir ini.
- Bapak Ir. Achmad Ansori, selaku dosen pembimbing yang juga memberikan pengarahan serta saran dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.

- Bapak Ir. M.Aries Purnomo, selaku Koordinator Bidang Studi Telekomunikasi, Jurusan Teknik Elektro, FTI-ITS, yang telah memberikan persetujuan dan motivasi dalam melaksanakan Tugas Akhir ini.
- Bapak Dr.Ir. Moch Salehudin, M.Eng.Sc , Selaku ketua Jurusan Teknik Elektro, FTI-ITS, yang telah memberikan persetujuan untuk melaksanakan Tugas Akhir ini.
- Ayah, Ibu dan saudara-saudaraku yang selalu memberikan semangat dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
- Seluruh staf pengajar dan administrasi Jurusan Teknik Elektro, FTI-ITS, yang telah membantu secara langsung maupun tak langsung dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
- Seluruh rekan-rekan , yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga Tugas Akhir ini mempunyai manfaat bagi masyarakat negeri tercinta ini.

Surabaya, Agustus 1994

Penulis

ABSTRAK

Telepon line simulator merupakan suatu sistem yang berfungsi untuk mesimulasikan hubungan antara pesawat telepon dan juga dapat digunakan sebagai alat ukur dari sebuah pesawat telepon. Dengan alat ini berarti seseorang dapat mealokasikan kerusakan dalam suatu pemasangan jaringan antara sentral dengan pelanggan.

Pada tugas akhir ini dibahas perencanaan sistem telepon line simulator dengan menggunakan mikrokontroler 8031 yang mempunyai beberapa fungsi, yaitu :

- Mengukur Resistansi Telepon
- Mengukur Frekuensi Telepon
- Mengukur Level Frekuensi Telepon
- Mengukur Lebar Pulsa Sinyal Dial Telepon
- Mengukur Kepekaan Mikropon dan Speaker Telepon
- Mesimulasikan Hubungan Antar Telepon

Sistem ini selain sebagai simulator dan alat ukur pesawat telepon juga dapat mengukur besarnya resistansi dari suatu line jaringan telepon, sehingga dapat mengetahui apakah line yang dipasang sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|-----------------------------------|---------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| KATA PENGANTAR | iv |
| ABSTRAK | vi |
| | |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR TABEL | xiv |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| I.1 LATAR BELAKANG | 1 |
| I.2 PERMASALAHAN | 1 |
| I.3 PEMBATASAN MASALAH | 2 |
| 1.3.1 PESAWAT TELEPON TONE | 2 |
| 1.3.2 PESAWAT TELEPON DIAL | 2 |
| I.4 TUJUAN | 2 |
| I.5 METODOLOGI | 3 |
| I.6 SISTIMATIKA | 3 |
| I.7 RELEVANSI | 5 |
| BAB II TEORI PENUNJANG | 6 |
| II.1 TELEPON ELEKTRONIK | 6 |

| | | |
|--------|-----------------------------------------------------|----|
| II.1.1 | SWITCHHOOK | 6 |
| II.1.2 | SINYAL PANGGILAN | 7 |
| II.1.3 | ANTI TINKLE DAN SPEECH MUTE | 9 |
| II.1.4 | PULSA TONE | 10 |
| II.1.5 | TRANSMITTER | 17 |
| II.1.6 | PENERIMA | 23 |
| II.1.7 | BEL ELKETROMEKANIK | 25 |
| II.1.8 | SISTIM HUBUNGAN TELEPON DENGAN SENTRAL | 28 |
| II.1.9 | KONDISI SISTIM OPERASI | 30 |
| II.2 | MIKROKONTROLER 8031 | 31 |
| 11.2.1 | FUGSI PIN-PIN PADA MIKROKONTROLER | 31 |
| II.2.2 | PERANGKAT KERAS UNIT PEMPROSES PUSAT (CPU) | 35 |
| II.2.3 | ARITMATIC LOGIC UNIT (ALU) | 41 |
| II.2.4 | ORGANISASI MEMORI | 42 |
| II.2.5 | PENGAKSESAN MEMORI EKSTERNAL | 44 |
| II.2.6 | PEWAKTU/PENCACAH | 47 |
| II.2.7 | INTERUPSI | 52 |
| II.2.8 | PORT SERIAL | 55 |
| II.3 | OPERASIONAL AMPLIFIER (Op-Amp) | 57 |
| II.4 | TONE DEKODER IC 567 | 61 |
| II.5 | PEWAKTU IC 555 | 62 |

| | | |
|---------|------------------------------------------------|----|
| BAB III | PERENCANAAN | 64 |
| III.1 | UMUM | 64 |
| III.1.1 | PERENCANAAN PERANGKAT KERAS | 66 |
| III.1.2 | BLOK INTERFACE | 67 |
| III.1.3 | BAND-PASS FILTER | 71 |
| III.1.4 | PENGHITUNG FREKUENSI | 74 |
| III.1.5 | KONVERSI ANALOG KE DIGITAL | 78 |
| III.1.6 | DISPLAY | 80 |
| III.1.7 | KEY-BOARD | 82 |
| III.1.8 | LED INDIKATOR | 82 |
| III.1.9 | MIKROKONTROLER | 83 |
| III.2 | PERENCANAAN PERANGKAT LUNAK | 86 |
| III.2.1 | PROGRAM UTAMA | 86 |
| III.2.2 | PILIH FUNGSI ALAT | 88 |
| III.2.3 | SIMULATOR | 90 |
| III.2.4 | ALAT UKUR | 90 |
| BAB IV | KALIBRASI DAN PENGUJIAN | 91 |
| IV.1 | KALIBRASI | 91 |
| IV.1.1 | KALIBRASI FREKUENSI REFERENSI DEKODER | 92 |
| IV.1.2 | KALIBRASI REFERENSI SUMBER FREKUENSI | 93 |

| | | |
|--------|----------------------------------------|-----|
| IV.1.3 | KALIBRASI SUMBER ARUS PESAWAT | |
| | TELEPON | 94 |
| IV.1.4 | PENYEARAH GELOMBANG PENUH | 95 |
| IV.1.5 | KALIBRASI BAND-PASS FILTER | 96 |
| IV.1.6 | KALIBRASI TEGANGAN REFERENSI ADC | 97 |
| IV.1.7 | KALIBRASI NADA SIBUK DAN | |
| | NADA TUNGGU | 97 |
| IV.2 | PENGUJIAN | 97 |
| IV.2.1 | PENGUJIAN SIMULATOR | 97 |
| IV.2.2 | PENGUJIAN ALAT UKUR | 97 |
| BAB V | PENUTUP | 99 |
| V.1 | KESIMPULAN | 99 |
| V.2 | SARAN-SARAN | 99 |
| | DAFTAR PUSTAKA | 100 |
| | LAMPIRAN | 101 |
| | LISTING PROGRAM UTAMA | |
| | USULAN TUGAS AKHIR | |
| | RIWAYAT HIDUP | |

DAFTAR GAMBAR

| | halaman |
|---------------------------------------------------------------|---------|
| 2.1 DIAGRAM BLOK TELEPON | 7 |
| 2.2 PULSA DIAL | 8 |
| 2.3 RANGKAIAN ANTI TINKLE DAN MUTING | 10 |
| 2.4 TOMBOL TEKAN | 11 |
| 2.5 RANGKAIAN DTMF | 12 |
| 2.6 LEVEL SINYAL KIRIM DTMF | 15 |
| 2.7 TRANSMITTER TELEPON | 19 |
| 2.8 MIKROPON ELEKTROMAGNETIK | 20 |
| 2.9 MIKROPON ELEKTRET | 21 |
| 2.10 PENERIMA TELEPON | 24 |
| 2.11 BEL TELEPON | 26 |
| 2.12 BENTUK SINYAL BEL | 27 |
| 2.13 BENTUK HUBUNGAN ANTARA SENTRAL DENGAN PELANGGAN | 29 |
| 2.14 DIAGRAM BLOK MCS-51 | 32 |
| 2.15 KONFIGURASI PIN 8031 | 34 |
| 2.16 ORGANISASI INTERNAL RAM | 43 |
| 2.17 SIKLUS BACA MEMORI PROGRAM EKSTERNAL | 45 |
| 2.18 SIKLUS BACA MEMORI DATA EKSTERNAL | 46 |

| | | |
|------|------------------------------------------|----|
| 2.19 | SIKLUS TULIS MEMORI DATA EKSTERNAL | 46 |
| 2.20 | REGISTER KONTROL MODE | |
| | PEWAKTU/PENCACAH (TMOD) | 48 |
| 2.21 | PEWAKTU/PENCACAH 1 PADA MODE 0 | 49 |
| 2.22 | PENCACAH/PEWAKTU PADA MODE 2 | 50 |
| 2.23 | PEWAKTU/PENCACAH 0 PADA MODE 3 | 51 |
| 2.24 | REGISTER KONTROL | |
| | PEWAKTU/PENCACAH (TCON) | 52 |
| 2.25 | REGISTER ENABLE INTERUPSI | 54 |
| 2.26 | REGISTER PRIORITAS INTERUPSI | 54 |
| 2.27 | REGISTER KONTROL SERIAL (SCON) | 56 |
| 2.28 | TANGGAPAN FREKUENSI BAND-PASS FILTER | |
| | DAN BAND-PASS FILTER | 59 |
| 2.29 | TONE DEKODER LM 567 | 60 |
| 2.30 | ASTABLE MULTIVIBRATOR | 62 |
| 3.1 | BLOK DIAGRAM LINE SIMULATOR | 65 |
| 3.2 | RANGKAIAN LINE SIMULATOR | 69 |
| 3.3 | RANGKAIAN TONE DEKODER | 70 |
| 3.4 | RANGKAIAN BAND-PASS FILTER | 73 |
| 3.5 | RANGKAIAN PENGHITUNG FREKUENSI | 76 |
| 3.6 | DIAGRAM WAKTU PENGUKUR FREKUENSI | 77 |
| 3.7 | RANGKAIAN DETEKSI IMPEDANSI | 78 |



| | | |
|------|--------------------------------------|----|
| 3.8 | RANGKAIAN ADC | 79 |
| 3.9 | LCD DISPLAY | 81 |
| 3.10 | RANGKAIAN MIKROKONTROLER | 84 |
| 3.11 | MEMORI MAP | 85 |
| 3.12 | FLOW CHART PROGRAM UTAMA | 87 |
| 3.13 | FLOW CHART PILIH FUNGSI ALAT | 88 |
| 3.14 | FLOW CHART SIMULATOR | 89 |
| 3.15 | FLOW CHART TEST TELEPON | 89 |
| 4.1 | TANGGAPAN FREKUENSI BPF | 95 |
| 4.2 | INTERVAL NADA SIBUK DAN TUNGGU | 96 |

DAFTAR TABEL

| | halaman |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------|
| 2.1 PARAMETER PESAWAT TELEPON | 30 |
| 2.2 REGISTER FUNGSI KHUSUS (SSFR) MIKROKONTROLER 8031..... | 39 |
| 2.3 ALAMAT VEKTOR INTERUPSI | 53 |
| 3.1 HARGA RESISTOR FREKUENSI REFERENSI LM 567 | 71 |
| 3.2 HARGA RESISTOR FREKUENSI TENGAH BPF | 74 |
| 3.3 FREKUENSI REFERENSI PENGHITUNG FREKUENSI | 75 |
| 3.4 FUNGSI INTERNAL REGISTER MODUL LCD | 81 |
| 4.1 IC LM 555 DIGUNAKAN SEBAGAI FREKUENSI REFERENSI | 93 |
| 4.2 HASIL PENGUKURAN TEGANGAN OUTPUT PADA PENYEARAH GELOMBANG PENUH..... | 94 |

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 LATAR BELAKANG

Unjuk Kerja suatu jaringan telepon ditentukan oleh sejumlah faktor-faktor, diantaranya adalah karakteristik pesawat telepon pelanggan.

Untuk menentukan apakah telepon yang akan dipasang pada pelanggan sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan, diperlukan suatu peralatan elektronik yang dapat memeriksa karakteristik telepon yang digunakan.

I.2 PERMASALAHAN

Untuk menentukan suatu kesalahan dalam pemasangan suatu jaringan telepon antara pelanggan dengan sentral bila tidak sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan, maka perlu diketahui penyebab gangguan tersebut dan akibat yang dapat terjadi. Gangguan tersebut dapat berupa :

- Gangguan pada peralatan sentral
- Gangguan pada line
- Gangguan pada pesawat telepon

Dengan menggunakan IC mikrokontroler maka dapat dibuat suatu sistem pengukuran spesifikasi pesawat telepon dan simulator line telepon untuk dapat menentukan lokasi kesalahan. Sehingga kesalahan yang terjadi

dapat ditentukan apakah di sentral, line antara sentral dengan pelanggan atau pesawat telepon pelanggan itu sendiri.

I.3 PEMBATASAN MASALAH

Untuk dapat menentukan apakah pesawat telepon yang digunakan sesuai dengan spesifikasi, maka pada tugas akhir akan direncanakan suatu peralatan yang dapat mengukur spesifikasi pesawat telepon, meliputi :

I.3.1 Pesawat Telepon Tone

1. Resistansi
2. Frekuensi Dual Tone Multi Frekuensi
3. Level Dual Tone Multi Frekuensi.
4. Lamanya Frekuensi Dual Tone Multi Frekuensi untuk masing-masing nomor.
5. Penguat mikropon dan kepekaan speaker.

I.3.2 Pesawat Telepon Dial

1. Resistansi
2. Lamanya pulsa yang dibangkitkan untuk masing-masing nomor.
3. Penguat mikropon dan kepekaan speaker

I.4 TUJUAN

Tujuan dari tugas akhir ini berupa perencanaan dan pembuatan sistem pengukuran pesawat telepon dan line simulator dengan menggunakan mikrokontroler 8031.

I.5 METODOLOGI

Langkah awal dari pembuatan Tugas Akhir ini adalah studi literatur untuk mempelajari teori umum pesawat telepon, serta spesifikasi pesawat telepon.

Mempelajari jenis-jenis sinyal, level tegangan, impedansi jaringan antara sentral dengan pelanggan.

Perencanaan dengan pendekatan perangkat keras dan perangkat lunak pada sistem mikrokontroler untuk mendapatkan suatu hasil yang optimum dan efisien. Pendekatan secara perangkat keras dengan mempelajari IC mikrokontroler 8031 dan pendukungnya. Secara perangkat lunak untuk menggunakan fasilitas-fasilitas yang telah disediakan oleh mikrokontroler 8031 tersebut.

Dengan selesainya perencanaan secara garis besar maka dapat dilanjutkan dengan pembuatan perangkat keras dan perangkat lunak sesuai dengan perencanaan secara keseluruhan. Kemudian dilakukan uji coba peralatan agar sesuai dengan cara kerja yang diinginkan.

Menyimpulkan hasil perancangan dan pembuatan alat sesuai dengan pengujian.

Terakhir melakukan penyusunan naskah tugas akhir dengan sistematika seperti yang diuraikan pada bab 1.6.

I.6 SISTIMATIKA

Sistimatika pembahasan pada penyusunan Tugas Akhir ini dibagi dalam beberapa bagian, yaitu :

- BAB I : Pendahuluan, pada bab ini membahas tentang latarbelakang, permasalahan, pembatasan permasalahan, tujuan, metodologi, sistematika, pembahasan dan relevansi.
- BAB II : Teori penunjang, pada bab ini membahas tentang teori umum pesawat telepon elektronik, mikrokontroler 8031, pengubah analog ke digital dan operasional amplifier, tone dekoder, pewaktu.
- BAB III : Perencanaan, pada bab ini membahas tentang perencanaan yang dibagi dalam dua bagian, yaitu :
 - Perencanaan perangkat keras
 - Perencanaan perangkat lunak
- BAB IV : Kalibrasi dan pengujian, pada bab ini membahas tentang cara mengkalibrasi alat dan melakukan pengukuran untuk melihat hasil dari kalibrasi. Kalibrasi peralatan ini meliputi kalibrasi tegangan referensi ADC, frekuensi referensi, level sinyal.
- BAB V : Penutup, pada bab ini berisi kesimpulan dari perencanaan dan pembuatan alat serta saran-saran untuk alat yang dibuat dan pengembangan lebih lanjut.

I.7 RELEVANSI

Dari pembuatan Tugas Akhir ini diharapkan dapat dijadikan prototipe perangkat pengetesan pesawat telepon.

BAB II

TEORI PENUNJANG

II.1 TELEPON ELEKTRONIK

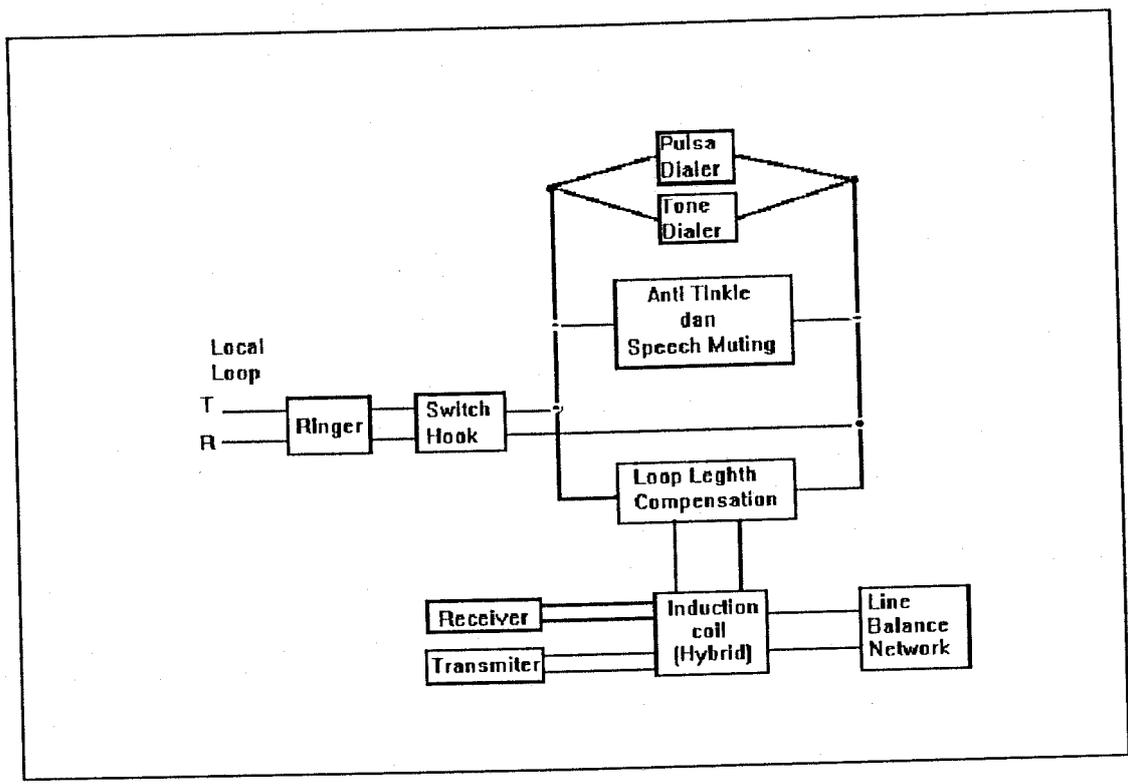
II.1.1 SWITCHHOOK

A. On - Hook

Gambar 2.1 menunjukkan blok diagram pesawat telepon secara umum. Terlihat pada gambar rangkaian ringer pada keadaan on-hook terhubung langsung terhadap line telepon yang gunanya untuk menerima sinyal incoming dari sentral. Dalam keadaan pesawat telepon on-hook rangkaian lainnya tidak terhubung dengan line. Dan tidak ada arus DC yang mengalir karena hubungan antara rangkaian ringer dengan line terdapat kapasitor yang berfungsi untuk menahan arus DC.

B. Off - Hook

Pesawat telepon dikatakan off-hook bila handset pesawat telepon diangkat untuk membuat suatu panggilan, switchhook S1 Dan S2 masing-masing dalam keadaan on seperti yang terlihat pada gambar 2.2a. Maka mengalirlah arus dari sentral telepon ke pesawat telepon. Ketika besarnya arus yang mengalir cukup untuk menggerakkan relay pada sentral, yang tujuannya untuk menandakan telepon subscriber dalam keadaan off-hook. Dalam keadaan ini maka dial-tone generator terhubung dengan line untuk membuat sinyal panggilan.



Gambar 2.1¹⁾
Blok Diagram Telepon

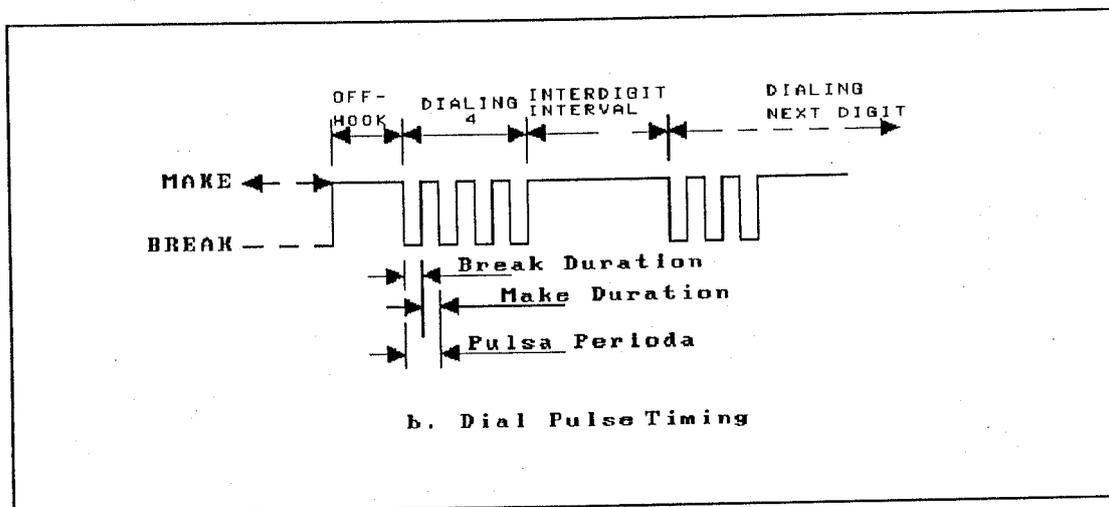
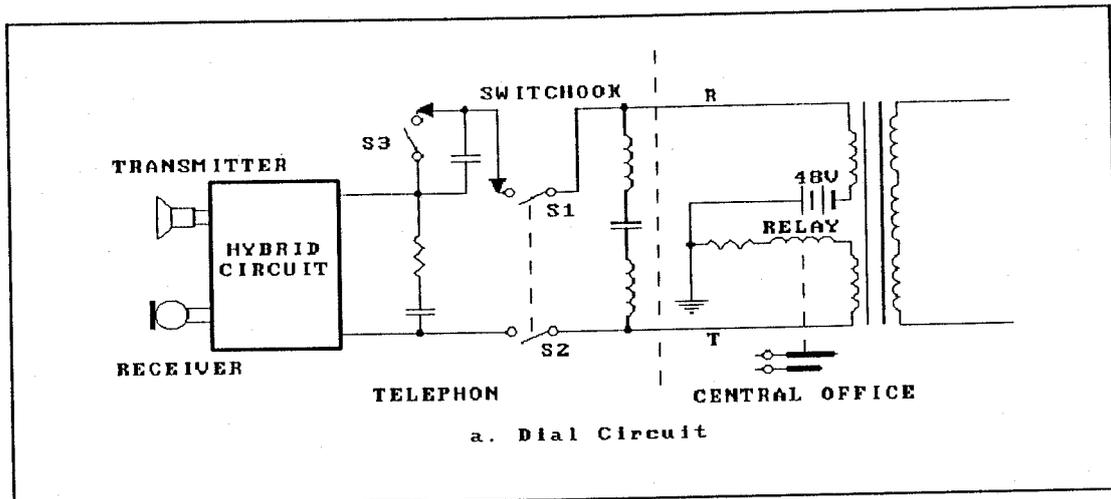
II.1.2 SINYAL PANGGILAN

Sinyal panggilan biasanya menggunakan sinyal pulsa dengan menggunakan sistem putar yang mempunyai sepuluh lubang, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.3.a. Pada sistem ini sinyal panggilan dibangkitkan dengan cara menghubungkan singkat line, yang banyaknya hubungan singkat ini tergantung dari nomor yang diputar, seperti yang terlihat pada gambar 2.2.b.

A. Lamanya Pulsa Sinyal Panggil

Pada dasarnya pulsa sinyal bekerja secara sistem hubungan elektromekanik.

¹⁾Stephen J. Bigelow, Understanding Telephone Electronic, Sams, 1991, hal 48



Gambar 2.2²⁾
 a. Dial Circuit
 b. Dial Pulsa Timing

Gambar 2-2b menunjukkan lamanya pulsa sinyal dalam suatu panggilan. Satu interval rangkaian terbuka dan tertutup disebut satu periode

²⁾ibit, hal 49

pulsa sinyal, normalnya selama 100 milidetik, dan ini menunjukkan rata-rata pulsa sinyal sebesar 10 pulsa per detik. Satu pulsa sinyal terdiri dari satu periode bila, rangkaian satu kali dalam keadaan rangkaian terbuka dan satu kali dalam keadaan rangkaian tertutup. Besarnya harga nominal untuk pulsa kosong (rangkaiannya tertutup) sebesar 60 mili detik dan untuk pulsa ada (rangkaiannya terbuka) sebesar 40 mili detik, ini yang disebut 60-persen break ratio. Break ratio ini biasanya sebesar 67 persen.

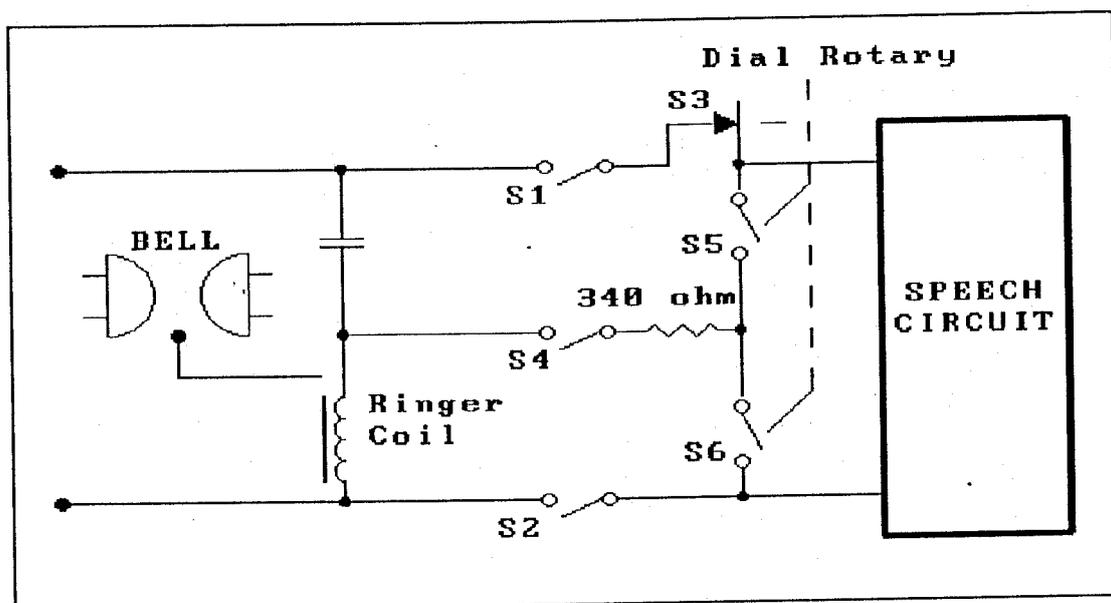
B. Deteksi Pulsa Sinyal

Untuk satu mile pasangan kabel line antara sentral dengan telepon mempunyai kapasitansi paralel sebesar 0.07 mikro Farad, induktansi seri sebesar 1.0 mili Henri, dan resistansi seri sebesar 42 ohm. Karena itu pulsa sinyal yang bentuknya tidak kotak lagi harus dapat ditangkap oleh sentral. Sentral juga harus dapat membedakan antara sinyal-sinyal dari sebuah digit atau sebuah sinyal baru. Agar sentral dapat membedakan ini maka pada pesawat telepon harus mempunyai harga nominal antara digit yang diputar yaitu sebesar 700 mili detik.

II.1.3 ANTI TINKLE DAN SPEECH MUTE

Pada saat awal terjadinya pulsa sinyal maka akan timbul bunga api yang disebabkan terhubung singkatnya tegangan tinggi line. Karena itu bunga api yang dihasilkan ini akan dapat membunyikan bel pada saat pulsa sinyal dibangkitkan, dan untuk menghilangkan efek ini maka dibuatlah suatu rangkaian anti tinkle. Rangkaian anti tinkle ini biasanya sering dikombinasikan

dengan rangkaian speech mute , seperti yang terlihat pada gambar 2.3. Saklar S5 dan S6 dalam keadaan tertutup pada saat rotari diputar, dan akan kembali terbuka bila rotari telah berhenti berputar. Pada saat S5 dan S6 tertutup maka akan timbul bunga api yang dapat menyebabkan kerusakan rangkaian bicara, juga akan menimbulkan bunyi pada bell. Pada rangkaian ini kapasitor yang bertujuan untuk menahan arus DC masuk ke bell, juga untuk menghilangkan bunga api yang terjadi pada saat terjadi pulsa panggil.



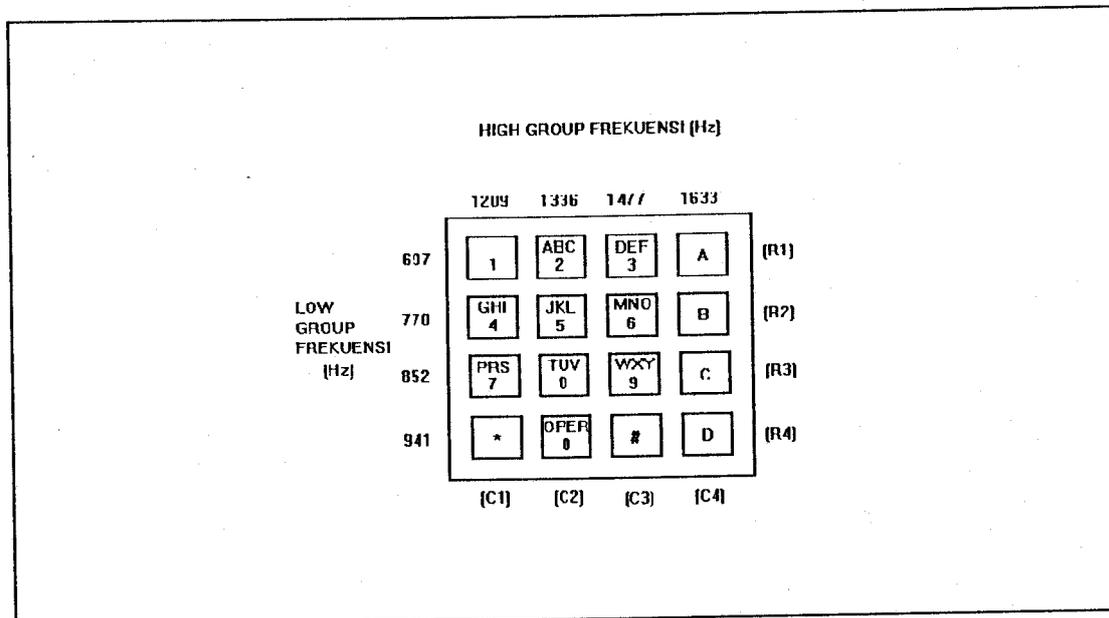
Gambar 2.3³⁾
Rangkaian Anti Tinkle dan Muting

II.1.4 PULSA TONE

Untuk sekarang ini kebanyakan pesawat telepon menggunakan pulsa panggil dengan sistem Dual Tone Multi Frekuensi (DTMF). Seperti yang terlihat pada gambar 2.4 untuk menghasilkan pulsa panggilan tidak

³⁾ibid, hal 51

menggunakan sistem rotari tetapi dengan sistem tone. Dengan 16 tombol dimana melambangkan nomor 0 sampai 9 dan lambang * dan # dan empat buah lagi digunakan sebagai keperluan umum.



