

**ALAT PENGHITUNG DAN PENYIMPAN BIAYA
PERCAKAPAN TELEPON DENGAN MENGGUNAKAN
PASSWORD**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagaian Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh :

PRABOWO ARYO TEJO

NIM. 0210633067 - 63

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL

UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG

FAKULTAS TEKNIK

TEKNIK ELEKTRO

2007

**ALAT PENGHITUNG DAN PENYIMPAN BIAYA PERCAKAPAN
TELEPON DENGAN MENGGUNAKAN PASSWORD**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh :

PRABOWO ARYO TEJO

NIM. 0210633067 - 63

Telah diperiksa oleh

Dosen Pembimbing

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

Adharul Muttaqin, ST. MT
NIP. 132 311 886

**Alat Penghitung Dan Penyimpan Biaya Percakapan Telepon Dengan
Menggunakan Password**

Disusun oleh :

PRABOWO ARYO TEJO

NIM 0210633067

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada

Tanggal 9 Agustus 2007

Dosen Penguji :

Tibyani, ST, MT

NIP. 132 135 200

Wahyu Adi Priyono,Ir,MS

NIP. 131 759 602

Bambang Siswojo,Ir

NIP. 131 759 588

Waru Djuriatno,ST,MT

NIP. 132 158 733

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Ir.HERU NURWARSITO,M.Kom

NIP.131 879 033

PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah yang telah melimpahkan Rahmat dan Karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “ALAT PENGHITUNG DAN PENYIMPAN BIAYA PERCAKAPAN TELEPON DENGAN MENGGUNAKAN *PASSWORD*” ini dengan baik.

Dalam penyusunan laporan ini penulis banyak mendapatkan masukan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Ir. Heru Nurwarsito M.kom, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
2. Rudi Yuwono, ST, M.sc, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro.
3. Ir. Ponco Siwindarto. MS., selaku KKDK Elektronika.
4. Ir. M. Julius St.MS., selaku pembimbing I yang telah membantu dalam bimbingan tugas akhir ini.
5. Adharul Muttaqin, ST, MT, selaku dosen pembimbing II yang telah membantu dalam bimbingan tugas akhir ini.
6. Seluruh Dosen Teknik Elektro Universitas Brawijaya Malang.
7. Seluruh Civitas Akademik Teknik Elektro Universitas Brawijaya Malang.
8. Bapak, Ibu, Adikku tercinta yang memberi dukungan moral dan spiritual.
9. Teman-teman Jurusan Teknik Elektro Brawijaya.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan dan penulisan laporan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan dan kekeliruan, untuk itu penulis mohon masukan berupa kritik dan saran demi kelengkapan dan kesempurnaan laporan ini.

Semoga tugas akhir ini memberikan manfaat bagi kita semua. Amin.

Malang, Agustus 2007

Penulis

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Daftar Isi	ii
Daftar Gambar	v
Daftar Tabel	vii
Ringkasan	viii
BAB I Pendahuluan	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup Pembahasan	3
1.4 Tujuan Penulisan	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II Tinjauan Pustaka	
2.1 Sistem Telepon	5
2.1.1 Pesawat Telepon	5
2.1.2 Rangkaian Bicara Dasar	6
2.1.3 Detektor Status Telepon	8
2.2 DTMF Receiver	8
2.2.1 Pembangkit Nada DTMF TP5088	9
2.2.2 Penerima DTMF MT8870	11
2.2.3 Frekuensi Detektor LM567	11
2.3 Mikrokontroler ATMEGA8535	12
2.3.1 Arsitektur AVR	12
2.3.2 <i>Timer/ Counter</i>	14
2.4 RTC (Real Time Clock)	17
2.5 Antarmuka Dengan LCD	19
2.6 ISD 2500	21
2.6.1 Pin-Pin IC ISD2500	22
2.7 Optocoupler	24
2.8 Relay	25

BAB III Metodologi Penulisan

3.1	Studi Literatur	26
3.2.	Penentuan Spesifikasi alat	26
3.3	Perencanaan Alat	27
3.3.1	Perencanaan Perangkat Keras	27
3.3.2	Perencanaan Perangkat Lunak	27
3.4	Pembuatan Alat	27
3.5	Pengujian Rangkaian	28
3.6	Pengambilan Kesimpulan dan Saran	29
3.7	Penulisan Laporan	29