Gambar 2.4⁴⁾
Tombol Tekan

Penekanan satu buah tombol akan menyebabkan pesawat telepon menghasilkan dua buah sinyal tone suara. Dimana dibagi menjadi dua bagian yaitu tone frekuensi rendah untuk baris dan tone frekuensi tinggi untuk kolom. Contoh bila kita menekan angka 5 maka akan menghasilkan frekuensi tone sebesar 770 Hz dan 1.336 Hz. Dengan menggunakan metoda ini didapat 16 macam kombinasi dengan hanya 7 macam frekuensi.

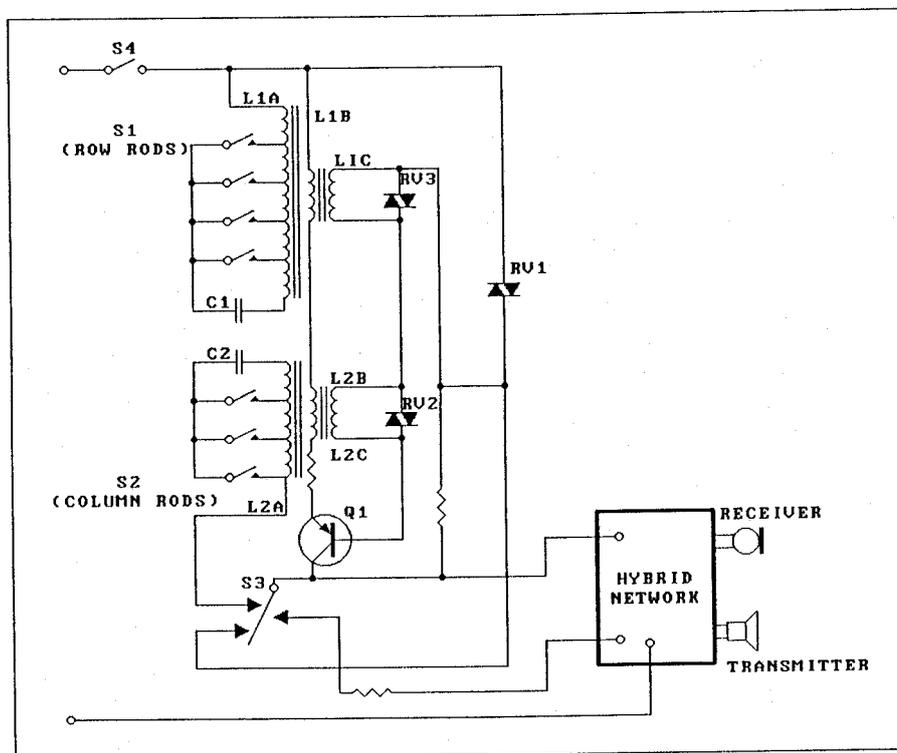
Besarnya frekuensi tone ini mempunyai standard internasional toleransi

⁴⁾ibid, hal 52

yang masih dapat diperbolehkan, yaitu sebesar 1,5 % untuk tone yang dikirim dan 2% untuk tone yang diterima.

A. Pembangkit Tone

Gambar 2.5 menunjukkan rangkaian Dual Tone Multi Frequency (DTMF) secara umum, dimana saklar S1, S2 Dan S3 tidak dalam keadaan aktif. Bila dalam keadaan off-hook maka akan mengalir arus pada RV1, L1A, L2A, transitor Q1 off kapasitor C1, C2 tidak terhubung karena S1 dan S2 dalam keadaan terbuka.



Gambar 2.5⁵⁾
Rangkaian DTMF

⁵⁾ibid, hal 53

Ketika salah satu tombol ditekan maka S1 dan S2 kontak, dan terjadi hubungan C1 dengan L1A dan C2 dengan L2A. Dan ini akan menghasilkan sebuah rangkaian resonan antara (L1A - C1) yang membangkitkan kelompok tone rendah dan (L2A - C2) yang membangkitkan kelompok tone tinggi.

B. Perbandingan Waktu

Dengan menggunakan DTMF untuk membuat sinyal panggilan akan lebih cepat dan praktis. DTMF membutuhkan waktu hanya 50 mili detik dengan lamanya antara digit sekitar 50 mili detik, karena itu waktu total pengiriman antara digit sekitar 100 mili detik.

Hal ini sangat kontras bila dibandingkan dengan sistem telepon rotari. Sebagai contoh misal kita membuat sinyal panggilan dengan nomor 555-555-5555. Waktu yang dibutuhkan bila menggunakan telepon rotari :

$$5 \text{ pulsa per digit} \times 100 \text{ ms per pulsa} \times 10 \text{ digit} = 5 \text{ detik}$$

$$\text{interval antara digit} \times (\text{banyak digit} - 1) = 700 \text{ ms} \times 9 = 6,3 \text{ detik}$$

$$\text{Total waktu yang diperlukan} = 5 + 6,3 = 11,3 \text{ detik}$$

Bila menggunakan DTMF :

$$\text{Banyaknya digit} \times 100 \text{ ms per digit} = 10 \times 100 \text{ ms} = 1 \text{ detik}$$

C. Pembangkit DTMF ke Line

Ada beberapa hal pokok yang diperlukan agar pembangkit DTMF dapat dihubungkan ke line telepon, yaitu :

1. Besarnya tegangan DC dan arus yang mengalir harus dipertahankan (tidak berubah) sepanjang line.

2. Besarnya amplitudo dan distorsi tone yang dihasilkan harus sesuai dengan karakteristik yang ditentukan.
3. Impedansi pembangkit DTMF harus sama dengan impedansi line.

D. Catu Daya

Terdapat dua macam keadaan pada saat pencatuan rangkaian DTMF yang dicatu dari line yaitu : Long loop atau short loop.

Long loop akan mengurangi arus yang mengalir pada tegangan DC yang dibutuhkan pada rangkaian pesawat telepon, padahal pembangkit DTMF pesawat telepon membutuhkan tegangan DC paling rendah 3 volt.

Tegangan minimum yang dibutuhkan untuk pembangkit DTMF ($V_{DC(MIN)}$) dijumlahkan dengan tegangan puncak tone ($V_{PK} + V_{HPK}$), ditambah tegangan regulator (V_{REG}), ditambah tegangan yang drop pada regulator ($V_{BE} + V_{CE(SAT)}$), yaitu :

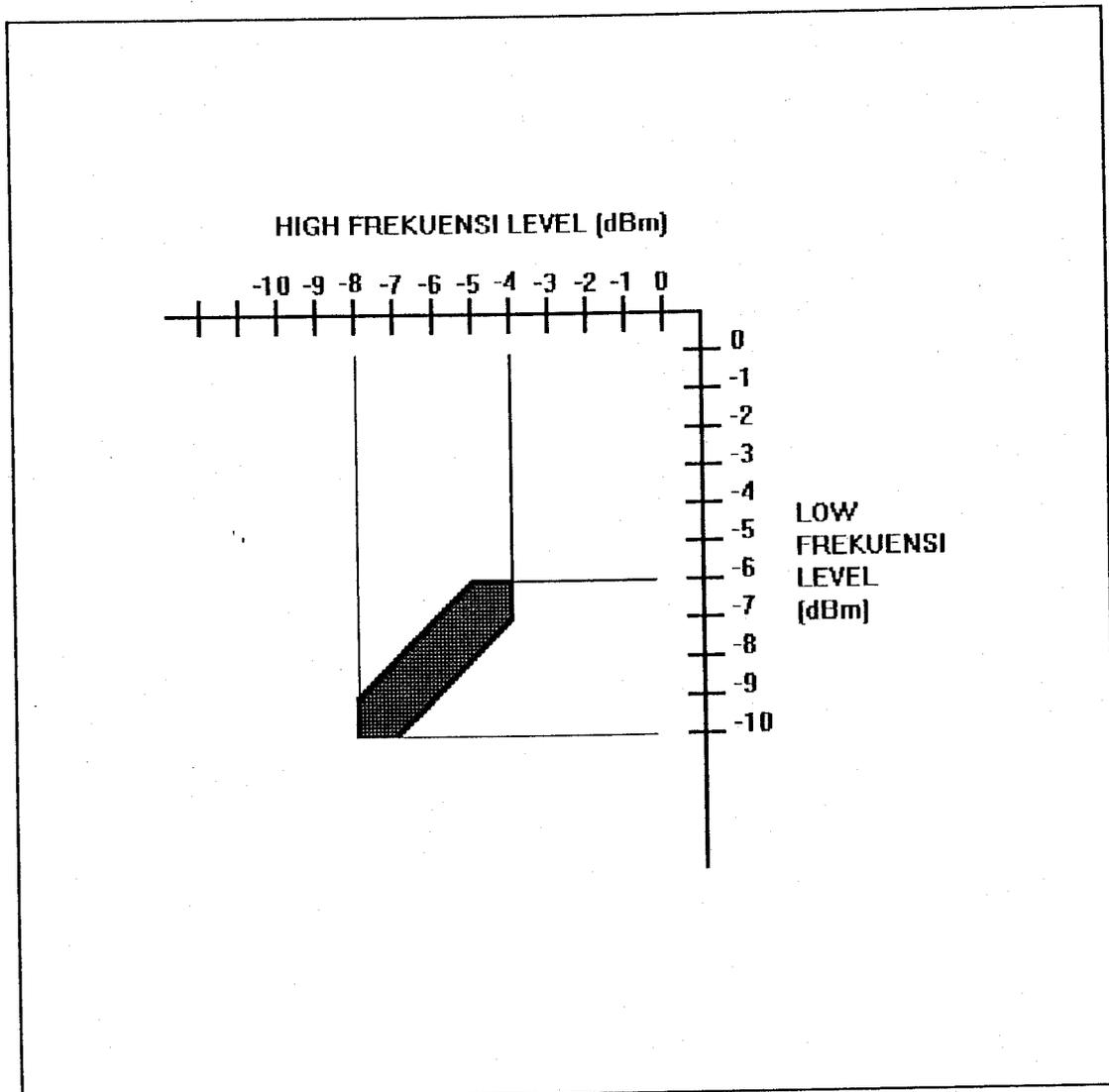
$$\begin{aligned} V_{DC(MIN)} &= (V_{LPK} + V_{HPK}) + V_{REG} + (V_{BE} + V_{CE(SAT)}) \\ &= 1,24 \text{ V} + 3 \text{ V} + 1,2 \text{ V} = 5,44 \text{ V} \end{aligned}$$

Short loop dibutuhkan pada telepon untuk menahan mengalirnya arus yang tinggi dan menahan tegangan DC yang tinggi, ini jika pada sentral telepon tidak terdapat rangkaian pembatas arus dan tegangan.

E. Level

Pengiriman level dari tone DTMF dengan menggunakan referensi 0 dBm (1 miliwatt daya yang dikirim pada impedansi 600 ohm). Untuk

mengkompensasi kerugian yang terjadi pada saat transmisi maka kelompok tone frekuensi tinggi mempunyai level 2 dB diatas kelompok tone frekuensi rendah. Gambar 2.6 menunjukkan spesifikasi kurva kirim tone DTMF.



Gambar 2.6⁶⁾
 Level Sinyal Kirim DTMF

⁶⁾ibid, hal 56

F. Distorsi

Distorsi dalam dB didefinisikan sebagai :

$$\text{Distorsi} = 20 \text{ Log}_{10} \frac{\sqrt{V_1^2 + V_2^2 + V_N^2}}{\sqrt{V_L^2 + V_H^2}} \quad (2.1)$$

dimana :

V_1 hingga V_N adalah banyaknya frekuensi yang tidak diinginkan.

V_L adalah kelompok frekuensi tone rendah

V_H adalah kelompok frekuensi tone tinggi

G. Return Loss

Return loss didefinisikan sebagai :

$$RL = 20 \text{ Log}_{10} \frac{Z_L + Z_G}{Z_L - Z_G} \quad (2.2)$$

Dimana :

Z_L adalah impedansi line.

Z_G adalah impedansi telepon.

R_L harus lebih besar 14 dB pada frekuensi 300 - 3400 Hz dan lebih besar 10 dB pada frekuensi 50 - 300 Hz dan pada frekuensi 3400 - 20.000 Hz.

H. Keuntungan DTMF

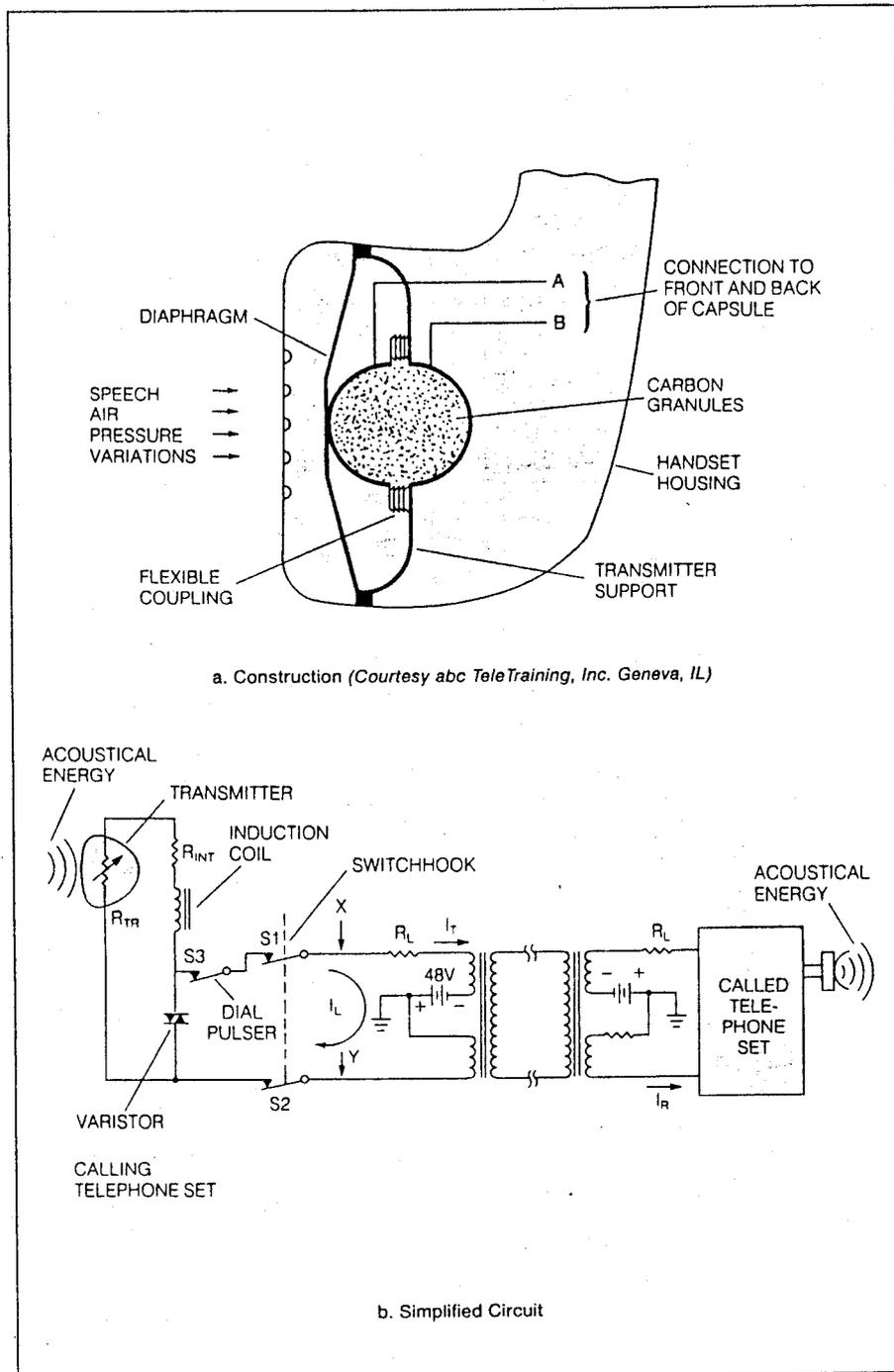
Bila dibandingkan dengan pesawat telepon yang masih menggunakan sistem rotari dalam menentukan pulsa panggilan, maka keuntungan pesawat telepon yang menggunakan DTMF dalam memilih pulsa panggil :

1. Berkurangnya waktu panggil.
2. Menggunakan komponen full elektronik
3. Dapat digunakan sebagai signaling setelah pesawat tersambung
4. Berkurangnya ukuran dari pada rangkaian keseluruhan.
5. Kompatible dengan rangkaian elektronika lainnya.

II.1.5 TRANSMITTER

A. Kontruksi dan Cara Kerja

Seperti yang terlihat pada gambar 2.7, sebuah transmitter berbentuk seperti kapsul yang berisi ribuan karbon. Bagian depan dan belakang terbuat dari konduktor metal yang diberi isolasi satu sama lainnya. Satu sisi dari transmitter ini digunakan sebagai penyanggah terhadap handset telepon sedangkan satu sisi lainnya untuk menerima respon getaran yang berasal dari sinyal pembicaraan. Bila getaran yang diterima kapsul ini besar sehingga dapat mendorong karbon didalamnya, maka resistansi antara kapsul akan berkurang. Karenanya besarnya arus yang mengalir pada kapsul akan bervariasi tergantung dari variasi resistansi pada kapsul tersebut, sehingga terjadi perubahan bentuk dari pada sinyal transmisi. Walaupun banyak konstruksi lainnya tapi pada garis besarnya cara kerjanya sama.



Gambar 2.7⁷⁾
 Transmitter Telephon

⁷⁾ibid, hal 59

B. Efeknya Terhadap Panjang Line

Besarnya resistansi pesawat telepon tipikal sebesar 400 ohm ini diukur pada titik X dan Y seperti yang terlihat pada gambar 2.7.

Resistansi total pada keadaan loop tertutup = $(R_{TR} + R_{INT} + R_L)$ akan semakin besar bila panjang line antara pesawat telepon dengan sentral semakin panjang, karenanya besarnya arus yang mengalir semakin kecil.

Besarnya arus yang mengalir :

$$I_L = \frac{\text{CENTRAL OFFICE VOLTAGE}}{R_{TR} + R_{NT} + R_L} \quad (2.3)$$

C. Kompensasi Terhadap Panjang Line

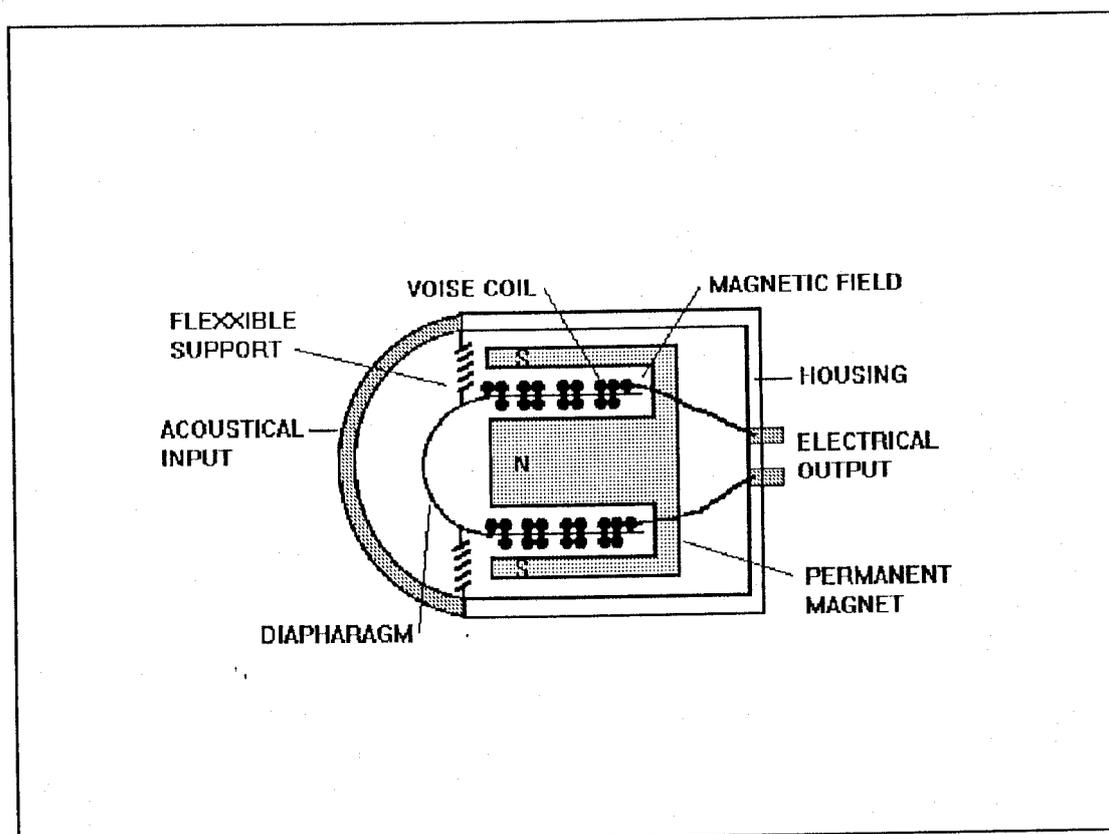
Untuk mudahnya dalam perhitungan maka dirancang pesawat telepon yang mempunyai spesifikasi yang sama. Dalam suatu sistem rangkaian telepon modern biasanya menggunakan sebuah komponen varistor, seperti yang terlihat pada gambar 2-7b.

Resistansi pada varistor akan berkurang bila besarnya arus yang mengalir bertambah. Karena varistor akan mengatur secara otomatis besarnya level sinyal transmisi agar tetap konstan, walaupun tegangan catunya berubah-ubah.

D. Distorsi

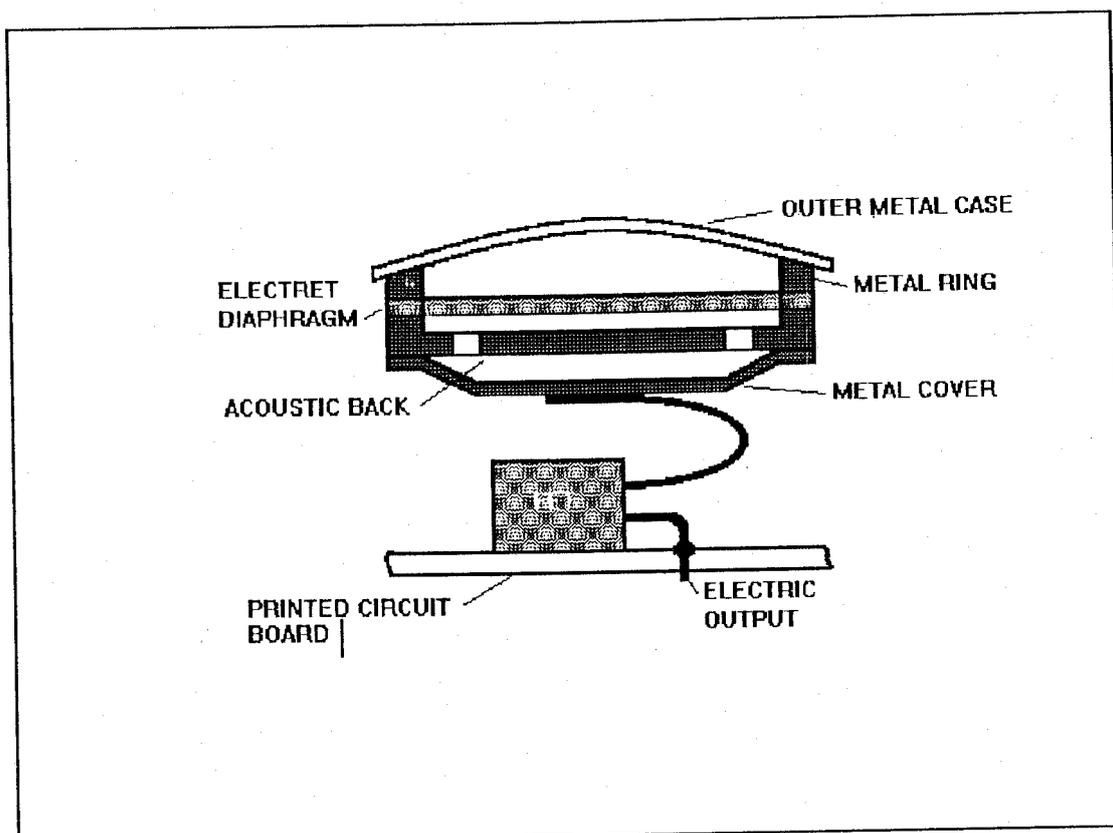
Secara prinsip bahwa fungsi dari sebuah transmitter (pemancar) yaitu untuk menghasilkan gelombang elektrik yang mempunyai bentuk yang sama dengan bentuk input gelombang pembicaraan. Ada beberapa perbedaan

dengan apa yang disebut bentuk gelombang distorsi. Beberapa distorsi dapat dengan mudah dibaca atau didengar atau tidak sama sekali. Kebanyakan bentuk distorsi yang terjadi pada telepon sistem akan menyebabkan hilang atau berkurangnya sinyal suara. Dan distorsi ini biasanya disebabkan oleh karbon transmitter itu sendiri atau suara pemakai.



Gambar 2.8⁸⁾
Mikropon Elektromagnetik

⁸⁾ibid, hal 61



Gambar 2.9⁹⁾
Mikropon Elektret

E. Mikropon Digunakan Sebagai Transmitter

Mikropon mikropon dapat didefinisikan sebagai electroacoustic transducers, dimana terjadi perubahan tekanan yang disebabkan bentuk gelombang suara yang masuk, menyebabkan terjadinya perubahan arus atau tegangan. Ada dua macam mikropon yang sering digunakan untuk pesawat telepon,

⁹⁾ibid, hal 62

1. Elektrodinamik mikropon

Seperti yang terlihat pada gambar 2.8 mikropon elektrodinamik mempunyai diafragma, coil, dan magnetik permanen. Gelombang suara yang masuk akan menggetarkan diafragma akibatnya coil bergerak. Bergeraknya coil ini menyebabkan terjadinya perubahan medan magnetik pada kawat, sehingga sinyal suara dikonversikan menjadi arus elektrik dimana dapat dikuatkan dan baru dipancarkan.

2. Elektret Mikropon

Mikropon elektret ini baru ditemukan beberapa tahun yang lalu, seperti yang terlihat pada gambar 2.9. Mikropon ini lebih praktis bila digunakan sebagai aplikasi telepon set, karena selain bentuknya yang kecil juga tidak membutuhkan magnet permanen. Hubungan antara tegangan (V), kapasitansi (C), dan Pengisian (Q),

$$V = \frac{Q}{C} \quad (2.4)$$

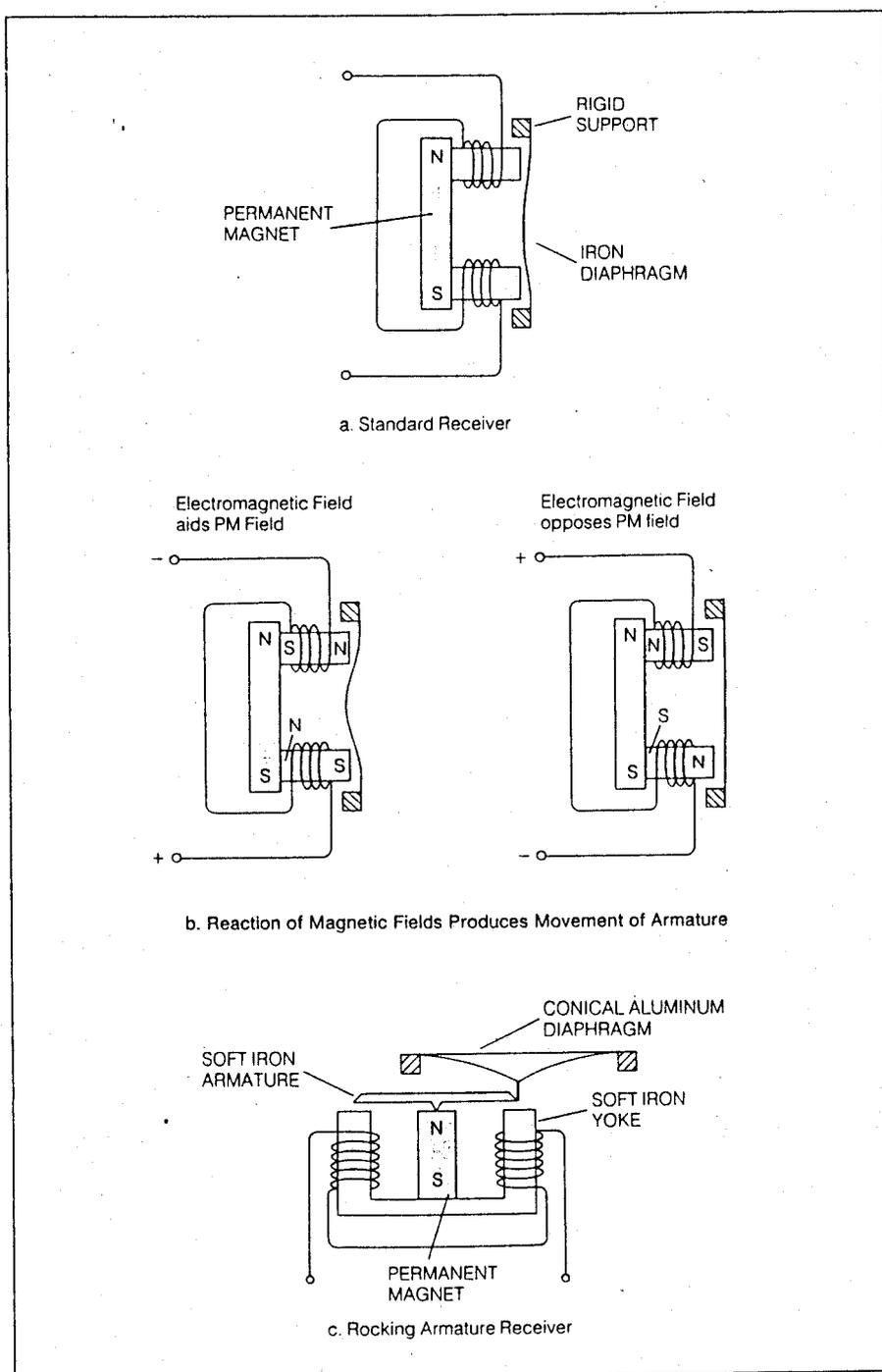
Elektret merupakan dielektrika diantara dua metal, yang berfungsi sebagai kapasitor. Dan pegesian disimpan secara tetap pada bahan elektret tersebut. Karenanya pelat kapasitor berguna sebagai diafragma mikropon, dan akan timbul tegangan pada saat diafragma bergerak. Timbulnya tegangan ini sangatlah kecil oleh karena ini mikropon elektret membutuhkan

sebuah penguat. Penguat ini biasanya menggunakan sebuah FET. Fet ini selain berfungsi sebagai penguat juga sebagai penyesuai impedansi. Dan dengan menggunakan mikropon elektret dengan diameter 15 mm dan tebal 18 mm sudah dapat digunakan sebagai mikropon dengan distorsi yang ditimbulkan tidak lebih dari 1%. Jika dibandingkan dengan mikropon karbon yang menghasilkan distorsi sebesar 8 hingga 10 %, maka mikropon elektret menghasilkan distorsi yang sangat kecil.

II.1.6 PENERIMA

Penerima pada pesawat telepon adalah suatu alat konversi dari sinyal pembicaraan dalam bentuk arus kedalam bentuk variasi tekanan udara yang digunakan untuk mendengar. Seperti yang terlihat pada gambar 2.10.a bahwa penerima elektromagnetik berisi lilitan, magnetik permanen, core, dan armature.

Hal utama dari sistem penerima ini adalah terdapatnya sebuah magnetik permanen, yang fungsinya memberikan bias medan koston dari suatu variasi medan elektromagnetik. Variasi besarnya arus yang masuk akan menyebabkan bervariasinya medan elektromagnetik pada kumparan. Dan perubahan medan magnetik yang terjadi akan merubah bentuk dari diagfragma sesuai dengan besar kecilnya arus yang masuk. Dan perubahan diagfragma ini akan menghasilkan suatu variasi tekanan udara yang dapat didengar manusia.



Gambar 2.10¹⁰⁾
 a. Standard Receiver
 b. Reaction of Magnetic Fields Produces Movement of Armature
 c. Rocking Armature Receiver

¹⁰⁾ibid, hal 64

Sebuah penerima yang terlihat pada gambar 2.10c mempunyai cara kerja yang sama kecuali armaturnya terpisah, dan dihubungkan pada diafragma non magnetik yang berbentuk kerucut.

Bergetarnya armature menyebabkan diafragma aluminium juga bergetar yang dapat menghasilkan suara aslinya.

II.1.7 BEL ELEKTROMEKANIK

Ketika pesawat telepon selesai membuat sinyal panggilan yang dikirim ke sentral telepon, maka sentral telepon akan membuat suatu sinyal panggilan terhadap pesawat telepon yang dipanggil dengan cara, sentral memberi sinyal ring.

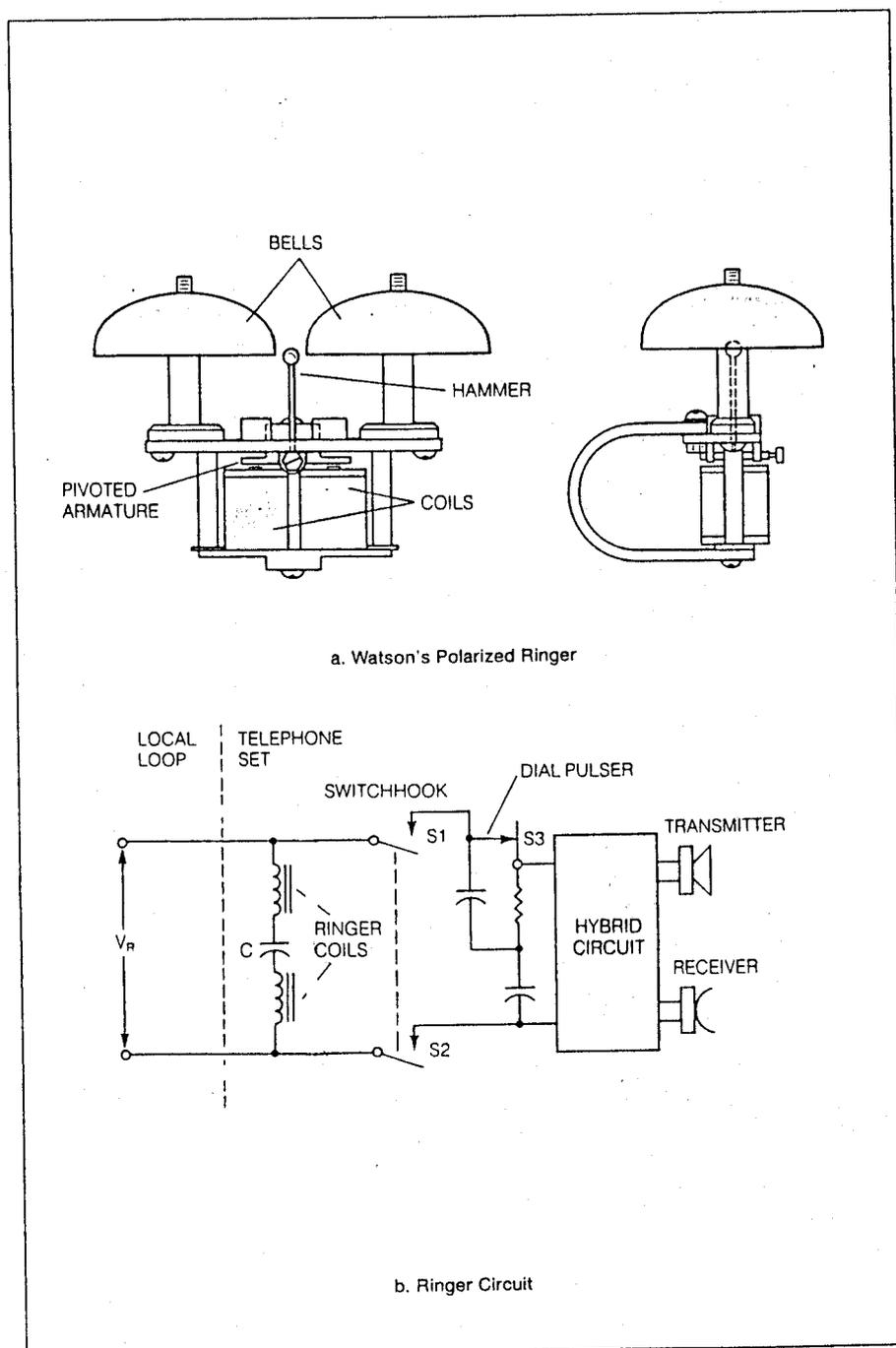
A. Cara Kerja

Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.11a, terlihat bahwa armature terletak ditengah-tengah antara dua buah lilitan yang terbungkus wadah besi.

Untuk mudahnya seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.11b VR merupakan besarnya tegangan ringing yang dikirim sentral. Besarnya tegangan ini sesuai dengan standard yang diberikan sebesar 90 Vrms pada frekuensi antara 16 Hz - 60 Hz. Ini akan menghasilkan arus bolak-balik yang diterima rangkaian bel. Pada rangkaian bel ini dipasang kapasitor seri yang tujuannya untuk menahan arus DC yang berasal dari sentral.

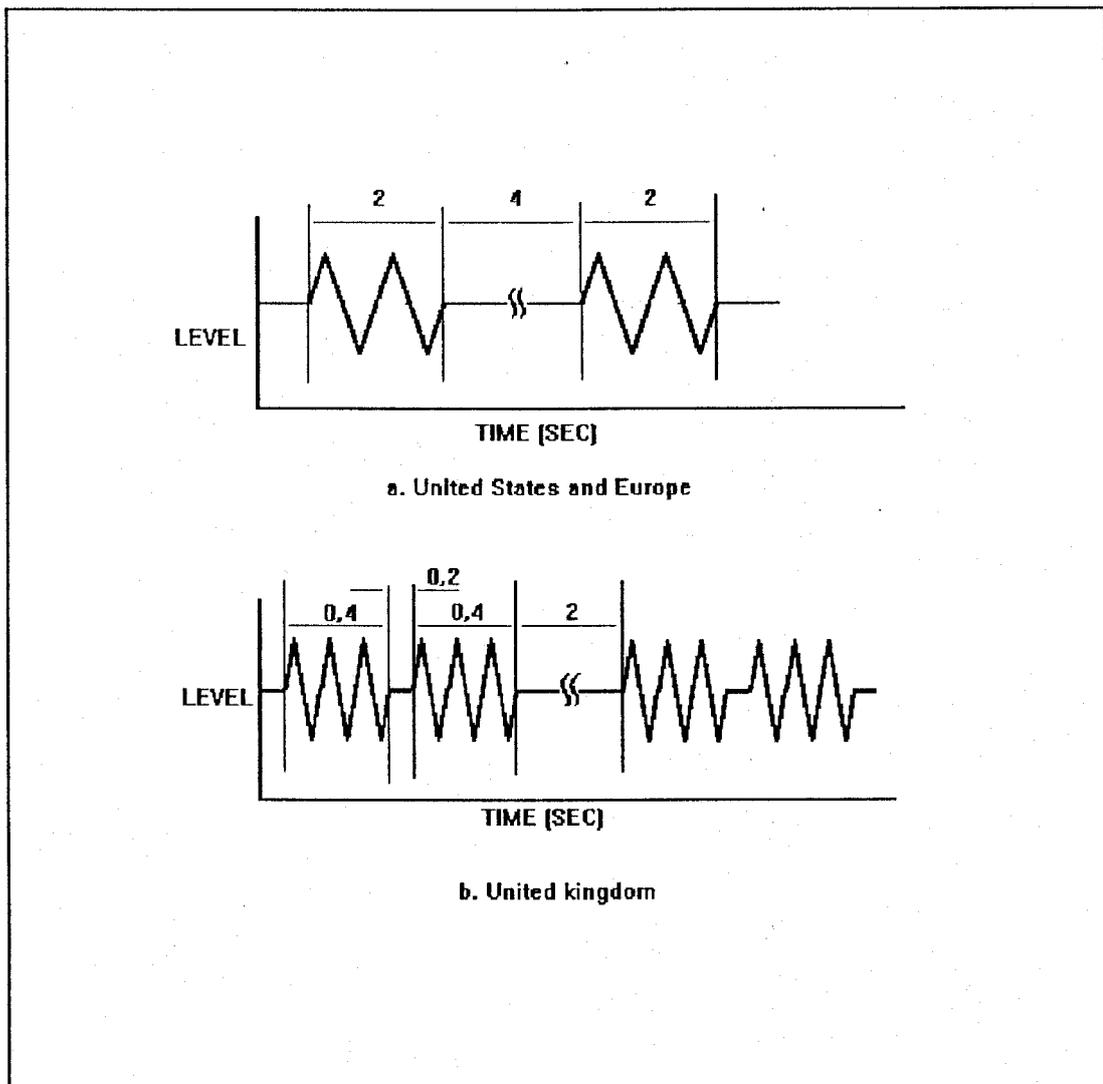
B. Pembangkit Sinyal Ringing

Kebanyakan pada sentral dibangkitkan oleh sebuah pembangkit khusus sinyal ringing, atau dengan menggunakan sistem inverter. Bentuk sinyal ringing ini seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.12.



Gambar 2.11¹¹⁾
 a. Watson's Polarized Ringer
 b. Ringer Circuit

¹¹⁾ibid, hal 66



Gambar 2.12¹²⁾
 a. United States and Europe
 b. United Kingdom

C. Besarnya Arus

Jika sebuah panggilan dijawab pada saat bel berbunyi, ini perlu dideteksi perubahan secara langsung dari arus yang mengalir, maka perlu sinyal ringing dihentikan dahulu (ditunda). Besarnya waktu tunda ini normalnya

¹²⁾ibid, hal 67

sebesar 200 mili detik.

Besarnya arus yang mengalir tergantung dari lebarnya sinyal ringing, besarnya resistansi pembatas arus (besarnya antara 350 - 800 ohm), resistansi line (antara 0 - 1900 ohm), dan resistansi pesawat telepon itu sendiri (antara 100 - 400 ohm).

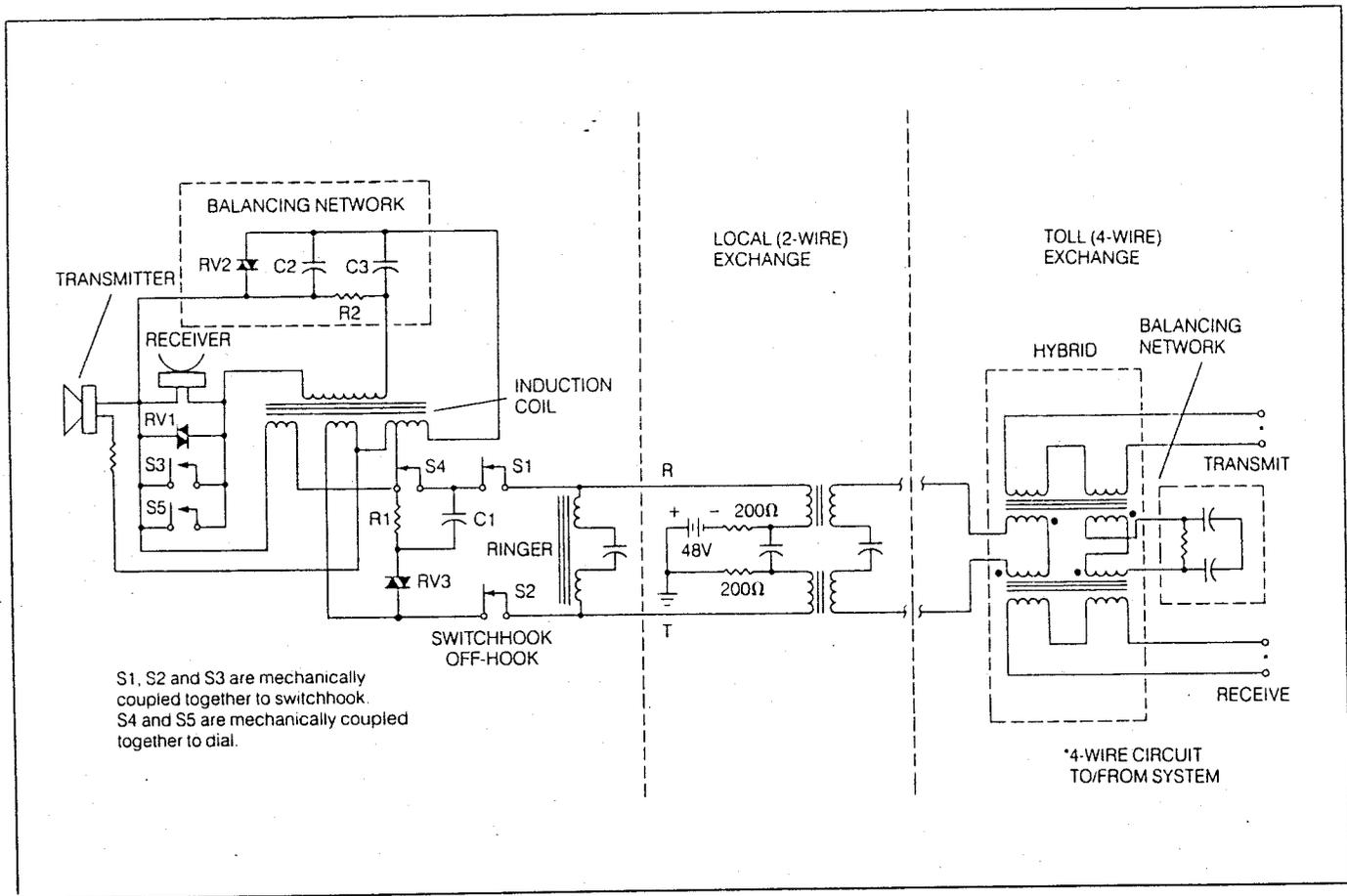
Rangkaian pada sentral dapat mendeteksi besarnya arus yang mengalir antara 6 - 25 miliamper sebagai indikasi bahwa pesawat telepon dalam keadaan off-hook.

II.1.8 SISTIM HUBUNGAN TELEPON DENGAN SENTRAL

Gambar 2.13 menunjukkan bagaimana hubungan sebuah penerima dan pemancar pada pesawat telepon . Juga menunjukkan secara sederhana hubungan antara pesawat telepon dengan sentral.

Fungsi dari sebuah hybrid untuk menghubungkan antara sistem dua kawat menjadi sistem empat kawat agar dapat bekerja dalam bentuk full-duplex, yang dimaksud full-duplex adalah suatu sistem transmisi yang dapat melakukan pengiriman sinyal dalam dua arah secara bersamaan. Sistem dua kabel digunakan antara hubungan sentral dengan pelanggan, karena sistem ini lebih murah. Sistem empat kabel , dimana terdiri dari dua kabel untuk kirim dan dua kabel untuk terima , yang digunakan untuk sebuah sistem jaringan. Dengan adanya sistem pembagian ini maka, sinyal yang ditransmisi dapat dengan mudah dikenal sebagai data digital dan dapat dikuatkan bila terdapat penurunan sinyal transmisi pada jaringan.

Gambar 2.13¹⁾
Bentuk Hubungan Antara Sentral Dengan Pelanggan



II.1.9 KONDISI SISTIM OPERASI

Dalam membuat sebuah pesawat telepon harus memenuhi spesifikasi standard CCITT, seperti yang terlihat pada tabel 2.1. Tabel 2.1 hanya menunjukkan spesifikasi berdasarkan standard CCITT untuk produsen NTT dan AT&T.

Tabel 2.1¹⁴⁾
Parameter Pesawat Telepon

| Parameter | | Value | |
|------------------------------------------|------------------------|---------------------------|-----------------|
| | | NTT | AT & T |
| Signal frequencies | Low group | 697, 770, 852, 941 Hz | same |
| | High group | 1209, 1336, 1477, 1633 Hz | same |
| Frequency tolerance $ \Delta f $ | Operation | $\leq 1,8 \%$ | $\leq 1,5\%$ |
| | Non- Operation | $\geq 3,0\%$ | $\geq 3,5\%$ |
| Power level per frequency | Operation | -3 to -24 dBm | 0 to -25 dBm |
| | Non-operation | Max -29 dBm | Max -55dBm |
| Power level difference between frequency | | Max 5 dB | +4 dB to -8 dB |
| Signal reception timing | Operation | Min 40 ms | Min 40 ms |
| | Non-operation | Max 24 ms | Max 23 ms |
| | Pause duration | Min 30 ms | Min 40 ms |
| | Signal interruption | Max 10 ms | Max 10 ms |
| | Signalling velocity | Min 120 ms/digit | Min 93 ms/digit |

¹⁴⁾ Fascicle VI.1 - Rec. Q.24, hal 162

II.2 MIKROKONTROLER 8031

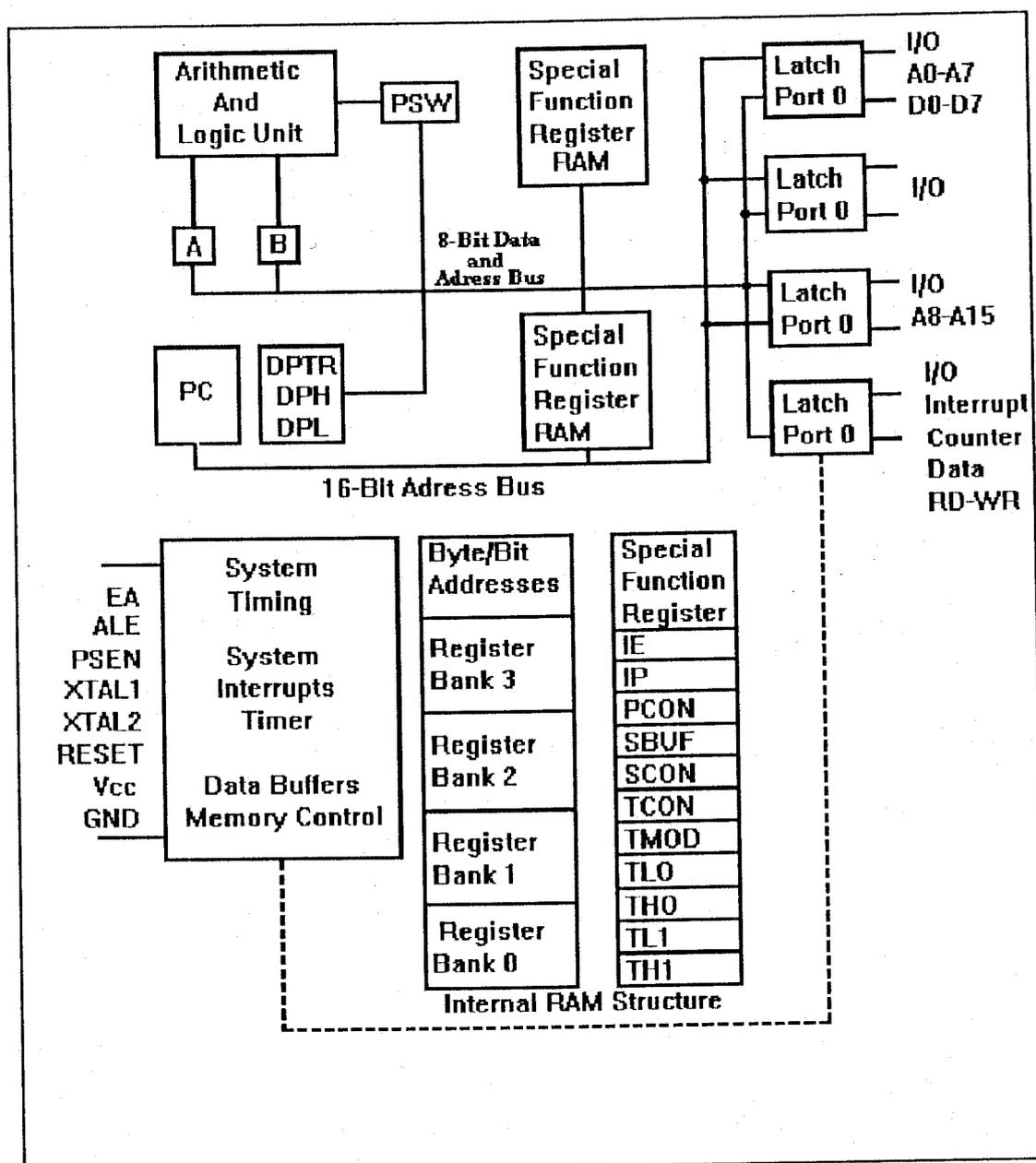
Mikrokontroler 8031 termasuk salah satu keluarga MCS-51 yang merupakan chip tunggal 8 bit, yang diproduksi oleh Intel. Pada Gambar 2.14 memperlihatkan arsitektur diagram blok dari keluarga MCS-51.

Spesifikasi umum yang dimiliki oleh mikrokontroler 8031 adalah sebagai berikut :

- 8-bit Unit Pemroses Pusat (CPU)
- Rangkaian clock oscillator
- 32 jalur input output
- Kemampuan yang luas untuk proses boolean
- 128 byte data RAM
- 2 buah pewaktu/pencacah 16-bit
- Port serial full-duplex
- 5 sumber struktur interupsi dengan 2 tingkat prioritas
- 64K alamat untuk memori program eksternal
- 64K alamat untuk memori data eksternal

II.2.1 FUNGSI PIN-PIN PADA MIKROKONTROLER 8031

Pada gambar 2.15 memperlihatkan konfigurasi pin-pin pada mikrokontroler 8031. Fungsi pin-pin pada 8031 dapat dikelompokkan menjadi pin sumber tegangan, pin kristal, pin kontrol, pin input-output dan pin interupsi.



Gambar 2.14¹⁵⁾
 Blok Diagram MCS-51

¹⁵⁾ Intel, Embedded Controller Handbook, Santa Clara 1998, hal 10-2

Fungsi dari tiap pin pada mikrokontroler 8031 adalah :

A. Vcc pin positif sumber tegangan = 5 Volt DC.

B. Vgg pin ground sumber tegangan

C. Port 0

Port 0 merupakan port input output 8-bit dua arah. Port ini dapat digunakan sebagai multipleks bus alamat rendah dan bus data selama adanya akses memori program eksternal atau ke memori data eksternal. Port 0 ini mampu menggerakkan 8 buah IC TTL jenis LS.

D. Port 1

Port 1 merupakan port input output 8-bit dua arah. Setiap pin dapat digunakan sebagai masukan atau keluaran tanpa tergantung dari pin lainnya. Port ini mampu menggerakkan 4 buah IC TTL jenis LS.

E. Port 2

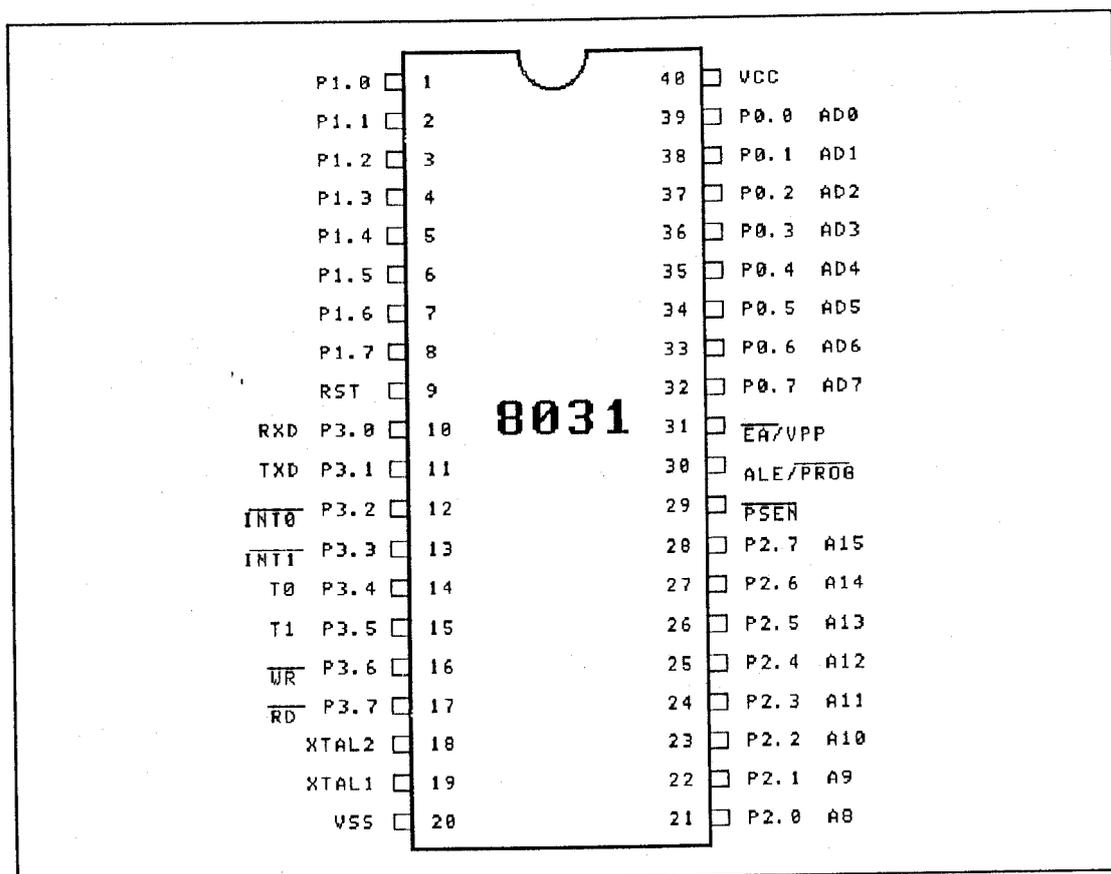
Port 2 merupakan port input output 8-bit dua arah. Port ini dapat digunakan sebagai bus alamat tinggi selama adanya akses ke memori program eksternal atau memori data eksternal dan mampu menggerakkan 4 buah IC TTL jenis LS.

F. Port 3

Port 3 merupakan port input output 8-bit dua arah. port ini dapat digunakan juga untuk berfungsi sebagai pin-pin istimewa bagi 8031 seperti sebagai berikut :

1. P3.0 (RxD) : Masukan data serial.
2. P3.1 (TxD) : Keluaran data serial.

3. P3.2 (INT0) : Interupsi 0 eksternal.
4. P3.3 (INT1) : Interupsi 1 eksternal.
5. P3.4 (T0) : Masukan eksternal pewaktu/pencacah 0.
6. P3.5 (T1) : Masukan eskternal pewaktu/pencacah 1.
7. P3.6 (WR) : Strobe penulisan memori data eksternal.
8. P3.7 (RD) : Strobe pembacaan memori data eksternal.



Gambar 2.15¹⁶⁾
Konfigurasi Pin 8031

¹⁶⁾ibid, hal 15

G. RST/Vpd

Pin ini berfungsi untuk mereset sistem 8031. Perubahan taraf tegangan dari rendah ke tinggi akan mereset mikrokontroler.

H. ALE/PROG ALE (address Latch Enable)

Digunakan untuk mengunci alamat rendah pada saat pengaksesan memori program eksternal. Pin ini mampu menggerakkan 8 buah IC TTL jenis LS.

I. PSEN (Program Store Enable)

Adalah sinyal kendali untuk strobe memori program eksternal.

J. EA/Vpp

Untuk pengoperasian 8031, pin ini harus dihubungkan dengan ground agar dapat menjalankan instruksi dari memori program eksternal.

K. XTAL1

Pin ini merupakan masukan ke penguat osilator berpenguatan tinggi.

Pin ini dihubungkan dengan kristal atau sumber osilator eksternal.

L. XTAL2

Pin ini merupakan keluaran dari penguat osilator dan dihubungkan dengan kristal atau ground jika menggunakan sumber osilator eksternal.

II.2.2 PERANGKAT KERAS UNIT PEMROSES PUSAT (CPU)

Seperti yang terlihat pada gambar 2.14 diagram blok dari mikrokontroler 8031. Fungsi dari masing-masing blok pada gambar tersebut adalah sebagai berikut :

A. Program Counter (PC)

PC merupakan register 16 bit yang digunakan untuk menandakan awal alamat pengambilan instruksi yang akan dijalankan.