BAB IV Perencanaan dan Pembuatan Alat

4.1	Perencanaan Sistem	31
4.1.1	Spesifikasi Alat	31
4.1.2	Blok Diagram Alat	31
4.2	Perangkat Keras	33
4.2.1	Rangkaian Pembangkit Nada DTMF (<i>Tone Detektor</i>)	33
4.2.2	Rangkaian LM567	34
4.2.3	Rangkaian DTMF	36
4.2.4	Rangkaian Mikrokontroler ATMEGA8535	39
4.2.5	Rangkaian ISD 2560	41
4.2.6	Rangkaian LCD	43
4.2.7	Rangkaian RTC (Real Time Clock)	44
4.2.8	Rangkaian Relay	45
4.2.9	Rangkaian Detektor Dering	46
4.3	Perangkat Lunak	49

BAB V Pengujian dan Analisis

5.1	Pengujian Rangkaian Detektor Frekuensi	52
5.1.1	Tujuan	52
5.1.2	Peralatan Pengujian	52
5.1.3	Prosedur Pengujian	52
5.1.4	Hasil Pengujian	53
5.1.5	Kesimpulan	53

5.2	Pengujian Rangkaian Sinyal DTMF (TP5088) dan Tone Detektor (MT8870)	54
5.2.1	Tujuan	54
5.2.2	Peralatan Pengujian	54
5.2.3	Prosedur Pengujian	54
5.2.4	Hasil Pengujian	55
5.2.5	Kesimpulan	56
5.3	Pengujian Rangkaian Mikrokontroler, LCD dan RTC	56
5.3.1	Tujuan	56
5.3.2	Peralatan Pengujian	56
5.3.3	Prosedur Pengujian	56
5.3.4	Hasil Pengujian	57
5.3.5	Kesimpulan	57
5.4	Pengujian Rangkaian ISD	58
5.4.1	Tujuan	58
5.4.2	Peralatan Pengujian	58
5.4.3	Prosedur Pengujian	58
5.4.4	Hasil Pengujian	59
5.4.5	Kesimpulan	60
5.5	Pengujian Keseluruhan Sistem	
5.5.1	Tujuan	60
5.5.2	Peralatan Pengujian	60
5.5.3	Prosedur Pengujian	60
5.5.3.1	Prosedur Pengujian Penggunaan Telepon	61
5.5.4	Hasil Pengujian	61
5.5.5	Kesimpulan	64
BAB VI Kesimpulan dan Saran		
6.1	Kesimpulan	66
6.2	Saran	66

RINGKASAN

PRABOWO ARYO TEJO, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Juni 2007, *ALAT PENGHITUNG DAN PENYIMPAN BIAYA PERCAKAPAN TELEPON DENGAN MENGGUNAKAN PASSWORD*, Dosen Pembimbing: Ir. M. Julius, St, MS. Dan Adharul Muttaqin ST.,MT.

Perkembangan teknologi dibidang telekomunikasi berkembang dengan pesat. Salah satu pihak yang merasakan manfaatnya adalah mahasiswa. Sarana telepon di rumah indekost selalu menjadi pilihan yang terakhir untuk digunakan, dikarenakan sistem pembayaran yang tidak adil pada saat akan melakukan pembayaran. Alat ini dirancang untuk memberikan fasilitas anak indekost agar dapat menggunakan telepon dengan sistem *password* untuk masing-masing pengguna dan jumlah tagihan untuk masing-masing pengguna sehingga diharapkan akan berkurangnya kecurangan dalam proses pembayaran telepon pada anak indekost.

Sistem alat ini adalah anak indekos yang kemudian disebut sebagai pemakai akan mendapatkan *password* yang akan digunakan untuk memakai telepon. Pada setiap penggunaan telepon pencatatan biaya telepon akan tersimpan dalam data *password* masing-masing pengguna dan jumlah biaya telepon dapat ditampilkan sewaktu-waktu jika pengguna ingin mengetahui jumlah biaya tagihan telepon. Biaya tagihan telepon ini akan dikumulatifkan setiap pemakaian telepon dan setiap awal bulan jumlah tagihan kembali pada Rp.0, 00.