B. Dekoder Instruksi

Bagian ini menterjemahkan setiap instruksi program dan membangkitkan sinyal yang akan mengatur fungsi dari setiap bagian pada CPU.

C. RAM Data Internal

RAM data internal yang dimiliki 8031 sebesar 128 byte yang terdiri dari :

1. Register Bank Terdapat : empat buah register bank, setiap bank terdiri dari 8 buah register $R_0 - R_7$.
2. 128 addressable bits : Bagian ini berlokasi pada alamat 20H sampai 2FH.
3. Stack : Stack dapat ditempatkan pada RAM data internal dengan jumlah stack sebesar RAM data internal tersebut.

D. Register Fungsi Khusus (SFR)

Register-register yang termasuk didalam register fungsi khusus ini adalah sebagai berikut :

1. Register A : Register ini berfungsi sebagai register akumulator.
2. Register B : Register ini digunakan bersama register A untuk instruksi perkalian dan pembagian.
3. Register Program Status Word (PSW) : Register ini meliputi

bit-bit carry (CY), auxiliary carry (AC), flag 0 (F0), pemilih register bank (RS0 dan RS1), over-flow (OV) dan parity flag (P). Flag CY, AC dan OV pada umumnya menandakan keadaan dari operasi aritmatika yang terakhir. Flag P merupakan parity dari register A. Flag carry juga digunakan sebagai akumulator Boolean untuk operasi bit. Dua bit pemilihan register bank RS0 dan RS1 memungkinkan pengaksesan pada register bank yang perlainan, yakni :

- a. (0,0) ----- Bank 0 (00H - 07H)
- b. (0,1) ----- Bank 1 (08H - 0FH)
- c. (1,0) ----- Bank 2 (10H - 17H)
- d. (1,1) ----- Bank 3 (18H - 1FH)

4. Penunjuk Stack (Stack Pointer / SP): SP adalah register 8 bit yang menunjukkan alamat dari data terakhir yang dimasukan (push) ke stack, juga sebagai alamat dari data selanjutnya yang dikeluarkan (pop). Nilai SP akan bertambah bila terjadi instruksi push.
5. Penunjuk Data (Data Pointer / DPTR) : DPTR besarnya 16 bit yang terdiri dari penunjuk data high (data pointer high / DPH) sebesar 8 bit dan penunjuk data rendah (Data pointer low / DPL) sebesar 8 bit. DPTR digunakan untuk pengalamatan register tak langsung untuk memindahkan konstanta-konstanta memori program eksternal, pemindahan data pada memori data

eksternal dan untuk percabangan program sampai 64 Kbyte.

6. Port 0, 1, 2 dan 3 : Ke empat buah port tersebut menghasilkan 32 jalur input output untuk berhubungan ke luar. Seluruh port dapat dialamatkan secara byte atau bit. Port 0 (P0) dan port 2 (P2) dapat digunakan untuk menambah jumlah memori luar. Port 3 (P3) berisi sinyal kontrol khusus seperti sinyal baca dan tulis. Port 1 (P1) digunakan hanya untuk input output.
7. Register prioritas interupsi (IP) : IP berisi bit-bit kontrol untuk mengaktifkan interupsi pada taraf yang diinginkan.
8. Register enable interupsi (IE) : IE menyimpan bit-bit untuk mengaktifkan ke lima sumber interupsi.
9. Register mode pewaktu / pencacah (TMOD) : Bit-bit pada register TMOD digunakan untuk memilih pewaktu/pencacah yang akan bekerja. Setiap pewaktu/pencacah memiliki register tersendiri untuk menyimpan harga hitungannya. Untuk fungsi pewaktu, isi register akan ditambah satu untuk setiap satu siklus mesin. Setiap siklus mesin terdiri dari 12 periode osilator, sehingga kecepatan hitungan sama dengan $1/12$ frekuensi osilator. Untuk fungsi sebagai pencacah isi register akan ditambah satu setiap perubahan dari taraf tegangan rendah ke tinggi yang dikenakan pada pin T0 untuk pencacah 0 dan T1 untuk pencacah 1.

Tabel 2.2¹⁷⁾
 Register Fungsi Khusus (SSFR) Mikrokontroler 8031

| Simbol | Nama | Alamat |
|--------|--------------------------------|--------|
| ACC | Akumulator | 0E0H |
| B | Register B | 0F0H |
| PSW | Program Status Word | 0D0H |
| SP | Penunjuk Stack | 081H |
| DPTR | Penunjuk Data dua bit | |
| DPL | Byte rendah | 082H |
| DPH | Byte tinggi | 083H |
| P0 | Port 0 | 080H |
| P1 | Port 1 | 090H |
| P2 | Port 2 | 0A0H |
| P3 | Port 3 | 0B0H |
| IP | Kontrol Prioritas Interupsi | 0B8H |
| IE | Kontrol pemungkin Interupsi | 0A8H |
| TMOD | Kontrol Mode Pewaktu/Pencacah | 089H |
| TCON | Kontrol Pewaktu/Pencacah | 088H |
| TH0 | Pewaktu/Pencacah 0 byte Tinggi | 08CH |
| TL0 | Pewaktu/Pencacah 0 byte Rendah | 08AH |
| TH1 | Pewaktu/Pencacah 1 byte Tinggi | 08DH |
| TL1 | Pewaktu/Pencacah 1 byte Rendah | 08BH |
| SCON | Kontrol Serial | 088H |
| CBUF | Penyangga Data Buffer | 099H |
| PCON | Kontrol Power | 087H |

10. Register kontrol pewaktu / Pencacah (TCON) : Semua pewaktu / pencacah dikontrol oleh bit-bit dari register TCON.
11. Register pewaktu/pencacah tinggi 0 dan 1 (TH0 dan TH1), register pewaktu/pencacah rendah 0 dan 1 (TL0 dan TL1) :

¹⁷⁾ Intel, Embeded Controller Handbook, Santa Clara, 1988, hal 8-8

Untuk dua buah pewaktu/pencacah (0 dan 1) 16 bit mempunyai empat lokasi register, register-register ini dapat dibaca dan ditulis. TH0 dan TH1 digunakan untuk 8 bit tinggi dari pewaktu/pencacah 0 dan 1 dan TL0 dan TL1 digunakan untuk 8 bit rendah.

12. Register kontrol serial (Serial Control Register/ SCON): SCON mempunyai bit-bit enable untuk penerimaan port serial. Pemilihan mode operasi dari port serial. Pemilihan mode operasi dari port serial juga dilakukan dengan bit-bit pada register tersebut.
13. Penyangga Data Serial (Serial Data Buffer / SBUF) : SBUF digunakan untuk menampung data masukan dan keluaran dari port serial yang tergantung pada kerja dari port serial menerima atau mengirim data. Pada tabel 2.2 diperlihatkan bentuk tabel dari register-register fungsi khusus (SFR) yang terdapat pada mikrokontroler.

E. Bagian Aritmatika

Bagian Aritmatika dari prosesor membentuk beberapa fungsi manipulasi data yang dilaksanakan oleh ALU (Arithmetic Logic Unit), Register A, Register B dan PSW.

F. Rangkaian Osilator

Rangkaian yang terdapat di dalam serpih adalah rangkaian paralel anti-resonansi dengan batas frekwensi mulai dari 1,2 MHz sampai

dengan 12 MHz.

G. Prosesor Boolean

Prosesor Boolean adalah prosesor bit yang berdiri sendiri, yang memiliki pasangan instruksi tersendiri, akumulator. Bit RAM yang dapat dialamati (Bit Addressable RAM) dan terminal masukan/keluaran. Prosesor Boolean dapat juga membentuk operasi-operasi bit seperti set, clear, complement, jum-if-set, jump-if-not-set, jump-if-set-then-clear dan pemindahan dari/ke carry.

II.2.3 ARITHMATIC LOGIC UNIT (ALU)

Alu dapat melakukan operasi-operasi aritmatika dan fungsi-fungsi logika dengan variable-variable 8 bit, seperti penambahan, pengurangan, perkalian, pembagian dan juga operasi-operasi logika AND, OR serta fungsi-fungsi lainnya seperti rotate, clear, complement dan lain-lain. ALU juga dapat membuat keputusan kondisi suatu percabangan (conditional branching decisions), dan memberikan data path dan register-register sementara yang digunakan untuk transfer data dalam sistem. Instruksi-instruksi lainnya dibuat dari fungsi-fungsi dasar ini.

Operasi-operasi dasar digabungkan dan dikombinasikan dengan logika yang diperlukan untuk membuat instruksi-instruksi kompleks seperti meng-increment register terpisah 16 bit. Sebagai contoh untuk mengeksekusi satu bentuk instruksi compare, 8031 meng-increment program counter tiga kali, membaca tiga byte dari memori program, menghitung alamat register dengan operasi logika, dua kali membaca memori data internal, membuat

perbandingan aritmatika dari dua buah variable, menghitung 16 bit alamat tujuan dan memutuskan apakah melakukan percabangan atau tidak yang semuanya itu hanya dilakukan dalam 24 periode osilator.

ALU juga dapat memanipulasi satu bit data sama baiknya dengan delapan bit data. Bit-bit tunggal dapat di set, cleared, complement, dipindahkan, di-test dan digunakan dalam perhitungan bentuk logika.

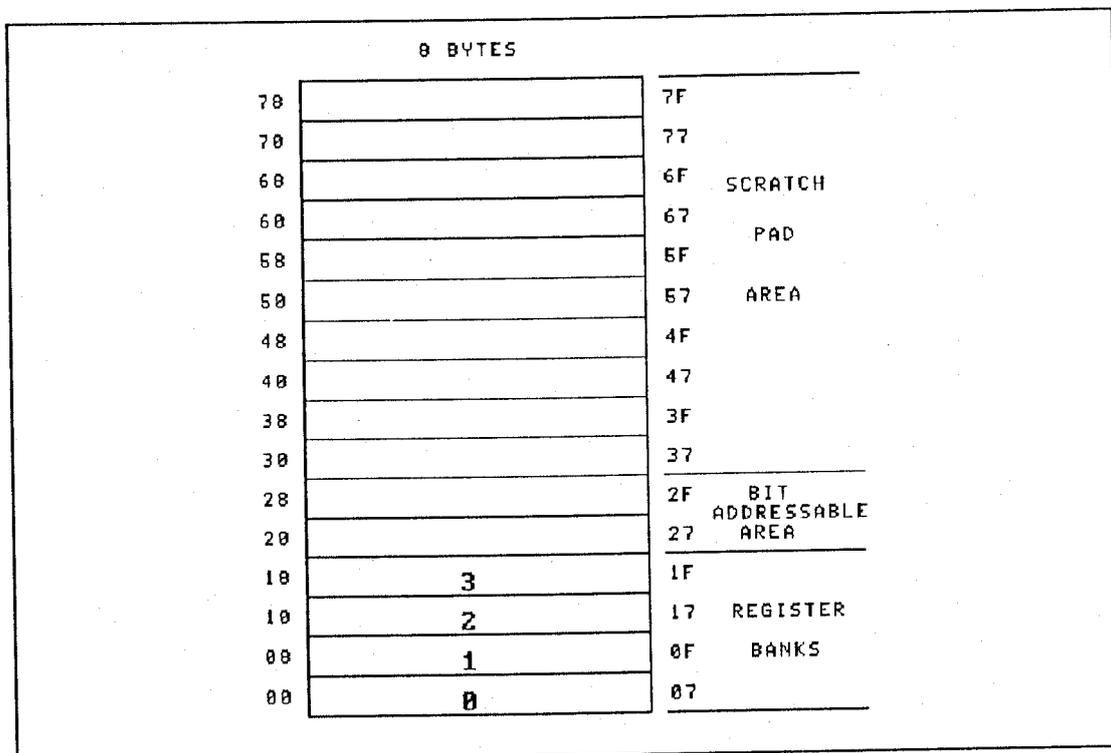
ALU dengan kemampuan yang tinggi ini menyebabkan 8031 dapat melakukan operasi kontrol secara real-time dan algoritma data yang intensif. Operasi-operasi terpisah sebanyak 51 buah memindahkan dan memanipulasi tiga tipe data yaitu boolean (1-bit), byte (8 bit) dan alamat (16 bit). Ada sebelas mode pengalamatan, yaitu tujuh untuk data, empat untuk kontrol urutan program. Operasi-operasi umumnya memperbolehkan beberapa mode pengalamatan.

II.2.4 ORGANISASI MEMORI

Mikrokontroler 8031 memiliki pengalamatan yang membedakan alamat memori program dengan alamat memori data. Alamat memori program yang dapat digunakan adalah 64 Kbyte. Memori data dapat diperluas mencapai 64 Kbyte pada RAM, sebagai tambahan dari 128 byte yang sudah ada dalam chip. Ke 128 byte data RAM internal dapat dibagi menjadi tiga segment, yaitu segment Register Bank, segment Bit Addressable dan segment Scratch Pad. RAM tersebut dapat diakses dengan cara pengalamatan langsung atau pengalamatan tak langsung, seperti yang diperlihatkan pada gambar 2.16.

A. Daerah Register Bank 0 -3 :

Register Bank 0 - 3 menempati alamat 0 sampai 1FH (32 byte), yang masing-masing register bank terdiri 8 byte register dari 0 sampai 7. Reset akan menginisialisasi Stack pointer ke alamat 07H dan akan mulai pada alamat 08H yang merupakan alamat register pertama (R0) dari Register Bank 1. Sehingga untuk penggunaan lebih dari satu bank register, maka SP harus mendapat inisialisasi ke alamat yang berbeda pada RAM internal yang tidak digunakan untuk penyimpanan data.



Gambar 2.16¹⁸⁾
Organisasi Internal RAM

¹⁸⁾ibid, hal 9-6

B. Daerah Bit Addressable :

Pada segment ini terdapat 16 byte dengan alamat 20H - 2FH. Masing-masing ke 128 bit dari segment ini dapat dialamatkan secara langsung (0 - 7FH). Pengalamatan bit-bit ini dapat dilakukan dengan dua cara. Cara pertama secara langsung (0 - 7FH). Cara kedua dengan menggunakan nama variabel sesuai dengan byte dari 20H - 2FH, maka bit 0 - 7 dapat dialamatkan sebagai bit 20.0 - 20.7 dan bit 8 - FH dengan 21.0 - 21.7 dan seterusnya. Setiap dari 16 byte pada segment ini juga dapat dialamatkan seperti sebuah byte.

C. Daerah Scratch Pad :

Byte 30H sampai 7FH yang merupakan daerah Scraccth Pad yang tersedia untuk digunakan sebagai tempat data RAM.

II.2.5 PENGAKSESAN MEMORI EKSTERNAL.

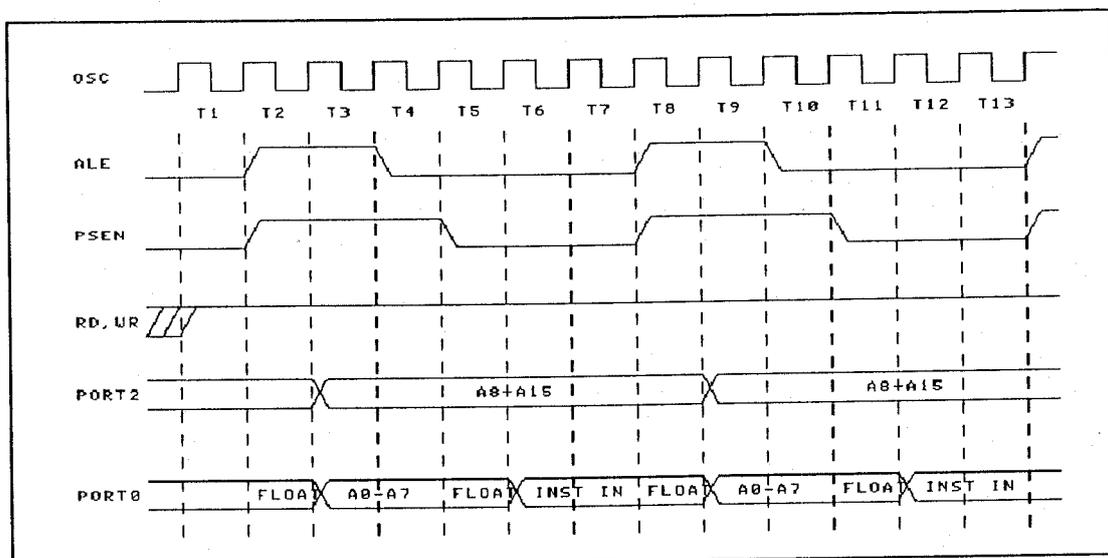
Untuk dapat mengakses memori program eksternal, pin EA mikrokontroler 8031 harus dihubungkan pada taraf tegangan rendah. Saat mengakses memori luar mikrokontroler menggunakan Port 0 untuk bus alamat rendah yang dimultipleks dengan bus data sedangkan Port 2 untuk bus alamat tinggi.

Sinyal ALE digunakan untuk mengaktifkan bus alamat rendah dari port 0 ke memori luar, sehingga antara bus alamat rendah dengan bus data dapat dipisahkan.

Pada saat membaca memori program eksternal, maka sinyal PSEN aktif, sedangkan sinyal WR dan sinyal RD tidak dalam keadaan aktif pada

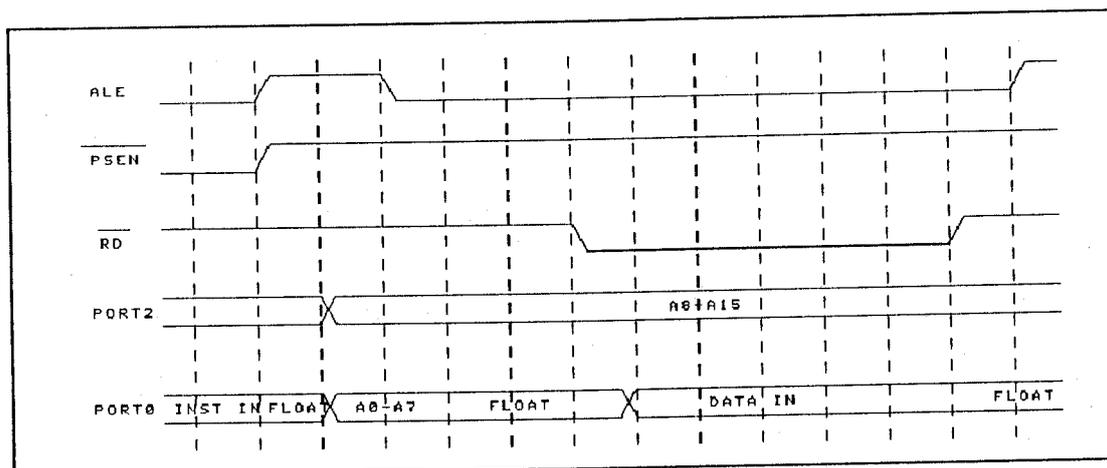
siklus pembacaan memori program eksternal ini. Setiap siklus baca dari memori program eksternal memerlukan 6 periode osilator. Pada gambar 2.17 diperlihatkan siklus baca memori program eksternal tersebut.

Untuk pembacaan memori data eksternal maka sinyal RD akan aktif, sedangkan sinyal PSEN dan sinyal WR tidak dalam keadaan aktif pada siklus pembacaan memori data eksternal ini. Setiap siklus baca memori data eksternal memerlukan 12 periode osilator. Pada gambar 2.18 diperlihatkan siklus baca memori data eksternal.

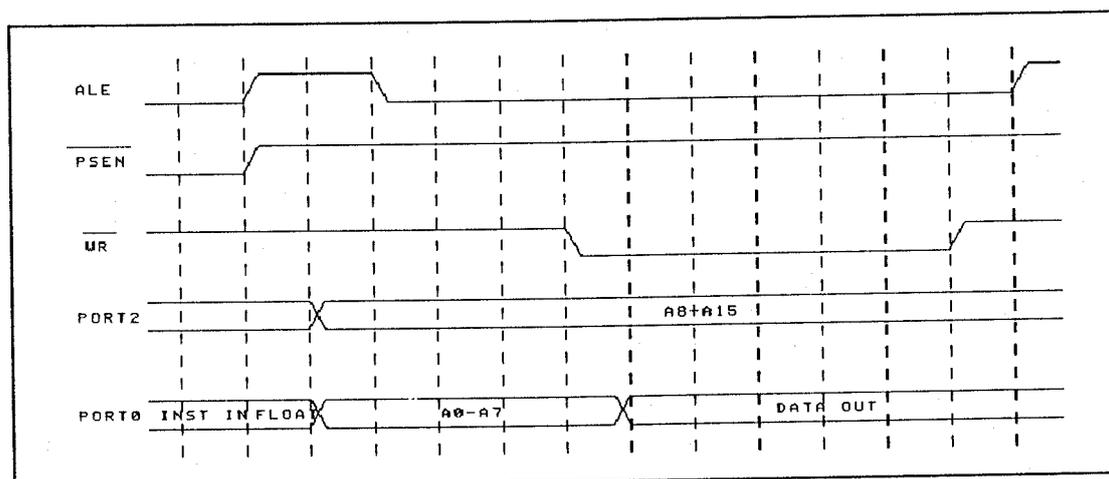


Gambar 2.17¹⁹⁾
Siklus Baca Memori Program Eksternal

¹⁹⁾ibid, hal 10-21



Gambar 2.18²⁰⁾
Siklus Baca Memori Data Eksternal



Gambar 2.19²¹⁾
Siklus Tulis Memori Data Eksternal

²⁰⁾ibid, hal 10-21

²¹⁾ibid, hal 10-22

Apabila pada saat penulisan memori data eksternal maka sinyal WR akan aktif, sedangkan sinyal PSEN dan sinyal RD tidak dalam keadaan aktif pada siklus penulisan memori data eksternal ini. Setiap siklus tulis memori data eksternal memerlukan 12 periode osilator. Pada gambar 2.19 diperlihatkan siklus tulis memori data eksternal.

Pada pengaksesan memori program eksternal selalu menggunakan pengalamatan 16 bit. Untuk pengaksesan memori data eksternal digunakan instruksi MOVX. Instruksi MOVX ini dapat dilakukan dengan cara pengalamatan 16 bit jika menggunakan DTPR dengan jangkauan 64 Kbyte atau pengalamatan 8 bit dengan menggunakan register R0 dan R1 dengan jangkauan hanya 256 byte.

II.2.6 PEWAKTU/PENCACAH

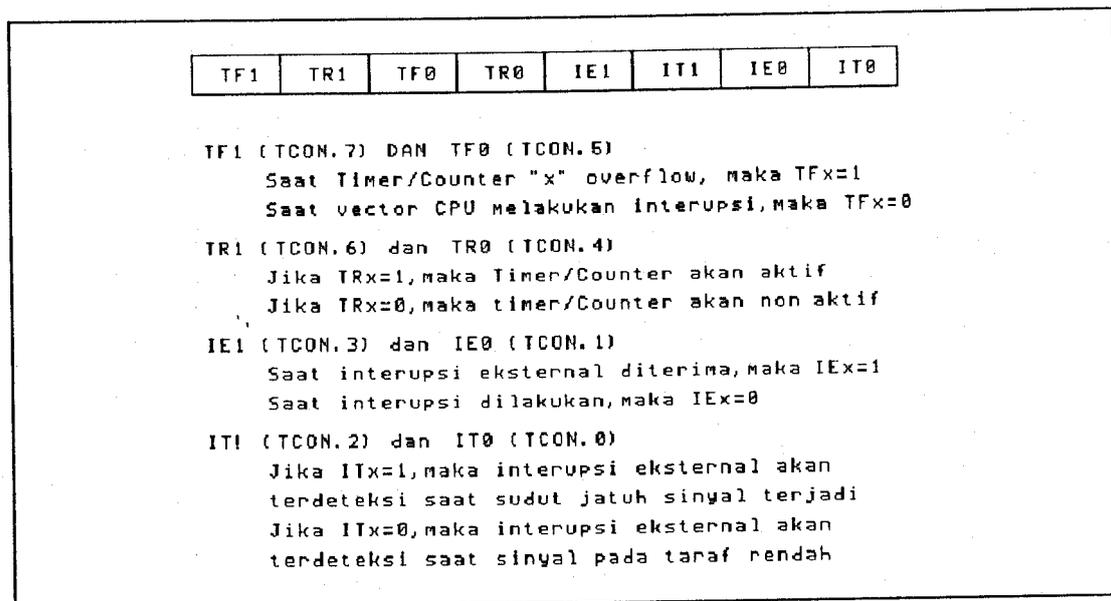
Mikrokontroler 8031 mempunyai dua buah register pewaktu/ pencacah 16 bit. yaitu Pewaktu/ Pencacah 0 terdiri dari TH0 dan TL0 dan yang lainnya Pewaktu/Pencacah 1 terdiri dari TH1 dan TL1.

Dalam fungsinya sebagai "Pewaktu", isi register akan bertambah satu setiap siklus mesin. Ini berarti sebagai penghitung siklus mesin. Setiap siklus mesin terdiri dari 12 periode osilator, sehingga kecepatan penghitungan adalah $1/12$ dari frekwensi osilator.

Dalam fungsinya sebagai "Pencacah", isi register akan bertambah satu setiap mendapatkan sebuah perubahan taraf transisi tegangan tinggi "1" ke taraf tegangan rendah "0" pada pin input T0 dan T1. Untuk mengetahui perubahan dari transisi 1 ke 0 diperlukan dua siklus mesin, sehingga

maksimum kecepatan penghitungan adalah $1/24$ dari frekwensi osilator.

Pewaktu atau Pencacah mempunyai empat macam mode operasi. pemilihan fungsi sebagai Pewaktu atau sebagai Pencacah ditentukan dengan bit kontrol C/T yang terdapat pada register fungsi khusus TMOD. pada gambar 2.20 diperlihatkan Register Kontrol Mode Pewaktu/Pencacah (TMOD).



21)

Gambar 2.20²²⁾
 Register Kontrol Mode Pewaktu/Pencacah (TMOD)

A. MODE 0.

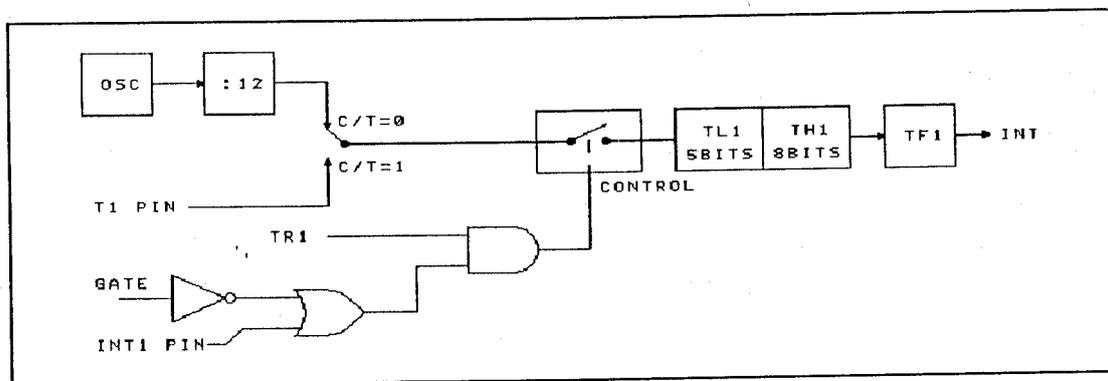
Pewaktu/Pencacah digunakan sebagai penghitung 8 bit dengan 32 prescaler. Gambar 2.21 memperlihatkan Pewaktu/Pencacah 1 pada Mode 0. Pada mode ini register Pewaktu/Pencacah merupakan

²²⁾ibid, hal 6-7

register 13 bit dengan TL1 sebesar 5 bit dan TH1 sebesar 8 bit. Jika pemutaran perhitungan melebihi dari keseluruhan 1 menjadi keseluruhan 0, akan mengaktifkan flag interup TF1. Perhitungan input dapat dilakukan jika $TR1 = 1$ dan $Gate = 0$ atau $INT1 = 1$. TR1 adalah bit kontrol yang terdapat pada register fungsi khusus TCON.

B. MODE 1.

Penggunaan Pewaktu/Pencacah pada mode 1 serupa dengan mode 0 seperti yang telah dijelaskan di atas. Perbedaannya adalah pada mode ini register Pewaktu/Pencacah dijalankan dengan 16 bit.

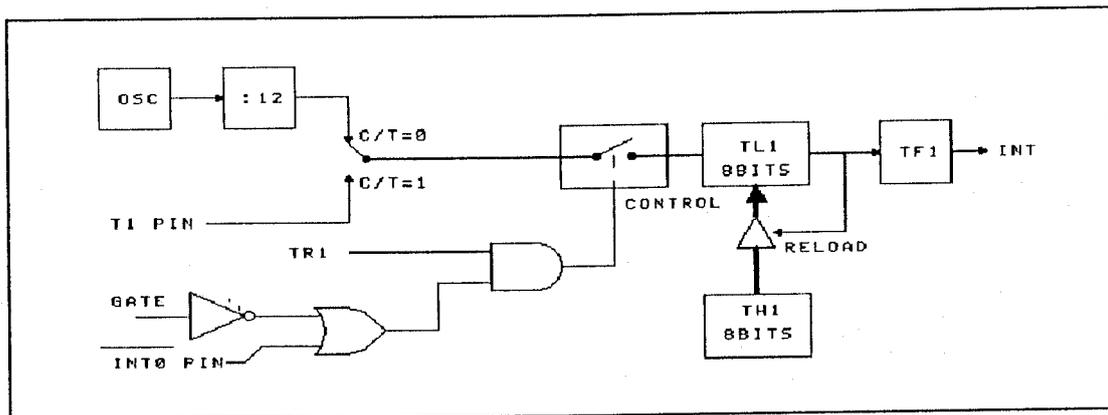


Gambar 2.21²³⁾
Pewaktu/Pencacah 1 Pada mode 0

C. MODE 2.

Pada gambar 2.22 memperlihatkan bentuk Pewaktu/Pencacah 1 pada mode 2. Pada mode ini register Pewaktu/Pencacah 1 berfungsi sebagai penghitung 8 bit (TL1) dengan pengisian kembali otomatis.

²³⁾ibid, hal 6-8



Gambar 2.22²⁴⁾
Pewaktu/Pencacah Pada mode 2

Overflow dari TL1 tidak hanya mengaktifkan TF1 tetapi juga melakukan pengisian kembali TL1 dengan isi yang ada pada TH1, yang dilakukan secara perangkat lunak.

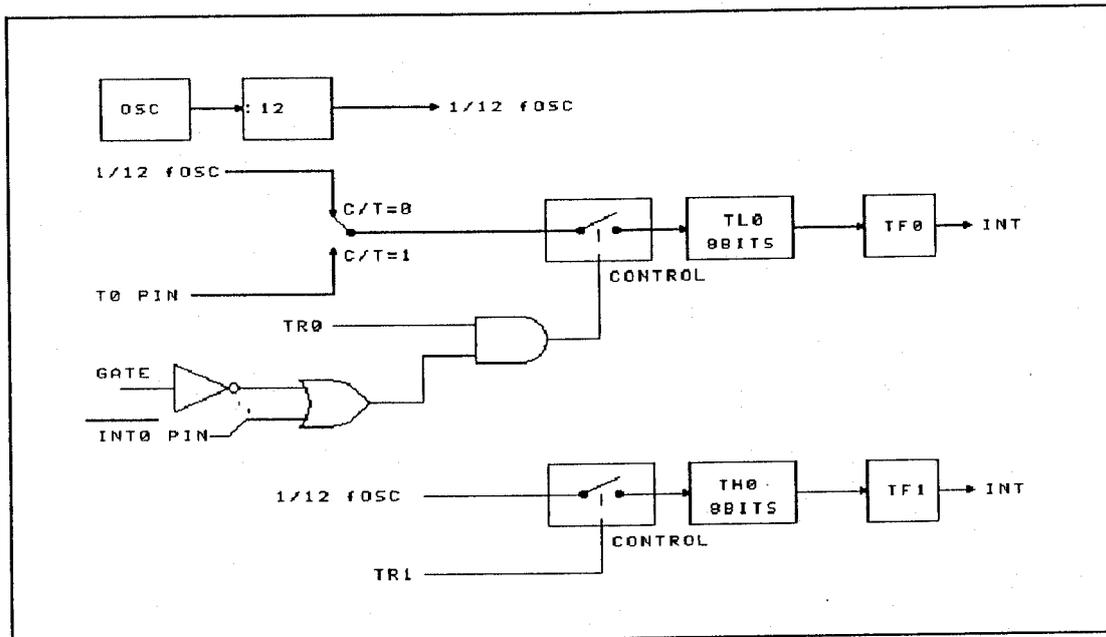
Pengisian kembali ini tidak akan merubah isi TH. Penghitungan input dapat dilakukan jika $TR1 = 1$ dan $Gate = 0$ atau $INT1 = 1$. TR1 adalah bit kontrol yang terdapat pada register fungsi khusus TCON.

D. MODE 3.

Pada mode ini Pewaktu/Pencacah 1 tidak aktif dan sedangkan isi registernya tetap. Keadaan serupa dengan jika TR1 berlogika 0.

Pewaktu/Pencacah 0 berbentuk dengan register TL0 dan TH0 sebagai dua penghitung yang terpisah.

²⁴⁾ibid, hal 6-9



Gambar 2.23²⁵⁾
Pewaktu/Pencacah 0 Pada Mode 3

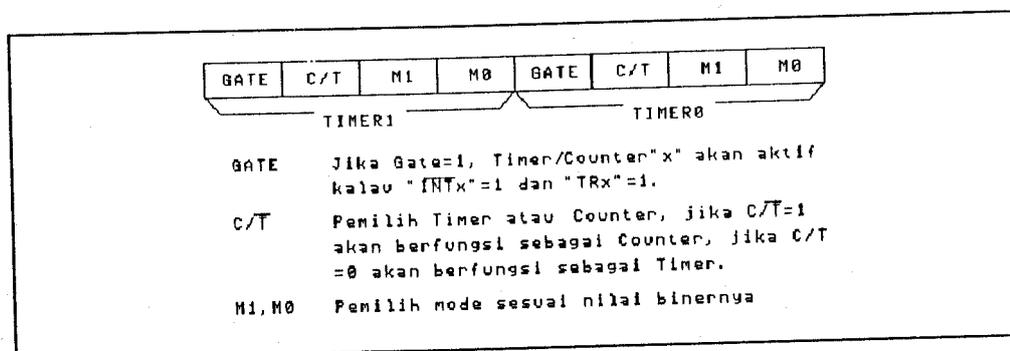
Gambar 2.23 memperlihatkan penggunaan pewaktu/pencacah 0 pada mode 3. TL0 menggunakan kontrol bit dari Pewaktu/Pencacah 0 : C/T, GATE, TR0, INT0 dan TF0. Sedangkan TH0 hanya tidak digunakan untuk pewaktu (penghitung siklus mesin) dan menggunakan TR1 dan TF1 dari Pewaktu/Pencacah 1. Sehingga sekarang TH0 adalah Pengontrol Pewaktu 1.

Mode 3 ini digunakan untuk aplikasi yang membutuhkan tambahan pewaktu atau pencacah 8 bit. Pewaktu/Pencacah 1 tetap dapat digunakan oleh serial port sebagai pembangkit baud rate atau

²⁵⁾ibid, hal 6-9

penggunaan lainnya yang tidak memerlukan interupsi.

Bentuk dan susunan bit-bit pada register fungsi khusus Kontrol Pewaktu/Pencacah (TCON) seperti pada gambar 2.24.



Gambar 2.24²⁶⁾
Register Kontrol Pewaktu/Pencacah (TCON)

II.2.7 INTERUPSI

Mikrokontroler 8031 mempunyai lima buah sumber interupsi yang dapat membangkitkan permintaan interupsi (interupsi request), yaitu :

- INT0 : Permintaan interupsi eksternal dari pin P3.2
- INT1 : Permintaan interupsi eksternal dari pin P3.3
- Pewaktu/Pencacah 0
- Pewaktu/Pencacah 1
- Port Serial : Pengiriman atau penerimaan data telah lengkap

²⁶⁾ibid, hal 6-8

Setelah terjadi suatu interupsi maka CPU akan mengaktifkan LCALL secara perangkat keras. LCALL yang dilakukan akan mengisi program counter PC dengan alamat vektor interupsi sesuai dengan sumber datangnya interupsi. Pada alamat vektor interupsi tersebut berisikan program subroutine yang harus dilakukan jika interupsi tersebut terjadi. Setelah program subroutine tersebut selesai dikerjakan, CPU akan melanjutkan urutan instruksi berikutnya dari program yang semula dikerjakan. Pada tabel 2.3 alamat vektor interupsi sesuai dengan sumber interupsinya.

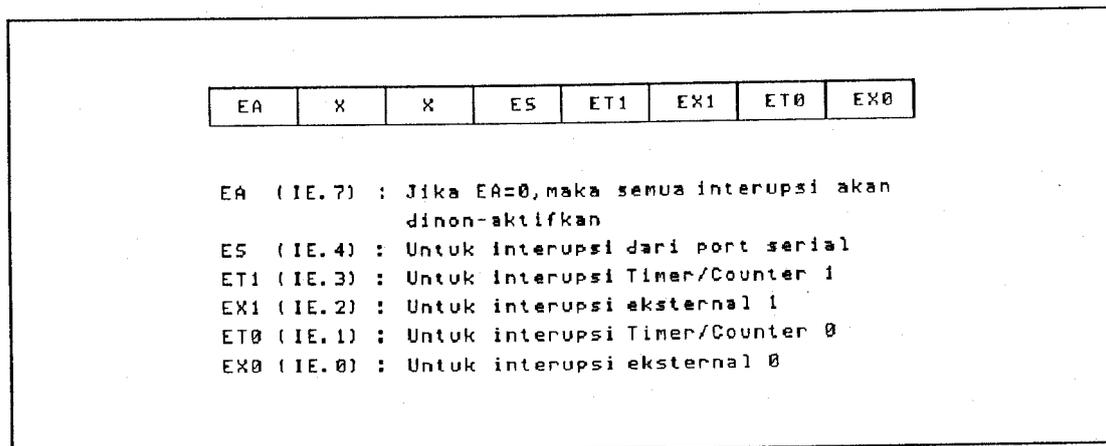
Seluruh sumber interupsi dapat diaktifkan atau nonaktifkan dengan mengatur bit-bit tertentu pada register fungsi khusus Pemungkin Interupsi (IE). Bentuk dan susunan bit-bit pada register IE tersebut dapat dilihat pada gambar 2.25.

Pada 8031 tersedia dua tingkat prioritas interupsi yang dapat digunakan oleh semua sumber interupsi. Pemilihan dari prioritas ini dengan cara me-reset atau set bit-bit pada register fungsi khusus prioritas Interupsi (IP).

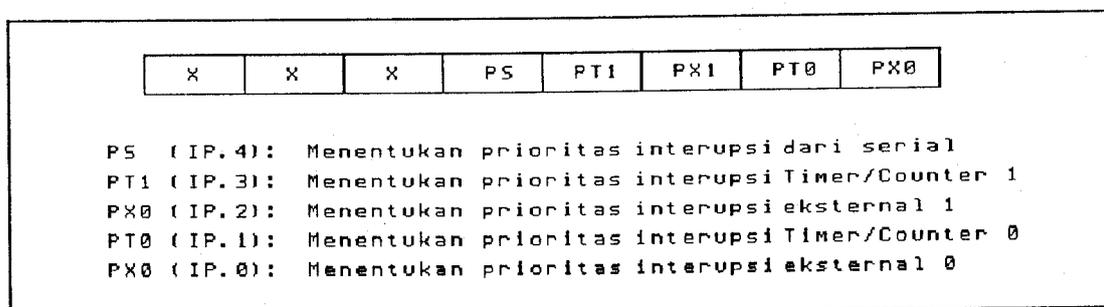
Tabel 2.3²⁷⁾
Alamat Vektor Interupsi

| SUMBER INTERUPSI | ALAMAT VEKTOR |
|-----------------------------|---------------|
| Interupsi Eksternal 0 (IE0) | 0003H |
| Pewaktu/pencacah 0 (TF0) | 000BH |
| Interupsi eksternal 1 (IE1) | 0013H |
| Pewaktu/pencacah 1 (TF1) | 001BH |
| Port serial | 0023H |

²⁷⁾ibib, hal 9-11



Gambar 2.25²⁸⁾
Register Enable Interupsi



Gambar 2.26²⁹⁾
Register Prioritas Interupsi

Pada 8031 tersedia dua tingkat prioritas interupsi yang dapat digunakan oleh semua sumber interupsi. Pemilihan dari prioritas ini dengan cara me-reset atau set bit-bit pada register fungsi khusus prioritas Interupsi (IP). Interupsi dengan tingkat yang rendah dapat mengalami interupsi dari yang tingkatnya

²⁸⁾ ibid, hal 9-11

²⁹⁾ ibid, hal 9-12

lebih tinggi. tetapi interupsi dengan level yang tinggi tidak dapat mengalami interupsi dari yang tingkatnya lebih rendah atau sama. Jika dua atau lebih interupsi yang tingkatnya sama terjadi bersamaan, maka prioritasnya berturut-turut dari tinggi ke rendah sesuai dengan interupsi standar 8031 adalah :

- Interupsi Eksternal 0
- Interupsi Timer 0
- Interupsi Eksternal 1
- Interupsi Timer 1
- Interupsi Serial

Bentuk dan susunan bit-bit pada Register IP tersebut dapat dilihat pada gambar 2.26.

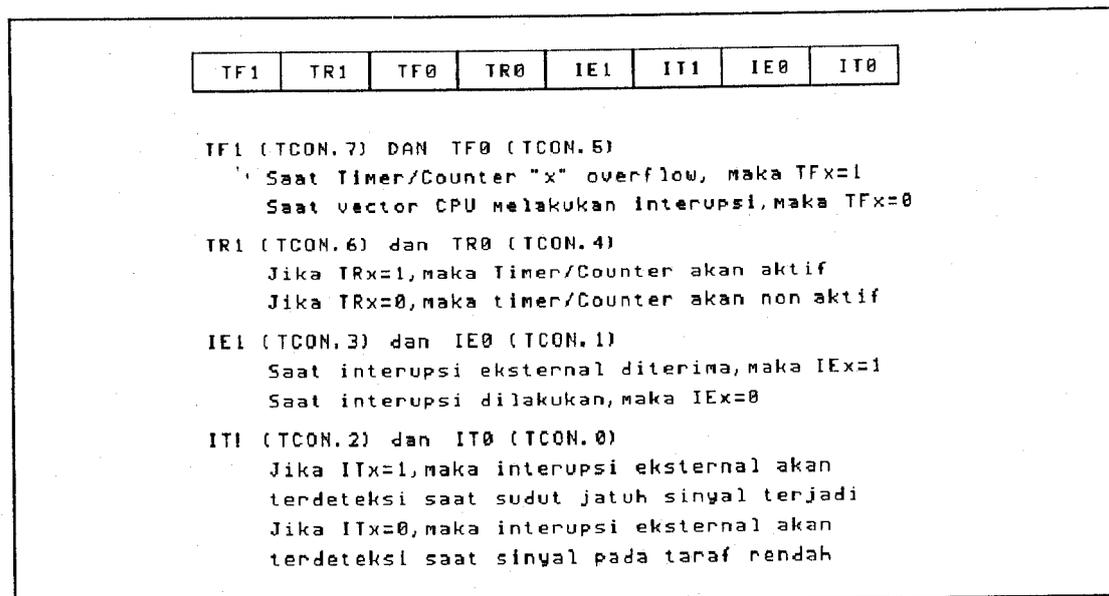
II.2.8 PORT SERIAL

Port serial pada 8031 dapat mengirim dan menerima data secara bersamaan (full duplex). Pada port ini juga terdapat penyangga (buffer), sehingga penerimaan dapat dilakukan ketika terjadi proses pembacaan dari register penerima. Register pengirim dan penerima keduanya diakses dari register fungsi khusus Penyangga Data Serial (SBUF). Penulisan ke register SBUF akan mengisi register pengiriman dan membaca SBUF akan mengakses register penerima yang berbeda.

Register yang berisi status dan kontrol dari port serial adalah register fungsi khusus Kontrol Serial (SCON). Bentuk dan susunan register ini dapat

dilihat pada gambar 2.27. Selain bit status dan kontrol, juga mengandung bit ke 9 pada pengiriman atau penerimaan data secara serial.

Port serial 8031 dapat digunakan pada empat macam mode. Isi dari bit SM0 dan SM1 pada register SCON menentukan mode yang digunakan seperti yang akan dijelaskan di bawah sebagai berikut.



Gambar 2.27³⁰⁾
 Register Kontrol Serial (SCON)

A. MODE 0

Pada mode ini, data serial akan masuk dan keluar melalui RxD. TxD mengeluarkan clock pergeseran 8 bit data dikirim dan diterima. Bit yang pertama yang dikirim atau diterima adalah LSB. Baud rate mode 0 ini adalah 1/12 dari frekwensi osilator.

³⁰⁾Ibid, hal 9-18

B. MODE 1

Penerimaan data pada RxD dan pengiriman data pada TxD. Data yang dikirim atau diterima adalah data 10 bit, yaitu bit start yang berlogika 0, 8 bit data dan bit stop yang berlogika 1. Pada penerimaan bit stop akan menempati RB8 pada register SCON. Baud rate pada mode 1 ini dapat diatur (variable).

C. MODE 2

Data yang diterima atau dikirim adalah data 11 bit, yaitu bit start, 8 bit data, bit ke 10 yang dapat diprogram dan bit stop. Pada pengiriman bit ke 10 ditempatkan pada TB8 dari register SCON. Baud rate pada mode 2 ini dapat dipilih 1/32 atau 1/64 dari frekuensi osilator.

D. MODE 3

Mode 3 ini sama dengan pada mode 2 seperti yang telah dijelaskan diatas, kecuali pada baud rate mode 3 ini dapat diatur (variable).

II.3 OPERASIONAL AMPLIFIER (Op - Amp)**II.3.1 Band-Pass Filter**

Filter band-pass adalah sebuah rangkaian yang dirancang hanya untuk melewatkan isyarat dalam suatu pita frekuensi tertentu. Pada gambar 2.28a memperlihatkan tanggapan frekuensi dari sebuah filter Band-Pass. Jenis filter ini mempunyai tegangan keluaran maksimum V_{max} , atau gain tegangan maksimum A_r , pada satu frekuensi yang disebut frekuensi resonan ω_r . Ada satu frekuensi diatas ω_r dan satu di bawah ω_r dimana gain tegangan 0.707

Ar. Frekuensi ini diberi tanda dengan ω_h (frekuensi cutoff atas) dan ω_l (frekuensi cutoff bawah) Pita frekuensi antara ω_h dan ω_l adalah lebar pita, B,

$$B = \omega_h - \omega_l \quad (2.5)$$

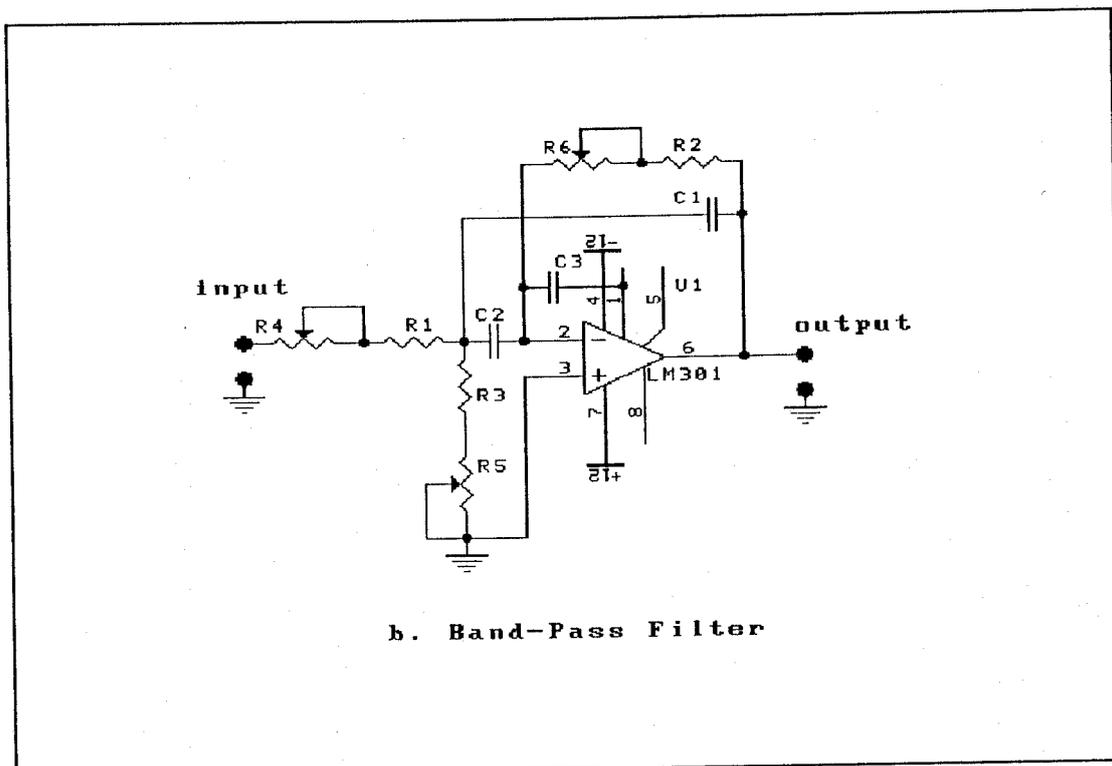
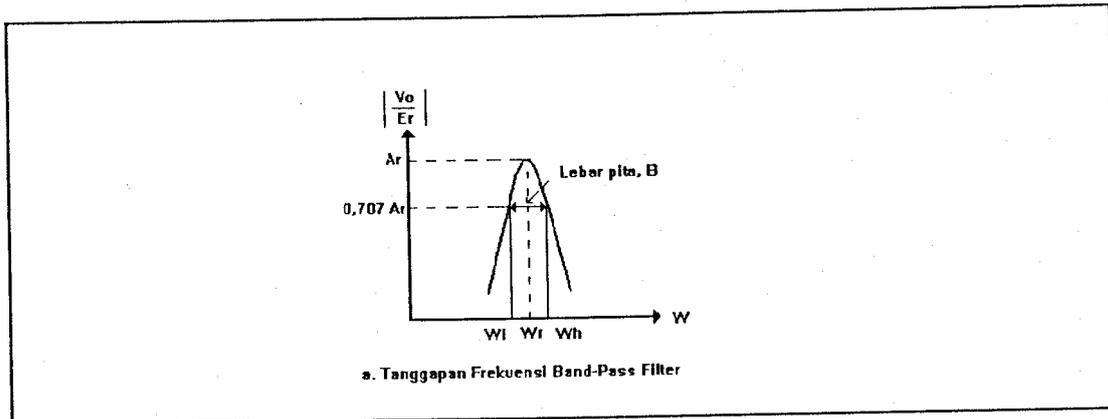
Filter band-pass pita sempit adalah sebuah filter yang mempunyai lebar pita lebih kecil dari sepersepuluh frekuensi resonannya ($B < 0,1 \omega_r$).

Perbandingan antara frekuensi resonan terhadap lebar pita disebut sebagai faktor kualitas, Q. Makin tinggi harga Q, makin selektif rangkaiannya.

Dalam bentuk persamaan,

$$Q = \frac{\omega_r}{B} \quad \text{atau} \quad B = \frac{\omega_r}{Q} \quad \text{rad/s} \quad (2.6)$$

Untuk filter Band-Pass pita sempit, mak Q harus lebih besar dari 10. Gain maksimum Ar terjadi pada frekuensi resonannya, Seperti yang terlihat pada gambar 2.28a. Untuk suatu rancangan, ω_r dan Q dipilih dan lebar pita dihitung dari persamaan 2.6.



Gambar 2.28³¹⁾
 (a). Tanggapan Frekuensi Band-Pass Filter
 (b). Band-Pass Filter

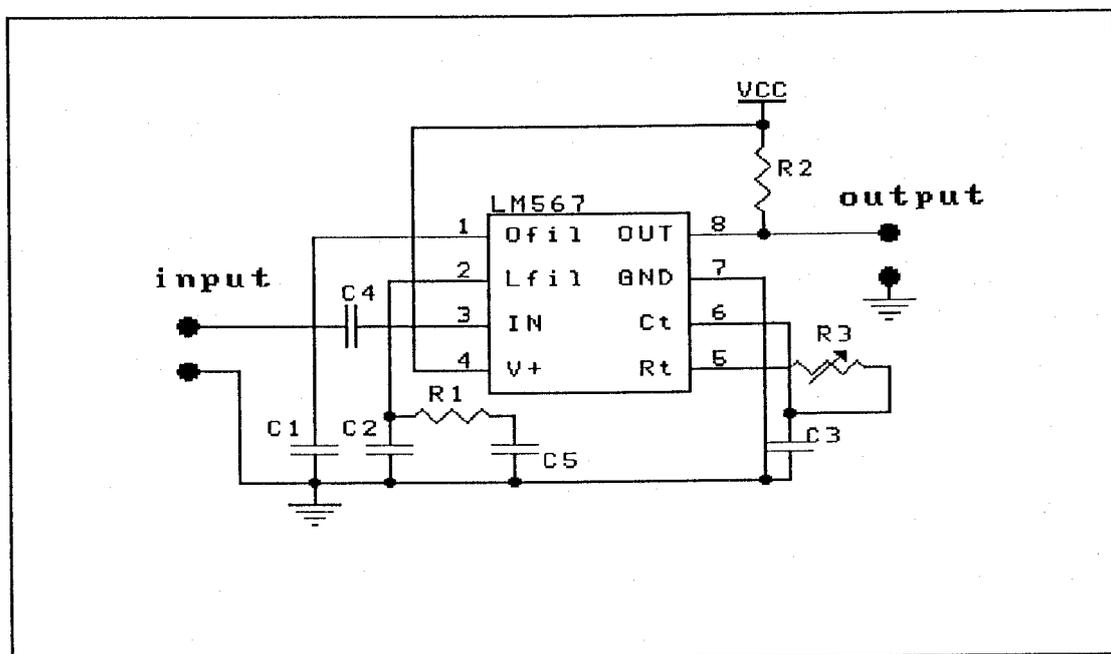
³¹⁾ Ir. Herman Widodo Soemitro, Penguat Operasional dan rangkaian terpadu linier, Erlangga, 1985, hal 278.

Untuk mengurangi banyaknya perhitungan maka, kita pilih harga $C_1 = C_2 = C_3 = C$ dan besarnya R_1 , R_2 dan R_3 ,

$$R_2 = \frac{2}{BC} \quad (2.9)$$

$$R_1 = \frac{R_2}{2A_r} \quad (2.10)$$

$$R_3 = \frac{R_2}{4Q^2 - 2A_r} \quad (2.11)$$



Gambar 2.29³²⁾
Tone Dekoder LM567

³²⁾National Semiconductor Corporation, 1991, hal 5-62

II.4 TONE DEKODER IC 567

Tone dekoder adalah rangkaian yang berfungsi untuk mendeteksi frekuensi sinyal masukan terhadap frekuensi referensinya. Pada sistem ini yang dideteksi adalah nada tone multi frekuensi dari pesawat telepon. Komponen utama yang digunakan dalam rangkaian ini adalah IC type LM 567 yang menggunakan phasa detektor sebagai pembanding antara frekuensi masukan dengan frekuensi referensi dan keluaran voltage control osilator sebagai frekuensi referensi. Gambar 2.29 menunjukkan rangkaian deteksi frekuensi dengan menggunakan IC LM567.

Keluaran dari IC akan berubah kondisinya dari logika "1" menjadi "0", jika frekuensi sinyal masukan sama besar dengan frekuensi referensi. Dan untuk mendapatkan output yang stabil, maka besarnya tegangan yang masuk tidak boleh melebihi 200 mV.

Besarnya frekuensi resonansi,

$$f_o = \frac{1}{1,1 R_1 C_1} \quad (2.7)$$

$$BW = 1070 \sqrt{\frac{V_i}{f_o C_2}} \quad (2.8)$$

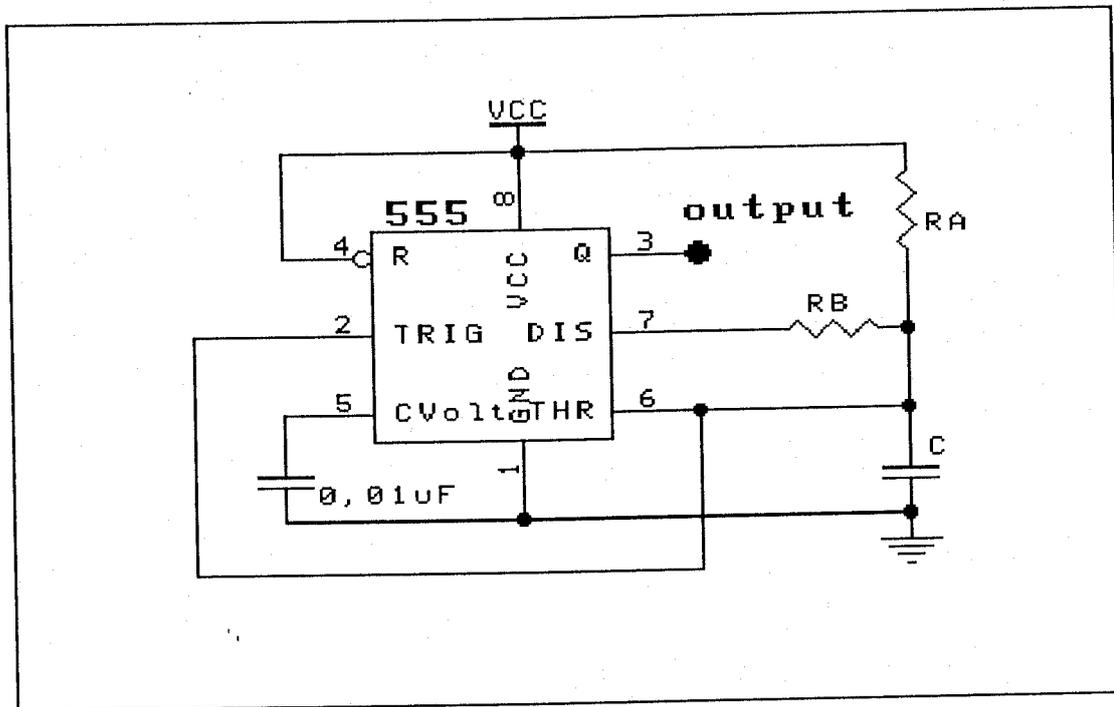
dimana:

V_i = Tegangan input, $V_i < 200$ mV

C_2 = kapasitansi yang dipasang pada pin 2

II.5 PEWAKTU IC 555

Rangkaian pewaktu IC 555 adalah pengatur yang mantap dan mampu membangkitkan tundaan waktu atau frekuensi.



Gambar 2.30³³⁾
Astable multivibrator

Dalam hal ini IC 555 digunakan sebagai pembangkit frekuensi astable multivibrator dengan duty cycle 50 % seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.30.

Besarnya frekuensi yang dihasilkan tergantung dari harga resistor dan kapasitor yang digunakan, dengan rumus, yaitu :

³³⁾ibid, hal 5-45

$$f = \frac{1}{t_1 + t_2} \quad (2.12)$$

dimana:

$$t_1 = 0,693R_A C$$

$$t_2 = [(R_A R_B) / (R_A + R_B)] C \ln \frac{R_A - 2R_B}{2R_A - R_B}$$

BAB III

PERENCANAAN

III.1 UMUM

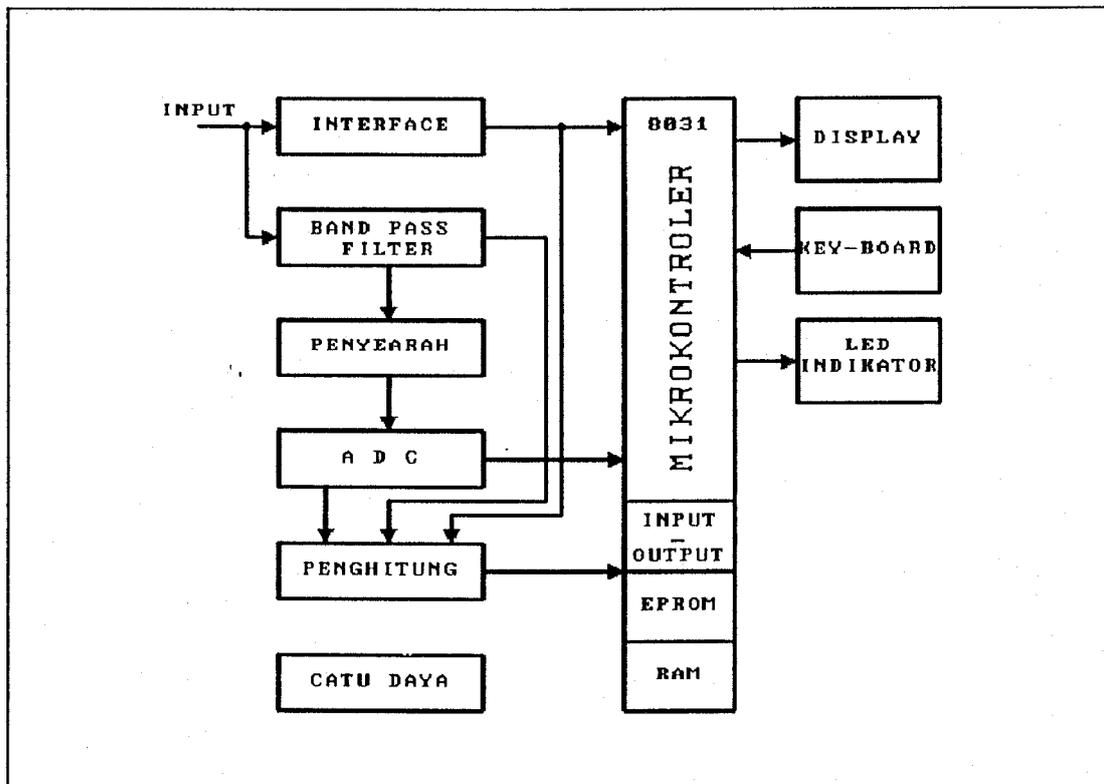
Pada pembahasan bagian perencanaan tugas akhir ini terbagi dalam dua bagian utama, yaitu perencanaan perangkat keras dan perencanaan perangkat lunak. Untuk perencanaan keseluruhannya, baik perencanaan perangkat keras dan perencanaan perangkat lunak tersebut harus saling mendukung agar didapat hasil yang memuaskan.

Pada perencanaan alat Line Simulator ini mempunyai beberapa kriteria yang harus dipenuhi, yaitu :

1. Kerja alat harus dapat mesimulasikan suatu hubungan telepon
2. Dapat menentukan spesifikasi Pesawat Telepon yang terdiri dari :
 - a. Pesawat Telepon Sistem Putar
 - Dapat mengukur lamanya pulsa dial untuk masing-masing nomor.
 - Dapat menentukan kepekaan mikropon dan level output loadspeaker.
 - Impedansi input pesawat telepon.
 - b. Pesawat Telepon Sistem Tone
 - Dapat mendeteksi frekuensi untuk masing-masing kode

nomor, baik frekuensi high dan low.

- Dapat mengukur level sinyal frekuensi, baik high dan low.
- Impedansi pesawat telepon



Gambar 3.1
Blok Diagram Line Simulator

Dengan berdasarkan teori-teori penunjang yang telah dibahas pada bab-bab terdahulu, maka dalam perencanaan ini akan memanfaatkan teori-teori tersebut agar dapat merealisasikan pembuatan Line Simulator.

III.1.1 PERENCANAAN PERANGKAT KERAS

Untuk memudahkan perencanaan perangkat keras dari alat ini maka dibuat bentuk blok diagram seperti yang terlihat pada gambar 3.1. Pada blok diagram ini terbagi dalam beberapa blok menurut fungsi kerjanya masing-masing, yaitu :

1. Blok Interface
 - a. Simulator
 - b. Deteksi Telepon Sistem Putar
 - c. Deteksi Telepon Sistem Tone
2. Blok Band-Pass Filter
 - a. Band Pass-Filter
 - b. Penguat Tunggal Pengikut Sumber
3. Blok Penghitung
 - a. Penghitung Frekuensi
 - b. Pengukur Impedansi
4. Konversi Analog ke Digital
 - a. Penyearah Gelombang Penuh
 - b. Analog to Digital
5. Blok Display
6. Blok Key-board
7. Blok Led Indikator
8. Blok Mikrokontroler

Selanjutnya pembahasan perencanaan akan diterangkan menurut pembagian blok.

III.1.2 Blok Interface

A. Simulator

Seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.2 rangkaian simulator dapat melakukan hubungan antara masing-masing telepon 2, 3 dan 4, juga dapat dihubungkan line telepon luar.

Untuk dapat membangkitkan sinyal panggil, sinyal tunggu, dan sinyal sibuk dibangkitkan dengan menggunakan port P1A0 dan P1A1. Besarnya frekuensi sinyal panggil sebesar 50 Hz dan sinyal sibuk dan tunggu sebesar 500. Untuk dapat membedakan sinyal tunggu dan sinyal sibuk line luar, pada sistem ini dibuat dengan interval keluaran sinyal yang berbeda. Untuk nada sibuk dibangkitkan secara terus menerus dengan interval 400 mili detik selama tiga detik, dan untuk nada tunggu dibangkitkan selama 0.5 detik dengan interval 0,5 detik selama 3 menit.

Untuk dapat memanggil salah satu pesawat telepon, maka masing-masing dari pesawat telepon tersebut diberi kode panggil, yaitu nomor 33 untuk telepon 2, nomor 34 untuk telepon 3 dan 35 untuk telepon 4.

B. Deteksi Telepon Sistem Putar

Blok ini berfungsi sebagai deteksi hook pesawat telepon dan untuk mendeteksi kode penomoran sistem telepon putar. Juga untuk mendeteksi code penomoran sistem telepon tone.

Untuk dapat melakukan fungsi ini dirancang dengan menggunakan

optokopler sebagai komponen utamanya, seperti yang terlihat pada gambar 3.2. Optokoler ini dirancang akan mengeluarkan suatu perubahan level output dari "1" ke "0", dengan mendeteksi adanya aliran arus loop tertutup pada inputnya. Pemilihan komponen optokopler ini karena tegangan input anoda dan katoda optokopler sangat kecil.

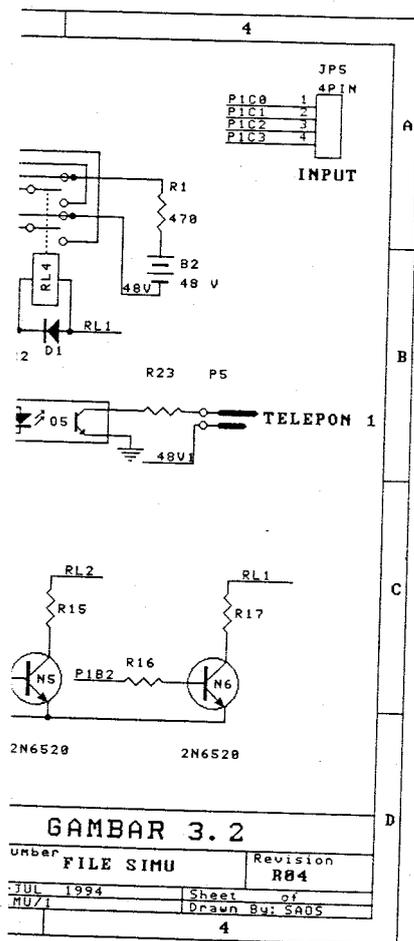
Untuk dapat mengkodekan masing-masing pesawat telepon, maka masing-masing dari optokopler dihubungkan dengan komponen logika "OR" yang outputnya dihubungkan dengan port P3.4 yang difungsikan sebagai counter.

Optokopler digunakan juga untuk input mendeteksi lama pulsa telepon sistem putar sebelum diproses mikrokontroler.

C. Deteksi Telepon Sistem Tone

Untuk mengkodekan sinyal tone telepon, disini menggunakan 1 tone dekoder LM567 seperti yang terlihat pada gambar 3.3. Karena ada 8 macam frekuensi yang akan dikodekan maka dibutuhkan 8 buah 1 tone dekoder LM567, dengan mengatur frekuensi referensi tone dekoder masing-masing pada frekuensi 697, 770, 852, 941, 1209, 1336, 1477, dan 1633.

Dan untuk menentukan besarnya resistor untuk pembangkit frekuensi referensi LM567 dengan menggunakan rumus 2.10 dan 2.11, kita misalkan semua menggunakan kapasitor yang sama, sebesar $C = 1 \mu\text{F}$ maka besarnya resistor yang digunakan ditunjukkan seperti pada tabel 3.1.



GAMBAR 3.2

| | | | |
|----------|-----------|----------|-----|
| Umbar | FILE SIMU | Revision | R04 |
| JUL 1994 | Sheet | of | |
| MU/1 | Drawn By: | SA05 | |
| 4 | | | |

Tabel 3.1
 Harga Resistor Frekuensi Referensi LM567

| Frekuensi [Hz] | Resistor [$K\Omega$] |
|----------------|------------------------|
| 697 | 12 + *2 |
| 770 | 10 + *2 |
| 852 | 10 + *1 |
| 941 | 8,2 + *2 |
| 1209 | 6,8 + *1 |
| 1336 | 5,6 + *2 |
| 1477 | 5,6 + *1 |
| 1633 | 4,7 + *1 |

* = Potensiometer

III.1.3 Band Pass-Filter (BPF)

A. Band Pass-Filter

Pada sistem ini band-pass filter digunakan untuk dapat memisahkan frekuensi Dual Tone Multi Frekuensi untuk sistem telepon tone. Frekuensi yang dihasilkan oleh pembangkit DTMF, sebesar:

- a. 697 Hz - 941 Hz untuk frekuensi group rendah
- b. 1209 Hz - 1633 Hz untuk frekuensi group tinggi

Seperti yang terlihat pada gambar 3.4, untuk alat ini dibuat rangkaian band-pass filter (BPF) dengan total penurunan -60 dB/dekade. Dengan cara memasang seri tiga buah BPF yang masing-masing mempunyai penurunan -20 dB/dekade.

Untuk membuat sebuah BPF seperti yang terlihat pada gambar 2.28

dengan penurunan 20 dB/dekade pada frekuensi 697 Hz sampai 941 Hz dengan frekuensi tengah 819 Hz. Dan untuk memudahkan perhitungan dimisalkan semua komponen kapasitor yang digunakan sama besar, yaitu $C = C_1 = C_2 = 0.01 \mu\text{F}$, dan dirancang dengan penguatan 1. Dengan menggunakan rumus 2.6, 2.7, 2.8, dan 2.9. dapat dihitung besarnya R_1 , R_2 dan R_3 yang digunakan, yaitu :

$$R_2 = \frac{2}{BC} = \frac{2}{2 \times \pi \times 819 \times 0,01 \times 10^{-6}} = 38.865,7 \Omega$$

$$R_1 = \frac{R_2}{2A_r} = \frac{38.865,7}{2 \times 1} = 19.432,8 \Omega$$

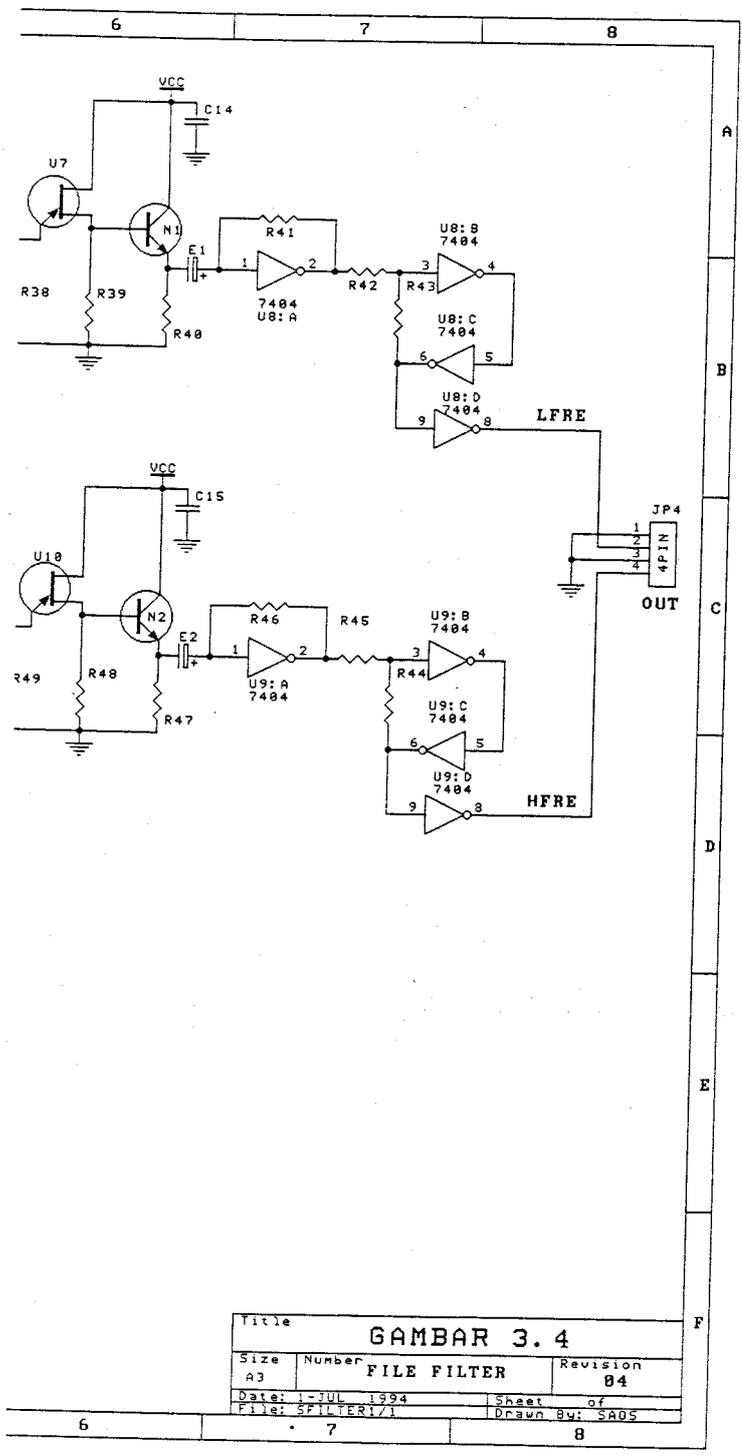
$$R_3 = \frac{R_2}{2Q^2 - 2A_r} = \frac{38.865,7}{(2 \times (819/244)^2) - 2 \times 1} = 8.246,29 \Omega$$

Untuk group frekuensi tinggi, yaitu antara 1209 Hz sampai 1633 Hz, dengan frekuensi tengah 1421 Hz.

$$R_2 = \frac{2}{2 \times \pi \times 1421 \times 0,01 \times 10^{-6}} = 22.416,2 \Omega$$

$$R_1 = \frac{R_2}{2} = \frac{22.416,2}{2} = 11.208,09 \Omega$$

$$R_3 = \frac{R_2}{(2 \times (1421/424)^2) - 2} = 1095,4 \Omega$$



| | | | | | |
|-------|-------------|----------|------------|--|--|
| Title | | | GAMBAR 3.4 | | |
| Size | Number | Revision | | | |
| A3 | FILE FILTER | 04 | | | |
| Date: | 1-JUL 1994 | Sheet | of | | |
| File: | SPFILTER/1 | Drawn | By: SA05 | | |

Tabel 3.2 menunjukkan resistor yang digunakan dalam membuat BPF, untuk frekuensi kelompok rendah maupun tinggi.

Tabel 3.2
Harga Resistor Frekuensi Tengah BPF

| | Group Rendah | | Group Tinggi | |
|----|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
| | Dihitung K Ω | Digunakan K Ω | Dihitung K Ω | Digunakan K Ω |
| R1 | 19.432,8 | 18 + *2 | 11.208,1 | 10 + *2 |
| R2 | 38.865,7 | 33 + *10 | 22.416,2 | 22 + *1 |
| R3 | 8.246,3 | 6,8 + *1 | 1095 | 0,82 + *0,5 |

* = Potensiometer

B. Penguat Tunggal Pengikut Sumber

Untuk dapat mengukur frekuensi dibutuhkan rangkaian yang dapat merubah gelombang sinus dengan level tegangan yang rendah menjadi gelombang kotak dengan level tegangan 5 volt. Untuk ini digunakan rangkaian seperti yang terlihat pada gambar 3.4, yaitu dengan menggunakan komponen JFET agar mempunyai impedansi input yang tinggi dengan penguatan satu yang kemudian diumpankan ke komponen inverter untuk dapat merubah gelombang sinus level rendah menjadi gelombang kotak dengan level tegangan 5 volt.

III.1.4 Penghitung Frekuensi

A. Penghitung Frekuensi

Pada sistem ini dibutuhkan suatu sistem yang dapat menghitung besarnya frekuensi input, dengan lamanya pengukuran maksimum 60 ms.

Untuk dapat mengukur besarnya frekuensi dalam waktu maksimum < 60 ms, dibuat suatu sistem dimana frekuensi yang akan diukur dijadikan sebagai waktu standard penghitung frekuensi, sedangkan yang akan dihitung adalah frekuensi referensi dari penghitung frekuensi.

Seperti yang terlihat pada gambar 3.5. Besarnya frekuensi yang diukur berasal dari sumber frekuensi yang dibangkitkan oleh IC555. Dan untuk mendapatkan pengukuran yang presisi maka dibuat sumber frekuensi untuk masing-masing besarnya frekuensi standard DTMF yang akan diukur, ini ditunjukkan pada tabel 3.3.

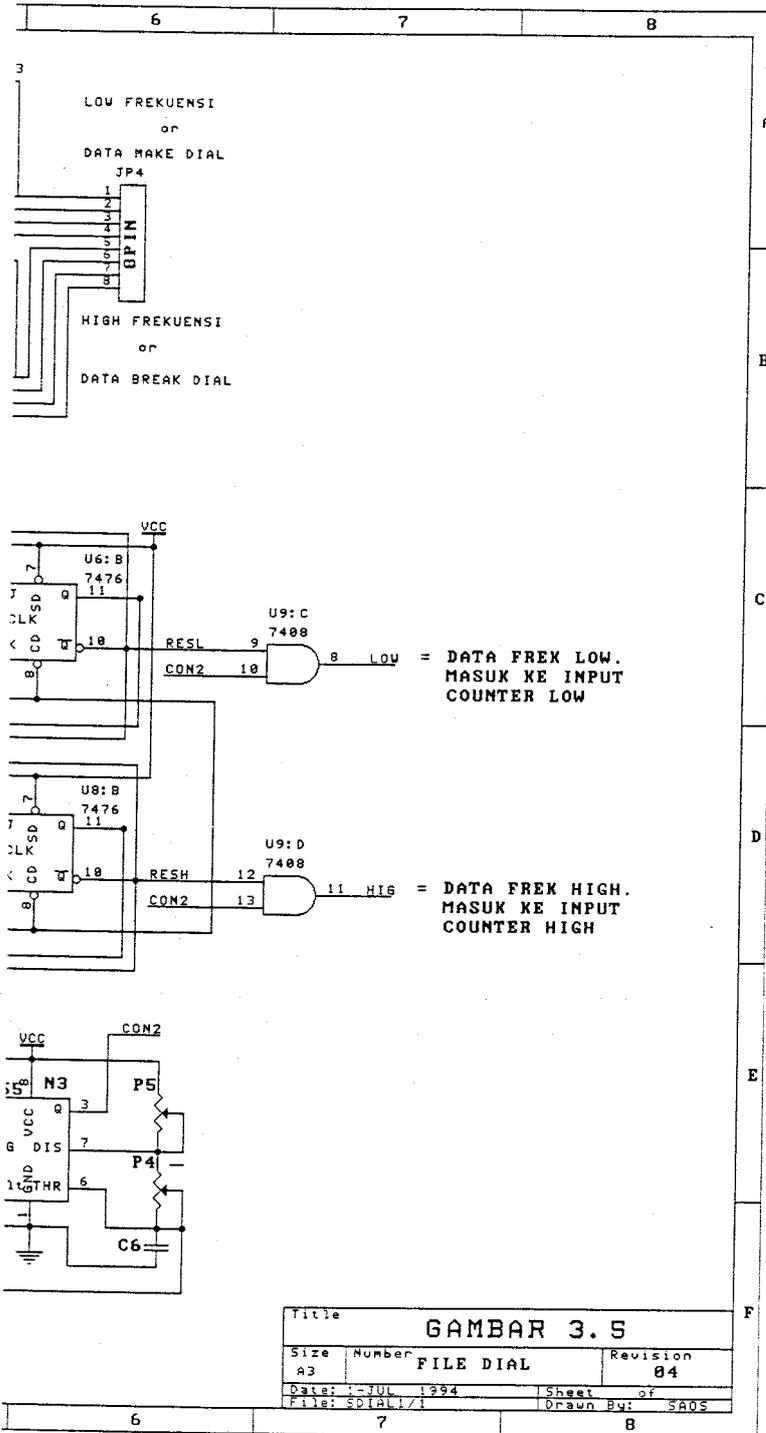
Tabel 3.3
Frekuensi Referensi Penghitung Frekuensi

| Dasar Frekuensi yang di ukur [Hz] | Sumber frekuensi (LM555) [Hz] |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| 697 | 24.290,45 |
| 770 | 29.645 |
| 852 | 36.295,2 |
| 941 | 44.274,05 |
| 1209 | 73.084,05 |
| 1336 | 89.244,8 |
| 1477 | 106.860,95 |
| 1633 | 133.334,45 |

Seperti yang terlihat pada gambar 3.5 perhitungan frekuensi dilakukan selama satu perioda sinyal input, dan untuk membuat pengukuran ini tidak menggunakan sumber frekuensi tinggi maka sinyal yang akan diukur dibagi 20, Jadi sinyal yang diukur menjadi 20 perioda. Gambar 3.6 menunjukkan diagram waktu pengukuran besar frekuensi.



MILIK PERPUSTAKAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI
 SEPULUH - NOPEMBER



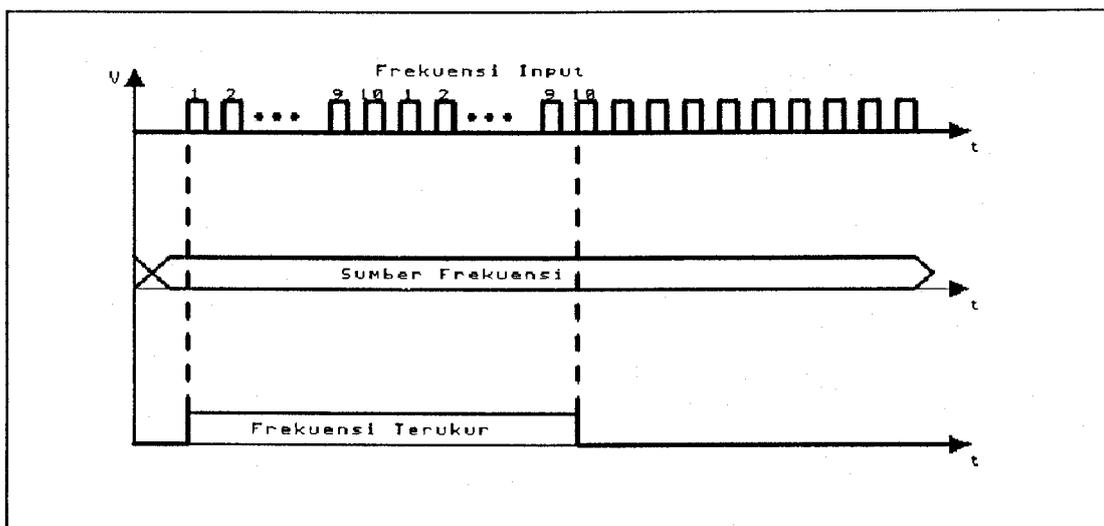
Title **GAMBAR 3.5**

| | | |
|-------------------|----------------|----------|
| Size | Number | Revision |
| A3 | FILE DIAL | 04 |
| Date: 15 JUL 1994 | Sheet of | |
| File: SP1ak1/1 | Drawn By: SAQS | |

B. Pengukur Impedansi

Pengukuran impedansi pesawat telepon dapat diukur berdasarkan besarnya tegangan jatuh pada line pesawat telepon atau berdasarkan besarnya arus yang mengalir pada line. Pendeteksian ini dilakukan pada saat pesawat telepon dalam keadaan hook-off.

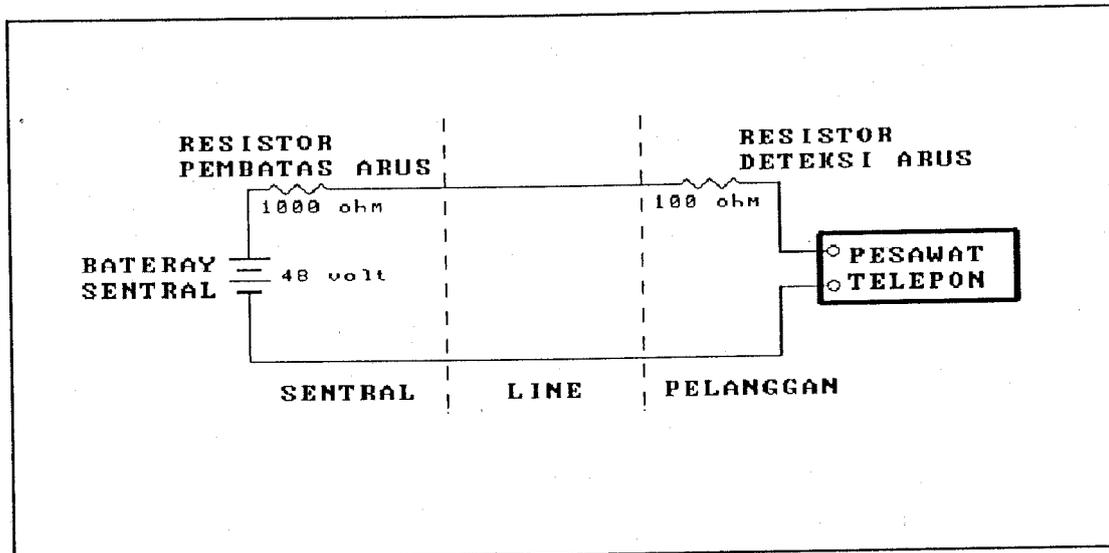
Cara pengukuran impedansi telepon berdasarkan besar arus yang mengalir pada line ini dapat dilihat seperti gambar 3.7.



Gambar 3.6
Diagram Waktu Pengukuran Frekuensi

Seperti yang terlihat pada gambar 3.7, dengan besarnya sumber tegangan dan resistor pembatas arus yang tetap, maka kita dapat mengukur resistansi pesawat telepon berdasarkan besarnya tegangan jatuh pada Resistansi Deteksi Arus (R). Misal bila tegangan baterai 48 V, resistansi pembatas arus $1000 \Omega + 100 \Omega$ (R), dan resistansi pesawat telepon 400Ω .

Maka tegangan pada $R = 100$ ($48/1500$) = 3,2 volt. Jadi besarnya tegangan jatuh pada R sebesar 3,2 volt . Maka dengan melakukan pengkonversi data pada perangkat lunak , bahwa besarnya tegangan pada resistansi deteksi arus sebesar 3,2 volt menunjukkan besarnya resistansi telepon sebesar 400 Ω .

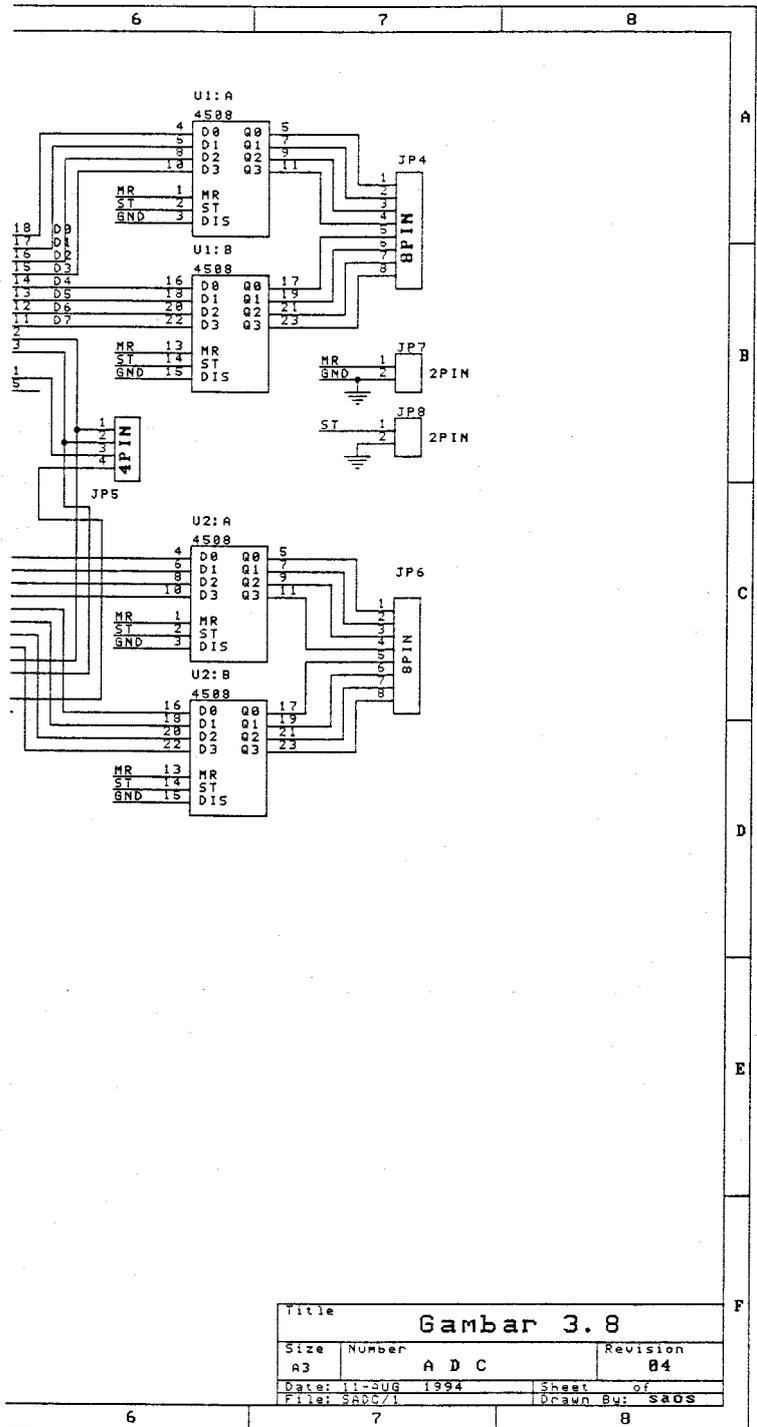


Gambar 3.7
Rangkaian Deteksi Impedansi

III.1.5 Konversi Analog ke Digital

A. Penyearah Gelombang penuh

Seperti yang terlihat pada gambar 3.8 rangkaian penyearah gelombang penuh menggunakan sebuah op-amp dengan tujuan tidak ada tegangan yang hilang bila seperti menggunakan penyearah gelombang penuh dengan menggunakan 4 dioda biasa. Rangkaian ini diperlukan untuk merubah tegangan AC dari ferkuensi DTMF maupun level tegangan yang dihasilkan speaker pesawat telepon menjadi tegangan efektifnya.



| | | | | | |
|-------|-------------|-----------|------------|--|--|
| Title | | | Gambar 3.8 | | |
| Size | Number | Revision | | | |
| A3 | A D C | 04 | | | |
| Date: | 11-0UG 1994 | Sheet | of | | |
| File: | SADC/1 | Drawn by: | saos | | |

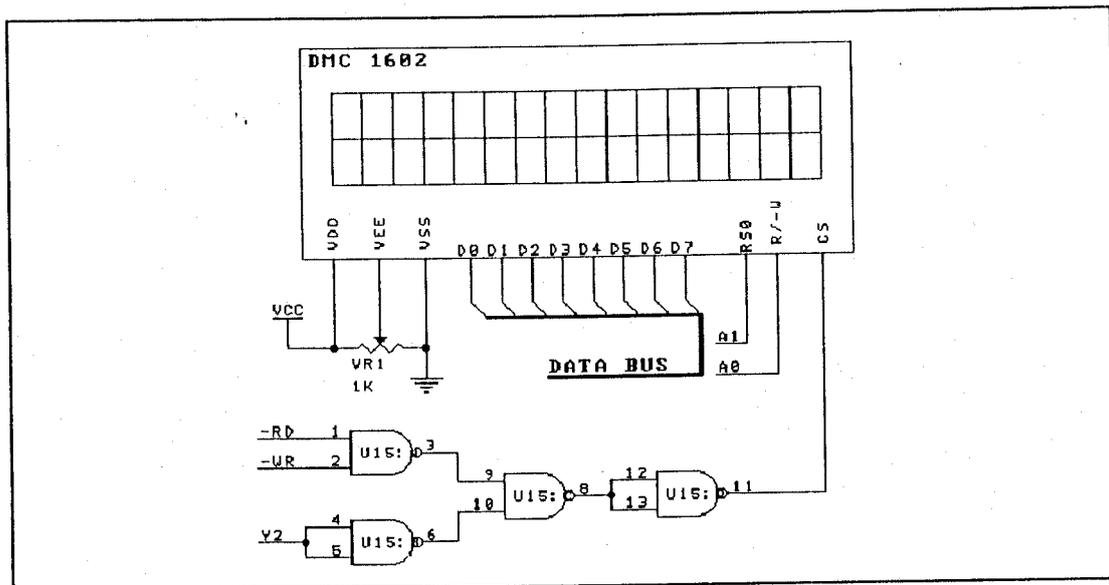
B. Konversi Analog ke Digital

ADC yang dipakai adalah SAR ADC type 0804 8 bit single input. Dipakai dua buah ADC yang sama untuk mengukur tegangan efektif. Rangkaian terlihat pada gambar 3.8 Clock input memanfaatkan clock intern ADC dengan menambahkan R21 dan C6 untuk menentukan frekuensinya. Dengan $R21=10k\Omega$ dan $C6=120\text{ pF}$, frekuensi kerja sekitar 700 kHz. Tegangan input maksimum sebesar +5 volt, jadi $V_{ref}/2$ kaki 9 diberi tegangan referensi $5/2V = 2,5\text{ V}$. Op-amp dan zener 2,7V berfungsi sebagai penyedia tegangan referensi yang dibutuhkan. Resolusi ADC ini adalah sebesar $5V/256 = 19,53\text{ mV}$. ADC ini bekerja dikendalikan sepenuhnya oleh mikrokontroler saat baca dan tulisnya. ADC 1 dan ADC 2 dikontrol melalui PPI 3 yang mempunyai alamat 5000h.

III.1.6 Display

Rangkaian display menggunakan LCD type DMC 1602 dari Seiko yang terdiri dari 2 baris x 16 digit. LCD ini mempunyai DDRAM (Display Data RAM) 80 bytes yang bisa menampung maksimal 80 data karakter dan yang ditampilkan adalah 2 x 16 karakter. Data karakter sesuai kode ASCII dan address DDRAM yang akan ditampilkan bisa dipilih secara perangkat lunak.

Rangkaian terlihat pada gambar 3.9, Kaki RS (register Select) dihubungkan ke A1 dan R/W ke A0 address bus. Kaki E (Enable) dihubungkan dengan NAND U:15D yang akan aktif (high) jika sinyal Y2 (dari dekoder) dan RD atau WR aktif (low). Sehingga dari perencanaan ini penulisan/ pembacaan ke register LCD mempunyai bentuk seperti yang ditunjukkan tabel 3.4.



Gambar 3.9
LCD Display

TABEL 3.4
Fungsi Internal Register Modul LCD

| ADDRESS | FUNGSI |
|---------|-----------------------------|
| 6000H | Write Control Register |
| 6001H | Read Control Register |
| 6002H | Write Display Data Register |
| 6003H | Read Display Data Register |

Perlu diperhatikan kaki E aktif jika A0, A1 dan D0-D7 telah aktif. Untuk itulah sinyal RD dan WR juga mengendalikan kaki E dari LCD. VR1 berfungsi untuk mengatur kecerahan tampilan dari LCD.

Dalam sistem ini display yang digunakan adalah display Liquid Crystal

Display (LCD) Module M1632, dengan tujuan selain bentuknya kecil juga sangat menghemat pemakaian daya bila dibandingkan dengan menggunakan display 7-segment biasa. Dan untuk menghemat pemakai port I/O , pemasangan display langsung dihubungkan pada port data bus mikrokontroler.

III.1.7 Key-Board

Pada sistem key-board menggunakan sebuah pesawat telepon yang bila sistem ini digunakan sebagai simulator maka telepon key-board dihubungkan dengan telepon 2 dengan menggunakan tambahan saklar geser. Untuk input data keyboard dari DT0, DT1, DT2, DT3, DT4, DT5 yang masing-masing dihubungkan pada port P1.0, P1.1, P1.2, P1.3, P1.4, P1.5, dan P1.6.

Dimana P1.0, P1.1, P1.2, P1.3, P1.4, P1.5 merupakan port input data key-board, dan P1.6 untuk mendeteksi kalau ada key yang ditekan. Deteksi key-board ditekan ini berlaku untuk telepon sistem tone maupun dial.

III.1.8 Led Indikator

Untuk dapat melihat secara jelas aktifitas alat, maka dibutuhkan suatu alat indikator yang dapat dilihat dengan jelas dengan menggunakan led. Led ini diatur agar dapat menunjukkan apa yang sedang dilakukan oleh sistem.

Pada sistem ini dirancang menggunakan 8 buah led indikator , yang terdiri dari :

- a. Indikator sistem "ON"
- b. Indikator telepon 2 diangkat
- c. Indikator telepon 3 diangkat

- d. Indikator telepon 4 diangkat
- e. Indikator sistem bekerja sebagai simulator
- f. Indikator sistem bekerja sebagai alat ukur
- g. Indikator test telepon baik
- h. Indikator test telepon gagal

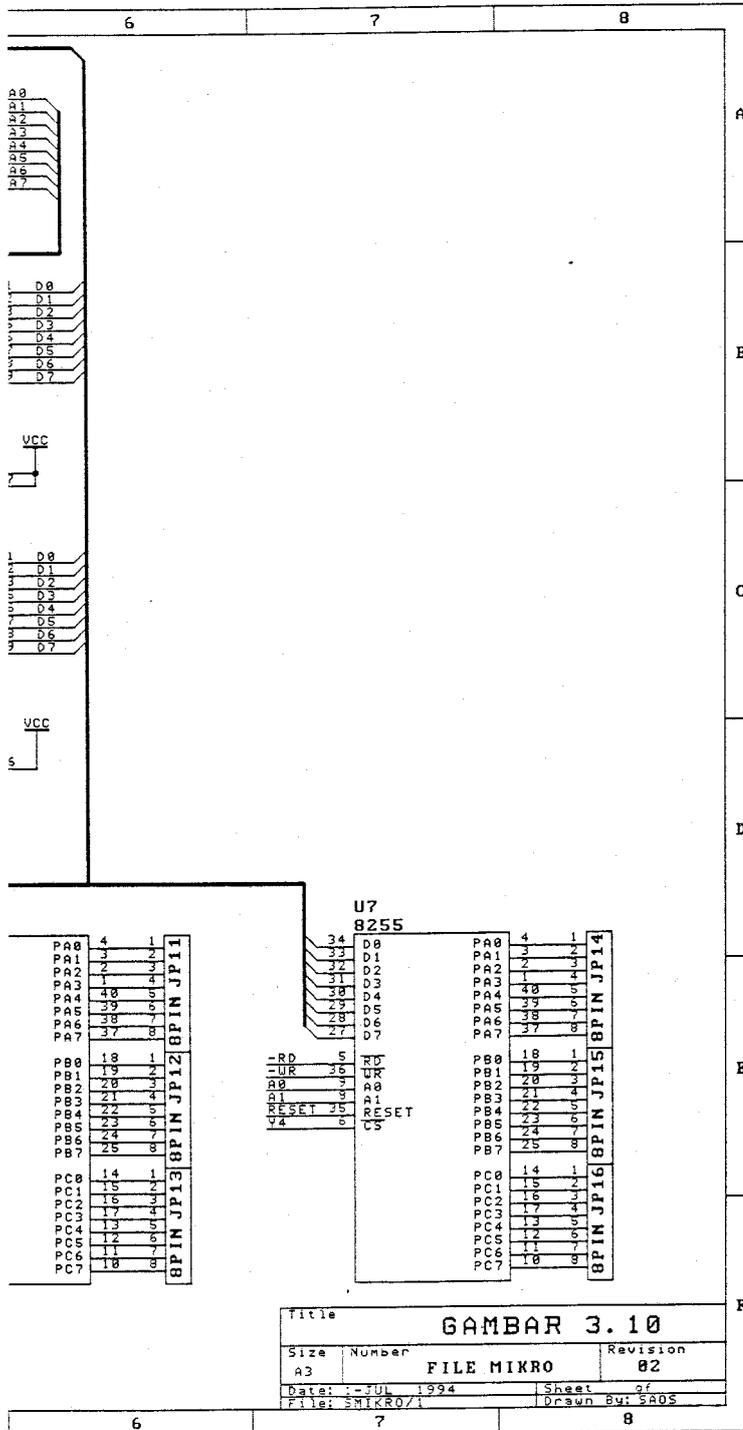
Untuk kontrol led indikator ini menggunakan port A dari PPI 1.

III.1.9 Mikrokontroler

Gambar 3.10 memperlihatkan perencanaan rangkaian mikrokontroler, clock pada rangkaian ini memanfaatkan rangkaian clock intern 8031 dengan memasang kristal 11,059 MHz pada kaki X1 dan X2.

Rangkaian reset pada IC 8031 aktif (high), jika tombol S1 ditekan dan secara otomatis sistem akan mereset, dan program kembali ke address awal. Waktu aktif minimal yang diperlukan adalah dua kali siklus mesin atau sebesar $2/11,059\text{MHz} = 180,8 \text{ ns}$. Dengan memasang $R1 = 8\text{k}\Omega$ dan $C3 = 10 \text{ uF}$, lama waktu high sebesar $1/(8\text{k}\Omega \cdot 10\text{uF}) = 80 \text{ ms}$, sangat cukup untuk mereset 8031.

Rangkaian latch A0 - A7 berfungsi untuk memisahkan antara sinyal address dan data AD0 - AD7 pada port 0 8031. Karena pada saat mengakses memori luar maka pada siklus mesin pertama mengeluarkan pulsa ALE dan diikuti dengan port 0 mengeluarkan address A0 - A7. IC 74LS373 merupakan IC latch 8 bit yang akan menahan address A0 - A7 pada keluaran pada saat transisi negatif dari pulsa ALE.



Title: **GAMBAR 3.10**

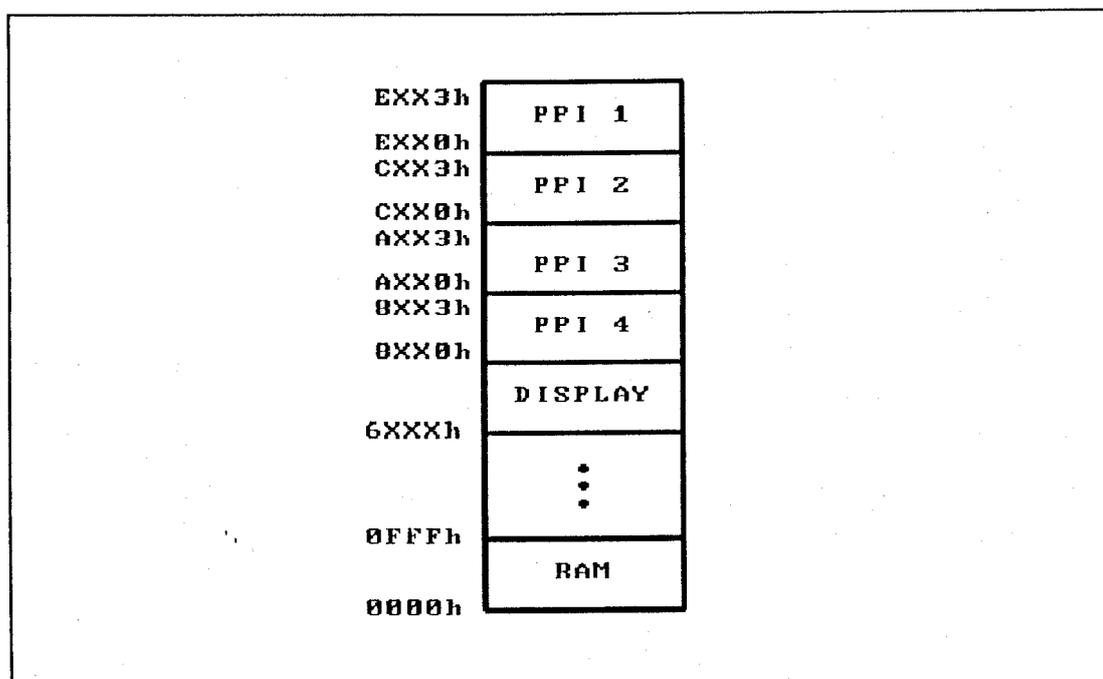
| | | |
|-------|--------------|----------------|
| Size | Number | Revision |
| A3 | FILE MIKRO | 02 |
| Date: | 1 - JUL 1994 | Sheet of |
| File: | MIKRO7/1 | Drawn By: SAGS |

A. RANGKAIAN MEMORI

Rangkaian memori sistem yang terlihat pada gambar 3.10 menggunakan IC EPROM 2764 untuk menyimpan program pengendali mikrokontroler dan IC RAM 6264 untuk menyimpan data hasil proses atau penyimpanan data sementara.

IC 2764 merupakan IC EPROM 8 kbyte yang mutlak harus ada karena mikrokontroler 8031 yang digunakan pada sistem ini tidak mempunyai EPROM internal. Address EPROM mulai 0000h sampai 1FFFh.

Kaki CE dihubungkan ke ground dan OE dihubungkan ke PSEN IC 8031 sehingga IC akan mengeluarkan data jika PSEN aktif (low).



Gambar 3.11
Memory Map

IC 6264 adalah RAM 8 kbyte tambahan untuk menyimpan data , atau data sementara. Kaki CS1 dihubungkan ke output Y0 dari dekoder 74LS138 sehingga mempunyai address dari 0000h sampai 0FFFh.

B. RANGKAIAN DEKODER

Rangkaian ini berfungsi untuk mengidentifikasi masing-masing peralatan yang dihubungkan ke mikrokontroler. pada gambar 3.11 terlihat perencanaan memory map dari mikrokontroler.

Rangkaian dekoder disusun dari IC 74LS138 yang merupakan dekoder 3 to 8. Sinyal PSEN berfungsi agar dekoder bekerja saat mikrokontroler tidak dalam siklus baca program.

III.2 PERENCANAAN PERANGKAT LUNAK

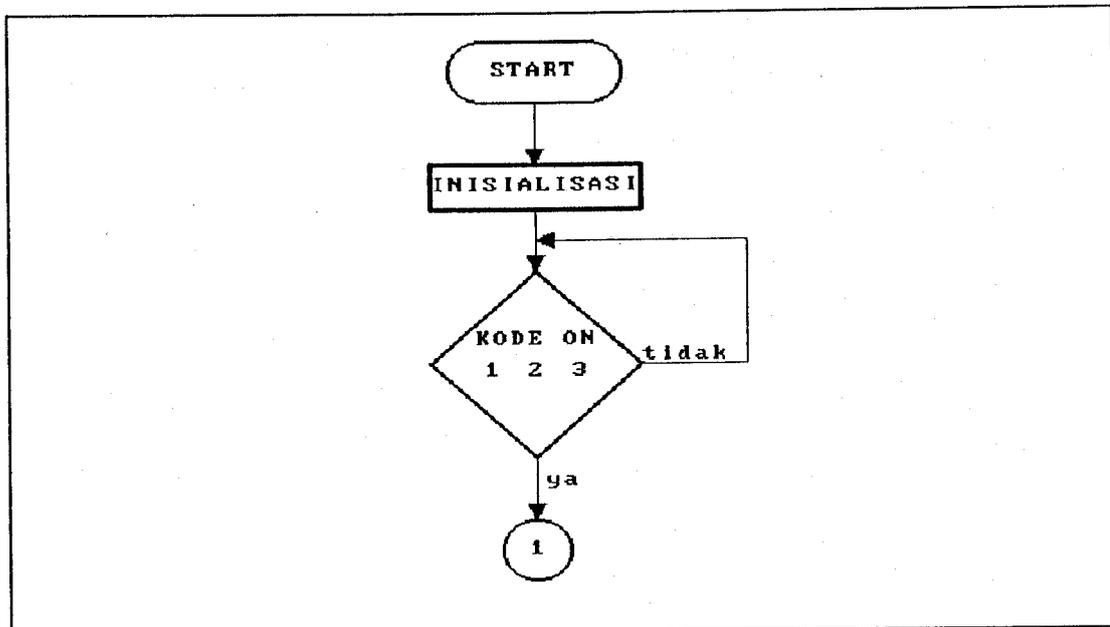
Untuk mendukung kerja perangkat keras yang telah direncanakan dengan menggunakan mikrokontroler maka diperlukan perangkat lunak untuk memprogram kerja dari mikrokontroler tersebut. Pada perencanaan perangkat lunak ini secara garis besar mempunyai beberapa bagian, yaitu :

1. Program Utama
2. Pilih Fungsi Alat
3. Simulator
4. Test telepon

III.2.1 Program Utama

Program utama ini berisi program inisialisasi untuk menentukan fungsi dan cara kerja dari mikrokontroler, mulai dari menentukan register-register

kontrol sampai pada menentukan fungsi input-output dari IC PPI8255. Secara garis besar bentuk flow chart program utama seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.12.



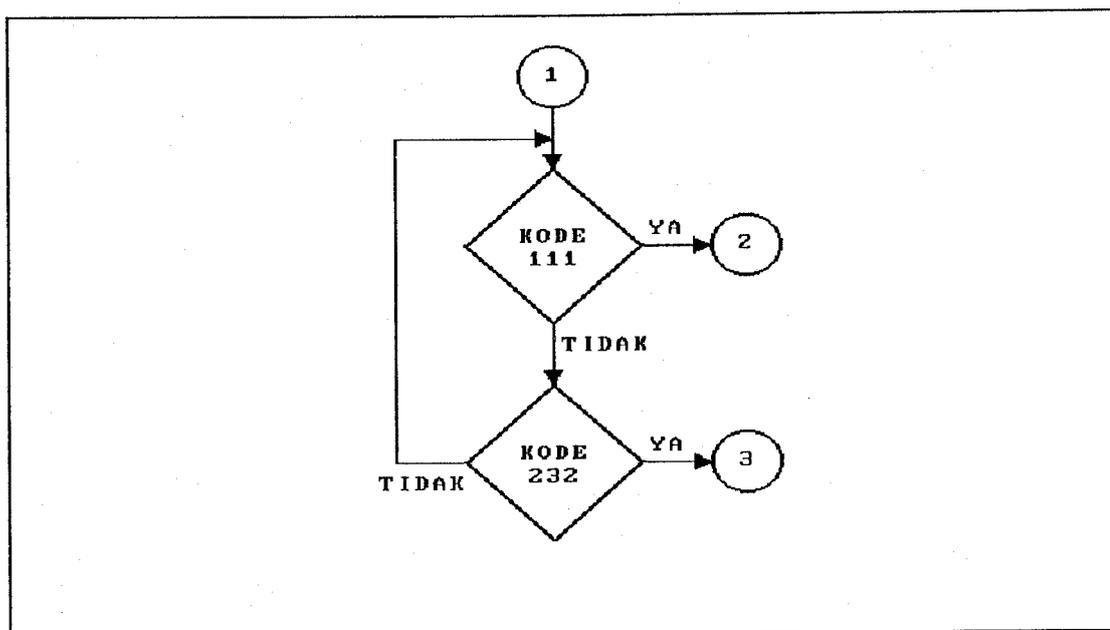
Gambar 3.12
Flow-chart Program utama

Dalam gambar 3.12 terdapat pilihan kode on (1, 2, dan 3), ini berfungsi untuk menentukan kode yang harus dimasukan melalui key-board agar alat dapat bekerja. Selama pemberian kode masih salah maka alat belum dapat digunakan, baik sebagai simulator atau alat ukur.

Pada program utama ini yang diaktifkan hanya display LCD yang akan menunjukkan penulisan awal, juga menunjukkan bahwa sistem telah diberi daya.

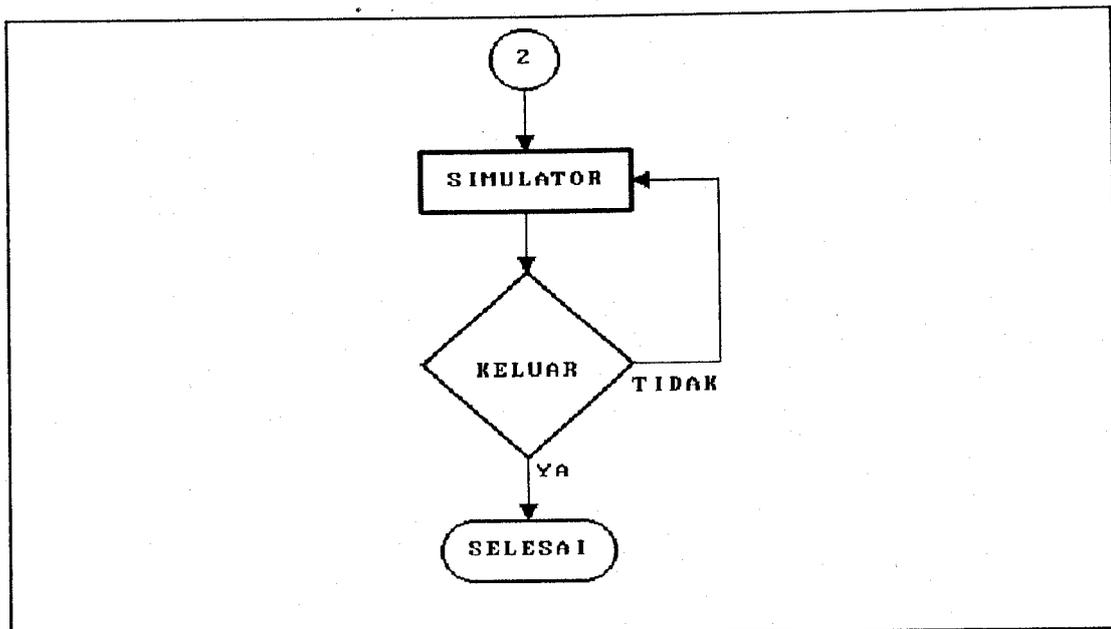
III.2.2 Pilih Fungsi Alat

Karena sistem ini dirancang hanya bekerja sebagai simulator atau alat ukur telepon, maka pada perangkat lunaknya dibuat program untuk memilih fungsi sistem, yaitu sebagai simulator atau alat ukur telepon. Bentuk flow-chartnya seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.13.

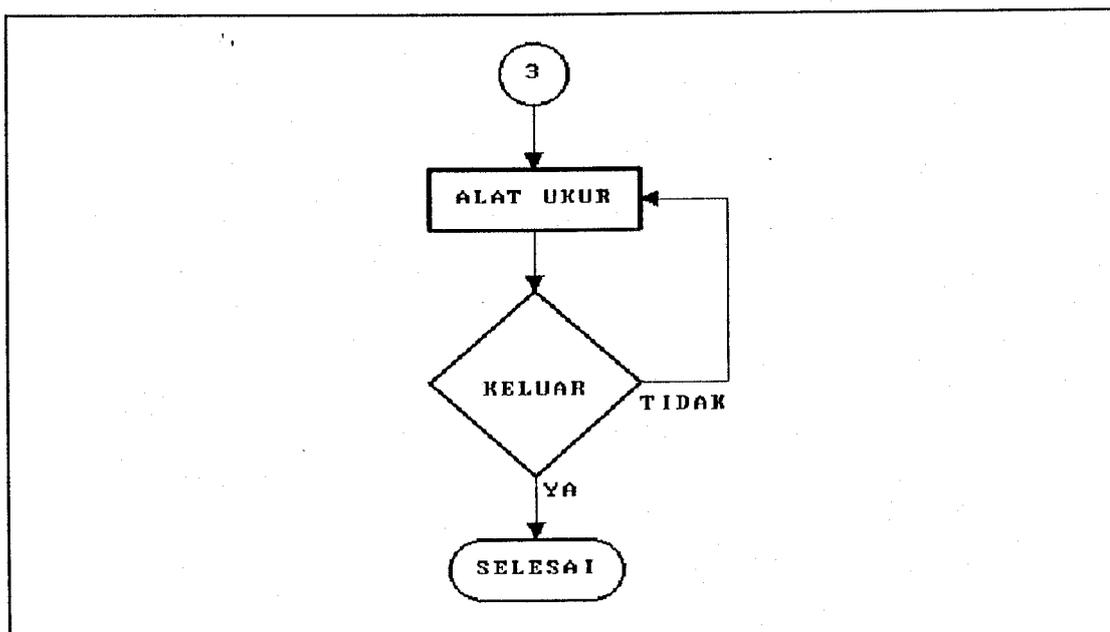


Gambar 3.13
Flow-chart Pilih Fungsi Alat

Untuk dapat menentukan fungsi alat yang kita inginkan kita harus memasukkan kode key-board, sesuai yang diinginkan. Untuk sistem ini bila ingin membuat alat ini sebagai simulator kita harus menekan kode key-board 111, atau bila kita ingin sebagai alat ukur kita tekan kode 232. Bila kode key-board yang diberikan tidak ada yang cocok maka sistem hanya menunjukkan display sebelumnya.



Gambar 3.14
Flow-chart Simulator



Gambar 3.15
Flow-chart Test Telepon

III.2.3 Simulator

Bentuk flow-chart sub-program simulator ditunjukkan seperti gambar 3.14. Sub-program baru dapat dihentikan dengan cara menekan tombol reset atau bila ingin fungsi sistem menjadi test telepon, maka tekan key-board bintang "**".

III.2.4 Alat Ukur Telepon

Bentuk flow-chart dari sub-program alat ukur telepon ditunjukkan seperti gambar 3.15. Untuk dapat keluar dari sub-program ini dengan cara menekan keyboard 333, maka sistem akan menjadi simulator.

BAB IV

KALIBRASI DAN PENGUJIAN

Setelah pembuatan alat selesai baik perangkat keras maupun perangkat lunaknya maka sebelum digunakan sebagai simulator atau test pesawat telepon harus dilakukan kalibrasi dan pengujian terlebih dahulu.

Peralatan yang digunakan untuk melakukan kalibrasi dan pengujian ini , yaitu :

- Digital Storage Osilloscope : LEADER, model 3040D
- Function Generator : TRIO, model AG-203
- Frekuensi Counter
- Multimeter Analog : HIOKI, model 3004
- Multimeter Digital : GOLDSTAR, model DM-9183
- Logic Probe : AND, model LP-2800

IV.1 KALIBRASI

Untuk mendapatkan hasil pengukuran dan kerja sistem sesuai dengan apa yang diinginkan maka diperlukan kalibrasi terhadap bagian-bagian tertentu, yaitu meliputi :

1. Kalibrasi frekuensi referensi tone dekoder
2. Kalibrasi referensi sumber frekuensi
3. Kalibrasi sumber Arus pesawat telepon
4. Kalibrasi Penyearah Gelombang Penuh

5. Kalibrasi band-pass filter
6. Kalibrasi tegangan referensi tegangan ADC
7. Kalibrasi nada sibuk dan nada tunggu

IV.1.1 Kalibrasi Frekuensi Referensi Tone Dekoder

Tone dekoder yang digunakan untuk mengkodekan frekuensi DTMF telepon, masing-masing harus mempunyai frekuensi referensi sesuai dengan harga nominal dari frekuensi DTMF, yaitu 697, 770, 852, 941, 1209, 1336, 1477, dan 1633 Hz.

Untuk dapat mengetahui besarnya frekuensi referensi yang dibangkitkan oleh IC 567 tone dekoder dengan cara mengukur dengan frekuensi konter pada pin 5 atau pin 6 IC 567. Untuk sistem ini pengaturan dilakukan dengan cara mengatur besar potensiometer (R3), hingga frekuensi referensi sesuai dengan yang diinginkan. Bentuk rangkaian dari masing-masing tone dekoder ini dapat dilihat pada gambar 2.29.

IV.1.2 Kalibrasi Referensi Sumber Frekuensi

Pada sistem ini semua sumber frekuensi menggunakan IC 555, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.30, yang berfungsi sebagai pembangkit frekuensi astable multifibrator.

Tabel 4.1 menunjukkan banyaknya sumber frekuensi astable multifibrator IC 555 yang dikalibrasi.

Untuk dapat mengetahui besarnya frekuensi yang dibangkitkan IC 555, yaitu dengan cara mengukur dengan frekuensi konter pada pin 3.

Tabel 4.1
IC 555 Digunakan Sebagai Referensi Frekuensi

| NO | FREKUENSI REFERENSI (Hz) | IC | KETERANGAN |
|----|-----------------------------|----|------------|
| 1 | 1.000 | N2 | Gambar 3.3 |
| 2 | 24.290 | N2 | Gambar 3.5 |
| 3 | 29.645 | N3 | idem |
| 4 | 36.295 | N4 | idem |
| 5 | 44.274 | N5 | idem |
| 6 | 73.084 | N6 | idem |
| 7 | 89.244 | N7 | idem |
| 8 | 106.860 | N8 | idem |
| 9 | 133.334 | N9 | idem |

IV.1.3 Kalibrasi Sumber Arus Pesawat Telepon

Untuk menentukan besarnya arus untuk catu pesawat telepon dikalibrasi berdasarkan harga maksimum yang tegangan yang diukur oleh ADC (5 volt), dan berdasarkan harga nominal untuk tegangan catu pesawat telepon, arus yang mengalir pada saat pesawat telepon off-hook.

Seperti yang terlihat pada gambar 3.7, untuk sistem ini diset tegangan catu yang diberikan kepesawat telepon sebesar 48 volt. Dan dengan mengatur besarnya resistansi pembatas arus, didapatkan besarnya arus yang mengalir pada saat line hubung singkat sebesar 35.5 mA.

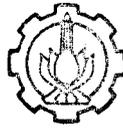
IV.1.4 Penyearah Gelombang Penuh

Tabel 4.2 menunjukkan besar tegangan DC yang dihasilkan oleh rangkaian penyearah gelombang penuh dengan frekuensi input masukan yang berbeda.

Tabel 4.2
Hasil Pengukuran Tegangan Output Pada Penyearah Gelombang Penuh

| Frekuensi Input [Hz] | Tegangan Input [V] | | | |
|----------------------------|--------------------|--------|--------|-------|
| | 5 Vp-p | -10 dB | -20 DB | -30dB |
| 697 | 3,33 | 1,54 | 0,35 | 0,068 |
| 770 | 3,38 | 1,55 | 0,35 | 0,068 |
| 852 | 3,43 | 1,55 | 0,35 | 0,068 |
| 941 | 3,47 | 1,55 | 0,35 | 0,067 |
| 1209 | 3,56 | 1,56 | 0,36 | 0,067 |
| 1336 | 3,59 | 1,58 | 0,36 | 0,067 |
| 1477 | 3,62 | 1,59 | 0,36 | 0,067 |
| 1633 | 3,64 | 1,59 | 0,36 | 0,067 |

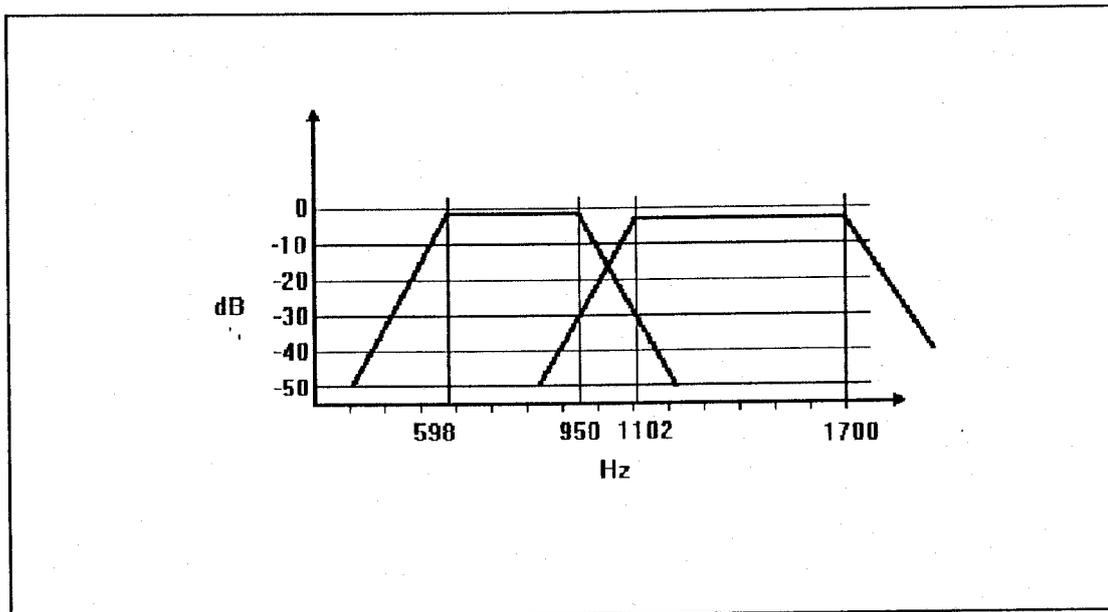
Terlihat Untuk besar tegangan input Vp-p, besarnya tegangan output DC berubah sesuai dengan perubahan frekuensi input. Dan untuk mendapatkan pengukuran yang tepat, maka besarnya tegangan yang masuk diusahakan tidak melebihi 1,8 Vp-p. Dan untuk membatasi tegangan input ini digunakan sebuah rangkaian pelemah dengan menggunakan op-amp.



IV.1.5 Kalibrasi Band-Pass Filter

Seperti yang terlihat pada gambar 2.28 untuk melakukan kalibrasi band-pass, kali pertama yang dilakukan adalah memberikan frekuensi senter yang diinginkan pada input band-pass filter dengan menggunakan function generator. Dan dengan menggunakan osiloskop menentukan output maksimum dengan cara mengatur besar potensiometer R5, untuk kelompok frekuensi rendah dan untuk kelompok frekuensi tinggi.

Kemudian dengan mengatur besar potensiometer R4 dan R6 secara bergantian hingga didapatkan penguatan dan lebar pita frekuensi yang kita inginkan. Gambar 4.1 menunjukkan tanggapan frekuensi band-pass filter.

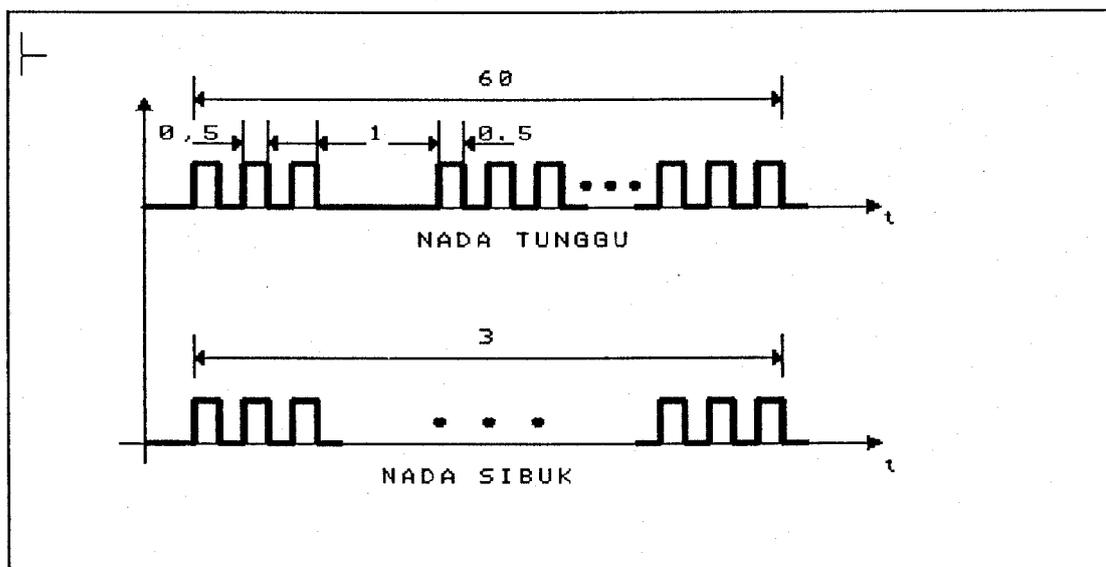


Gambar 4.1
Tanggapan Frekuensi BPF

IV.1.6 Kalibrasi Tegangan Referensi ADC

Tegangan referensi ADC yang digunakan harus disetel sebesar 2,55 volt sehingga ADC akan mempunyai resolusi sebesar 20 mV/bit. Untuk mengetahui ketepatan dari hasil kalibrasi maka harus dilakukan percobaan terhadap hasil konversi ADC. Pada sistem ini ADC digunakan untuk mengukur level sinyal analog level DTMF dan level suara setelah disearahkan dengan rangkaian penyearah gelombang penuh juga untuk mengukur resistansi pesawat telepon atau resistansi line antara sentral dengan pelanggan berdasarkan besarnya tegangan yang jatuh pada resistor deteksi arus.

Untuk memudahkan dalam pembuatan perangkat lunak dalam mengkonversi level tegangan yang dibaca ADC, maka dibuat agar perubahan setiap bit output ADC terjadi setiap kenaikan level tegangan input sebesar 20 mV. Dengan cara mengatur besar tegangan referensi ADC.



Gambar 4.2
Interval Nada Sibuk dan Tunggu

IV.1.7 Kalibrasi Nada Sibuk dan Nada Tunggu

Besarnya frekuensi nada sibuk dan tunggu untuk sistem ini sebesar 500 Hz. Dipilihnya frekuensi sebesar ini berdasarkan standard CCITT, dan untuk membedakan nada sibuk dan tunggu dari line telepon umum, dibedakan dengan merubah interval antara nada yang dikirim.

Bentuk sinyal nada tunggu dan nada sibuk pada sistem ini diset seperti yang diperlihatkan gambar 4.2

IV.2 PENGUJIAN

Pengujian yang dilakukan pada sistem ini meliputi pengujian simulator dan pengujian test telepon.

IV.2.1 Pengujian Simulator

Disimulasikan dengan cara melakukan hubungan antara pesawat telepon 2, telepon 3 dan telepon 4. Pada simulator ini masing-masing pesawat telepon mempunyai nomor panggil yaitu 33, 34 dan 35.

Pengujian nada tunggu dengan cara melakukan hubungan antara telepon 1 dengan telepon 2, dimana telepon 2 dalam keadaan hook-on.

Untuk melakukan pengujian nada sibuk dengan cara melakukan hubungan telepon 1 ke telepon 2, dimana telepon 2 dalam keadaan hook-off.

IV.2.2 Pengujian Alat Ukur

Pengujian ini meliputi :

A. Tegangan Input Line

Dengan cara mengukur besarnya tegangan pada input line dengan

multimeter digital, dari hasil pengukuran ini didapat besarnya tegangan input line sebesar 48,3 V.

B. Besar Arus Hubung Singkat Pada Line

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengukur langsung arus line dengan multimeter, pada pengujian ini besarnya arus yang mengalir bila line dihubungkan singkat, sebesar 35,5 mA.

C. Mengukur resistansi telepon

Dengan cara memberi beban resistansi pada input line kemudian melihat hasil pengukuran pada resistor deteksi arus.

D. Mengukur Parameter Pesawat Telepon

- a. Besarnya frekuensi DTMF
- b. Besarnya level frekuensi DTMF
- c. Lebar pulsa sinyal dial
- d. Mengukur kepekaan mikropon dan speaker telepon

Pengukuran ini dilakukan dengan mengukur pesawat telepon sistem tone maupun sistem putar.

BAB V

P E N U T U P

V.1 KESIMPULAN

Setelah dilakukan pembahasan mulai dari bab-bab sebelumnya dalam tugas akhir ini, maka dapat dibuat kesimpulan :

1. Alat ini dapat digunakan sebagai simulasi hubungan antar pesawat telepon satu dengan yang lainnya. Maksimum pesawat telepon yang dapat disimulasikan sebanyak 4 buah.
2. Alat ini dapat menentukan spesifikasi pesawat telepon. Meliputi :
 - Frekuensi DTMF, dengan ketelitian $\pm 7\text{Hz}$.
 - Level Sinyal, dengan ketelitian $\pm 20\text{mV}$.
 - Resistansi Telepon (maksimum 960Ω), dengan ketelitian $\pm 14\Omega$.
3. Alat ini juga dapat mengukur besarnya resistansi line telepon (maksimum 960Ω), dengan ketelitian $\pm 14\Omega$.

V.2 SARAN - SARAN

Saran-saran yang diharapkan dapat berguna untuk penggunaan atau pengembangan lebih lanjut dari tugas akhir ini, adalah sebagai berikut :

1. Melakukan pengukuran besarnya tegangan input line, sebelum alat ini digunakan sebagai line Simulator atau Alat Ukur pesawat telepon.
2. Dalam penggunaan dilapangan maka pengaman ini harus dilindungi terhadap situasi sekeliling, seperti terhadap debu , air, panas dan lain-lain.

DAFTAR PUSTAKA

1. Ayala Kenneth J. , " THE 8051 MICROCONTROLLER ARCHITECTURE, PROGRAMMING, AND APPLICATIONS ", West Publishing co., 1991.
2. Bates Paul P. Eng., " PRACTICAL DIGITAL AND DATA COMMUNICATION WITH LSI APPLICATION ", Prentice Hall, New Jersey, 1987.
3. Bigelow J. Stephen, " UNDERSTANDING TELEPHONE ELECTRONIC " , Sams, USA, 1991.
4. Coughlin F. Robert, Frederick F. Driscoll, Ir. Herman Widodo Soemitro (Penerjemah), " PENGUAT OPERASIONAL DAN RANGKAIAN TERPADU LINIER " , PT. Erlangga, Jakarta, 1985.
5. Hall, Douglas V., " MICROPROCESSOR AND INTERFACING : PROGRAMMING AND HARDWARE " , McGraw-Hill Inc., Singapura, 1987.
6. Soedjana Sapiie, DR., DR. Osamu Nishino, " PENGUKURAN DAN ALAT-ALAT UKUR LISTRIK " , PT. Pradnya Paramita, Jakarta, 1975.
7., "ANALOG DEVICE COMMUNICATION HANDBOOK " , Mitel corp., USA, 1991
8., " MCS-51 FAMILY OF SINGLE CHIP MICROCOMPUTER USER'S MANUAL " , Intel corp., Santa Clara, 1981.
9., " MICROPROCESSOR, MICROCONTROLLER AND PERIPHERAL DATA " , Motorola Inc, USA, 1988.

```
*****
;                               SET AWAL
*****
6000          lcdwir   equ 6000h
6001          lcdrir   equ 6001h
6002          lcdwdr   equ 6002h
6003          lcdrdr   equ 6003h
1FFF          ram      equ 1fffh
0000          rom      equ 0000h
000F          frgflg   equ 0fh
0000          nol      equ 00h
00FF          satu    equ 0ffh
0080          conan    equ 80h
E003          con1     equ 0e003h
E000          prta1    equ 0e000h
E001          prtb1    equ 0e001h
E002          portc1   equ 0e002h
C003          con2     equ 0c003h
C000          prta2    equ 0c000h
C001          prtb2    equ 0c001h
C002          portc2   equ 0c002h
A003          con3     equ 0a003h
A000          prta3    equ 0a000h
A001          prtb3    equ 0a001h
A002          portc3   equ 0a002h
8003          con4     equ 8003h
8000          prta4    equ 8000h
8001          prtb4    equ 8001h
8002          portc4   equ 8002h
0040          hex0     data 40h
0041          hexa0    data 41h
0042          hexa1    data 42h
0043          hexa2    data 43h
0044          hexa3    data 44h
0045          des0     data 45h
0046          des1     data 46h
0047          des2     data 47h
0048          des3     data 48h
0049          des4     data 49h
004A          des5     data 4ah
004B          des6     data 4bh
004C          des7     data 4ch
004D          des8     data 4dh
004E          des9     data 4eh
004F          desa     data 4fh
0050          desb     data 50h
```

```

0051          desc      data 51h
0052          desd     data 52h
0053          shift    data 53h
0054          cok      data 54h
0055          buf      data 55h
;*****
;          INISIALISASI
0000          org      0h
0000 758160   mov      sp,#60h
0003 75A89F   mov      ie,#10011111b
0006 75B810   mov      ip,#00010000b
0009 12031A   call     delay
000C          initdsp:
000C 906000   mov      dptr,#lcdwir
000F 7438     mov      a,#38h
0011 F0       movx    @dptr,a
0012 7401     mov      a,#01h
0014 120351   call     chkbusy
0017 F0       movx    @dptr,a
0018 740C     mov      a,#0ch
001A 120351   call     chkbusy
001D F0       movx    @dptr,a
001E 7406     mov      a,#06h
0020 120351   call     chkbusy
0023 F0       movx    @dptr,a
0024 7414     mov      a,#14h
0026 120351   call     chkbusy
0029 F0       movx    @dptr,a
;----- end -----
;*****
; SET P P I AWAL TEST
;*****
002A 90E003   mov      dptr,#con1
002D 7483     mov      a,#83h
002F F0       movx    @dptr,a
0030 90E000   mov      dptr,#prt1
0033 74FF     mov      a,#0ffh
0035 F0       movx    @dptr,a
0036 90C003   mov      dptr,#con2
0039 7480     mov      a,#80h
003B F0       movx    @dptr,a
003C 908003   mov      dptr,#con4
003F 7480     mov      a,#80h
0041 F0       movx    @dptr,a
0042 90A003   mov      dptr,#con3
0045 7492     mov      a,#92h
0047 F0       movx    @dptr,a
0048 90E002   mov      dptr,#portc1

```

```

004B 74FF          mov a,#0ffh
004D F0           movx @dptr,a
;*****
;*               P R O G R A M   U T A M A           *
;* L I N E       S I M U L A T O R *
;*****
004E 1204B7      cobal:   call simulator
0051 120077          call resil
0054 9006F8          Mov dptr,#simula
0057 1203E5          call outdis
005A 120368          call getkey
005D 742A           mov a,#2ah
005F B530EC          cjne a,30h,cobal
0062 1202AA          call delay1
0065              mulai:
0065 9004B8          mov dptr,#saos
0068 1203E5          call outdis
006B 120000          call delay2
006E 1202AA          call delay1
0071 90E002          mov dptr,#portc1
0074 747F           mov a,#07fh
0076 F0             movx @dptr,a
0077 900738          resil:   mov dptr,#resis
007A 1203E5          call outdis
007D 1202A9          call ukuradc1
0080 E4             clr a
0081 F542           mov hexa1,a
0083 F543           mov hexa2,a
0085 F544           mov hexa3,a
0087 853241          mov hexa0,32h
008A 1203EB          call btod
008D 74C6           mov a,#0c6h
008F 1202AE          call gotoxy
0092 E547           mov a,des2
0094 120000          call cetak
0097 742E           mov a,#2eh
0099 1202AF          call ctk
009C E546           mov a,des1
009E 120000          call cetak
00A1 E545           mov a,des0
00A3 120000          call cetak
00A6 7420           mov a,#' '
00A8 1202AF          call ctk
00AB 744B           mov a,#4bh
00AD 1202AF          call ctk
00B0 74F4           mov a,#0f4h
00B2 1202AF          call ctk
00B5 120000          call delay2
00B8 120000          call delay2

```

```
00BB 120000      call delay2
00BE 12029C      call mengukur1
00C1 120000      call delay2
00C4 900778      mov dptr,#dinos1
00C7 1203E5      call outdis
00CA 120000      call delay2
00CD 1201E8      call levdtmf
00D0 120000      call delay2
00D3 120000      call delay2
00D6 12029D      call mengukur2
00D9 120000      call delay2
00DC 900778      mov dptr,#dinos2
00DF 1203E5      call outdis
00E2 120000      call delay2
00E5 1201E8      call levdtmf
00E8 120000      call delay2
00EB 120000      call delay2
00EE 12029E      call mengukur3
00F1 120000      call delay2
00F4 900778      mov dptr,#dinos3
00F7 1203E5      call outdis
00FA 120000      call delay2
00FD 1201E8      call levdtmf
0100 120000      call delay2
0103 120000      call delay2
0106 12029F      call mengukur4
0109 120000      call delay2
010C 900778      mov dptr,#dinos4
010F 1203E5      call outdis
0112 120000      call delay2
0115 1201E8      call levdtmf
0118 120000      call delay2
011B 120000      call delay2
011E 1202A0      call mengukur5
0121 120000      call delay2
0124 900778      mov dptr,#dinos5
0127 1203E5      call outdis
012A 120000      call delay2
```

```
019F 1203E5      call outdis
01A2 120000      call delay2
01A5 1201E8      call levdtmf
01A8 120000      call delay2
01AB 120000      call delay2
01AE 1202A6      call mengukurb
01B1 120000      call delay2
01B4 900778      mov dptr,#dinosb
01B7 1203E5      call outdis
01BA 120000      call delay2
01BD 1201E8      call levdtmf
01C0 120000      call delay2
01C3 120000      call delay2
01C6 1202A7      call mengukurc
01C9 120000      call delay2
01CC 900778      mov dptr,#dinosc
01CF 1203E5      call outdis
01D2 120000      call delay2
01D5 1201E8      call levdtmf
01D8 120000      call delay2
01DB 120000      call delay2
01DE 90E000      mov dptr,#prtal
01E1 74F7        mov a,#0f7h
01E3 F0          movx @dptr,a
01E4 22          ret
```

* S Y M B O L R E F E R E N C E T A B L E *

| | | |
|------------------|------------------|------------------|
| 0288 = SAOS2 | 00E0 = ACC | 035A = AGAIN |
| 00F0 = SAOS7 | 03EB = BTOD | 0055 = BUF |
| 0351 = CHKBUSY | 004E = COBA1 | 0054 = COK |
| E003 = CON1 | C003 = CON2 | A003 = CON3 |
| 8003 = CON4 | 0080 = CONAN | 0376 = CONVERT |
| 0323 = CRSHOME | 02AF = CTK | 0246 = SAOS4 |
| 031A = DELAY | 02AA = DELAY1 | 0045 = DES0 |
| 0046 = DES1 | 0047 = DES2 | 0048 = DES3 |
| 0049 = DES4 | 004A = DES5 | 004B = DES6 |
| 004C = DES7 | 004D = DES8 | 004E = DES9 |
| 004F = DESA | 0050 = DESB | 0051 = DESC |
| 0052 = DESD | 0461 = DIGIT | 0466 = DIGIT1 |
| 046C = DIGIT2 | 0471 = DIGIT3 | 0477 = DIGIT4 |
| 047C = DIGIT5 | 0482 = DIGIT6 | 0487 = DIGIT7 |
| 048D = DIGIT8 | 0492 = DIGIT9 | 0498 = DIGITA |
| 049D = DIGITB | 04A3 = DIGITC | 04A8 = DIGITD |
| 0778 = DINOS1 | 0778 = DINOS2 | 0778 = DINOS3 |
| 0778 = DINOS4 | 0778 = DINOS5 | 0778 = DINOS6 |
| 0778 = DINOS7 | 0778 = DINOS8 | 0778 = DINOS9 |
| 0778 = DINOSA | 0778 = DINOSB | 0778 = DINOSC |
| 02B0 = DISPLAY | 0083 = DPH | 0082 = DPL |
| 033F = DSPCLR | 00AF = EA | 0779 = EXIT |
| 0538 = FREK1 | 0558 = FREK2 | 0578 = FREK3 |
| 0598 = FREK4 | 05B8 = FREK5 | 05D8 = FREK6 |
| 05F8 = FREK7 | 0618 = FREK8 | 0638 = FREK9 |
| 0658 = FREKA | 0678 = FREKB | 0698 = FREKC |
| 06B8 = FREKD | 000F = FRGFLG | 0368 = GETKEY |
| 02AE = GOTOXY | 0040 = HEX0 | 0041 = HEXA0 |
| 0042 = HEXA1 | 0043 = HEXA2 | 0044 = HEXA3 |
| 00A8 = IE | 000C = INITDSP | 02E5 = INTRODSP |
| 0303 = INTROWRT | 00B8 = IP | 0305 = ITRNEXT |
| 0370 = KEYDOWN | 0367 = KEYPAD | 01E5 = KOM |
| 0246 = KOMA | 0221 = KOMPI | 0390 = KONVER1 |
| 0396 = KONVER2 | 039C = KONVER3 | 03A2 = KONVER4 |
| 03A8 = KONVER5 | 03AE = KONVER6 | 03B4 = KONVER7 |
| 03BA = KONVER8 | 03C0 = KONVER9 | 03C6 = KONVERA |
| 03CC = KONVERB | 03D2 = KONVERC | 03D8 = KONVERD |
| 03DE = KONVERE | 03E4 = KONVERF | 6003 = LCDRDR |
| 0758 = LEV | 01E8 = LEVDTMF | 0425 = LOM |
| 043B = LOM1 | 0451 = LOM2 | 031C = LOOP1 |
| 029C = MENGUKUR | 029C = MENGUKUR1 | 029D = MENGUKUR2 |
| 029E = MENGUKUR3 | 029F = MENGUKUR4 | 02A0 = MENGUKUR5 |
| 02A1 = MENGUKUR6 | 02A2 = MENGUKUR7 | 02A3 = MENGUKUR8 |
| 02A4 = MENGUKUR9 | 02A5 = MENGUKURA | 02A6 = MENGUKURB |
| 02A7 = MENGUKURC | 0065 = MULAI | 02D0 = NEXTCHAR |
| 0000 = NOL | 040C = NXT | 03E5 = OUTDIS |
| 0090 = P1 | 00B0 = P3 | 02AB = PILIHTEL |
| E002 = PORTC1 | C002 = PORTC2 | A002 = PORTC3 |
| 8002 = PORTC4 | E000 = PRTA1 | C000 = PRTA2 |
| A000 = PRTA3 | 8000 = PRTA4 | E001 = PRTB1 |
| C001 = PRTB2 | A001 = PRTB3 | 8001 = PRTB4 |
| 00D0 = PSW | 028F = PULSA | 0292 = PULSA1 |
| 1FFF = RAM | A077 = RESI1 | 0738 = RESIS |

| | | |
|-----------------|------------------|-----------------|
| 0000 = ROM | 04B8 = SAOS | 00FF = SATU |
| 0368 = SCAN | 079F = SELESAI | 0053 = SHIFT |
| 06F8 = SIMULA | 04B7 = SIMULATOR | 0081 = SP |
| 04D8 = STAR1 | 04F8 = STAR2 | 0518 = STAR3 |
| 0088 = TCON | 02AC = TELDIAL | 02AD = TELTONE |
| 0718 = TESTTEL1 | 008D = TH1 | 022A = TLS |
| 0277 = TULIS1 | 06D8 = TUNGGU1 | 02A9 = UKURADC1 |
| 02A8 = UKURADC2 | 025E = NORITA | 02CE = WRTDSP |

TOTAL SYMBOLS DEFINED = 186

END OF ASSEMBLY

08-11-1994
15:49:45

05 JAN 1994

EE - 1799 TUGAS AKHIR - 6 SKS

Nama : Saos Asa Nuradi
Nomor Pokok : 290 220 1612
Bidang Studi : Teknik Telekomunikasi
Tugas Diberikan : Awal semester ganjil 1993-1994
Dosen Pembimbing I : Ir. Yanto Suryadhana
Dosen Pembimbing II : Ir. Achmad Ansori
Judul Tugas Akhir : Rancangan dan pembuatan telephone line simulator

Uraian Tugas Akhir :

Unjuk kerja suatu jaringan telepon ditentukan oleh sejumlah faktor-faktor, diantaranya adalah karakteristik pesawat telepon pelanggan.

Untuk menentukan apakah telepon yang akan dipasang di rumah pelanggan sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan, diperlukan suatu peralatan elektronik yang dapat memeriksa karakteristik telepon yang digunakan.

Dalam tugas akhir ini dirancang dan dibuat suatu simulator saluran telepon yang dapat mewujudkan fungsi tersebut diatas dengan jalan meniru perilaku sinyal-sinyal telefoni pada saluran antara pelanggan dan sentral.

Surabaya, 25 Nopember 1993

Dosen Pembimbing I

(Ir. Yanto Suryadhana)

Nip. 130 520 750

Menyetujui :

Dosen Pembimbing II

(Ir. Achmad Ansori)

Nip. 131 855 878

Bidang Studi Teknik Telekomunikasi
Koordinator

(Ir. M. Aries Purnomo)

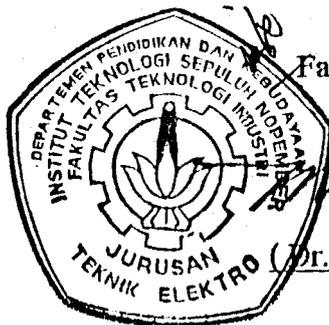
Nip. 130 532 040

Mengetahui

Jurusan Teknik Elektro

Fakultas teknologi Industri ITS

Ketua



(Dr. Ir. Moch Salehudin, M. Eng. Sc.)

Nip. 130 532 026

- I. JUDUL** : Rancangan dan pembuatan Telephone Line Simulator.
- II. RUANG LINGKUP** : - Telefoni Digital
- Teknik Switching
- Teknik Digital dan Mikroprosesor
- Elektronika
- Transmisi data
- III. LATAR BELAKANG** : Unjuk kerja suatu jaringan telepon ditentukan oleh beberapa faktor : sistim sentral, sistim jaringan antara sentral dan pelanggan dan pesawat pelanggan.
Untuk mengetahui apakah spesifikasi teknis dari pesawat pelanggan berada dalam standard, diperlukan pengecekan karakteristik pesawat telepon di laboratorium. Salah satu alat yang diperlukan untuk keperluan ini adalah telepon line simulator.
Dalam tugas akhir ini dirancang dan dibuat suatu telepon line simulator.
- IV. PENELAAHAN STUDI** : - Rancangan dan pembuatan telephone line simulator memerlukan pemahaman sistim dasar rangkaian telepon. Jenis-jenis sinyal, level tegangan, impedansi jaringan antara sentral dan pelanggan. Dan cara mengidentifikasi karakteristik sistim telepon.
- Sistim yang akan dibuat terdiri dari catu daya, ring dan tone generator, buffer, Dual Tone Multi Frekuensi (DTMF), detektor, sistim kontrol, tampilan dan indikator LED.
Ring generator digunakan sebagai pembangkit sinyal pengebelan. Tone generator berfungsi sebagai pembangkit ring back tone dan busy tone. Buffer digunakan sebagai penguat tone generator. Dual tone multi frekuensi detektor untuk mendeteksi sinyal multi frekuensi dari telepon. Sistim kontrol digunakan sebagai sistim kontrol kerja perangkat. Display led seven-segment untuk memperagakan angka-angka dari dial telepon. Led indikator digunakan untuk menentukan kode nomor sinyal dual tone multi frekuensi telepon yang diterima dan sebagai deteksi sensitifitas mikropon telepon.
- Dengan coba dan kalibrasi alat yang akan dibuat didasarkan pada standard CCITT yang meliputi pembangkit sinyal tone generator, sinyal pengebelan, pendeteksi dual tone multi frekuensi dan sensitifitas level suara.
- V. TUJUAN** : Merancang dan membuat telephone line simulator.
- VI. RELEVANSI** : Hasil tugas akhir ini diharapkan dapat dijadikan prototipe perangkat pengesanan pesawat telepon..

- VII LANGKAH-LANGKAH :
1. Studi literatur
 2. Perencanaan
 3. Pembuatan alat
 4. Penulisan buku

VIII JADWAL KEGIATAN : Jadwal kegiatan direncanakan dapat diselesaikan dalam waktu enam bulan dengan jadwal sebagai berikut.

| KEGIATAN | BULAN KE - | | | | | |
|-------------------|------------|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| STUDI LITERATUR | ■ | ■ | ■ | | | |
| PERENCANAAN | | ■ | ■ | ■ | | |
| PEMBUATAN ALAT | | | ■ | ■ | ■ | |
| PENYUSUNAN NASKAH | | | | | ■ | ■ |

RIWAYAT HIDUP



SAOS ASA NURADI, Dilahirkan di Bandung, Jawa Barat pada tanggal 14 Juli 1965. Merupakan putra ke delapan dari delapan bersaudara , keluarga dari bapak H.Syah Akbar Otong (alm) dan ibu Soenarsih, bertempat tinggal di Jalan Radio Dalam H.Pentul No.5 Jakarta.

Terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya pada tahun 1990 dengan NRP 2902201612.

Selama menjadi mahasiswa pernah menjadi koordinator Bakti Kampus periode 1990-1991 dan periode 1991-1992.

Pendidikan yang telah ditempuh sampai saat ini :

- SD Blok DII di Jakarta, tahun 1972 - 1978
- SMP 11 di Jakarta, tahun 1978 - 1981
- SMA Cendrawasih di Jakarta, tahun 1981 - 1984
- DIII Politeknik UI di Depok, Tahun 1984 - 1988
- Perguruan Tinggi di Jurusan Teknik Elektro FTI-ITS, Surabaya sejak tahun 1990 - sekarang.

Pada bulan Agustus 1994 mengikuti seminar Tugas Akhir Bidang Studi Telekomunikasi, Jurusan Teknik Elektro FTI-ITS sebagai salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Elektro.