Alat mempunyai spesifikasi, jumlah karakter yang dipakai untuk *password* sebanyak 4 karakter. Jumlah pemakai sebanyak 4 pemakai. Pesawat telepon yang dapat digunakan adalah pesawat telepon yang memakai sistem DTMF. Tampilan yang digunakan berupa LCD.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Komunikasi adalah sebuah proses interaksi untuk berhubungan dari satu pihak ke pihak lainnya, yang pada awalnya berlangsung sangat sederhana dimulai dengan sejumlah ide-ide yang abstrak atau pikiran dalam otak seseorang untuk mencari data atau menyampaikan informasi yang kemudian dikemas menjadi sebetuk pesan untuk kemudian disampaikan secara langsung maupun tidak langsung menggunakan bahasa berbentuk kode visual, kode suara, atau kode tulisan.

Kebutuhan manusia akan komunikasi merupakan bagian sangat penting dalam aspek kehidupan. Perkembangan teknologi yang demikian pesat memberikan perubahan terhadap metode, fasilitas dan perangkat dalam berkomunikasi. Hal ini membuat dunia seakan tidak ada batas lagi, manusia dapat berhubungan satu sama lain dengan begitu mudah dan cepatnya.

Dalam kaitannya dengan rumah kos, biasanya juga disediakan fasilitas telepon yang dapat digunakan oleh penghuni. Selama ini pemilik meminta hasil cetakan biaya pemakaian telepon selama satu bulan untuk selanjutnya biaya masing-masing percakapan dibayarkan oleh tiap pengguna dan dicocokkan sesuai dengan nomor tujuan yang telah dituju. Kelemahan dari sistem pembayaran ini yaitu adanya sistem pembayaran kurang merata yang dilakukan pengguna, sehingga kadang terjadi tagihan tak terbayar. Selain sistem tersebut biasanya dipergunakan kunci pada telepon yang dipasang di telepon itu sendiri. Tetapi sistem ini sangat umum dan rentan terhadap pencurian telepon.

Sebenarnya dalam usaha kos, pesawat telepon dapat dihubungkan ke seperangkat komputer yang mengatur segala proses telepon seperti pada usaha wartel. Kelemahan dari sistem tersebut yaitu dibutuhkannya daya yang besar untuk menghidupkan komputer. Selain itu biaya yang diperlukan untuk biaya operasional menjadi besar akibat penambahan biaya listrik, biaya pengganti perangkat yang besar bila terjadi kerusakan, dan sebagainya.

Dalam penelitian sebelumnya yang berjudul “Alat Penghitung Pulsa Telepon dengan Sistem Prabayar pada Rumah Indekost dengan menggunakan *Username* dan

Password” oleh Kurnia Romadhani Ika Kusuma, hanya menghitung pulsa sesuai dengan jumlah uang yang dibayarkan sebelumnya, Sehingga apabila terjadi kelebihan biaya pemakaian, maka telepon akan diputus. Tentunya keadaan seperti ini tidaklah nyaman, sehingga kenyamanan pengguna telepon kurang diperhatikan.

Dalam penelitian selanjutnya, Mohammad Room Fitroni dalam skripsinya yang berjudul “Pentarifan Pulsa pada hubungan *Paralel*”, seluruh sistem dikendalikan oleh *Mikrokontroler* AT89C51. Sistem perhitungan tarif telepon dalam sistem ini tidak mengikuti standar yang dikeluarkan oleh operator telepon dalam hal ini PT.Telekomunikasi Indonesia Tbk.

Selain itu, Ilyas, dalam skripsi yang berjudul “Perancangan antarmuka penghitung data pembicaraan telepon untuk mencegah kecurangan dalam pengoperasian wartel (Warung Telekomunikasi)”, seluruh sistem dikendalikan oleh komputer melalui PPI 8255. Kelemahan dari sistem ini adalah dibutuhkannya pemakaian daya dan biaya yang relative besar.

Berdasarkan masalah diatas maka dalam skripsi ini akan direncanakan dan dibuat alat penghitung dan penyimpan biaya percakapan telepon untuk menggantikan metode lama yang dipergunakan. Dengan pemakaian alat ini diharapkan pencatatan biaya telepon dapat dilakukan tanpa menggunakan komputer sebagai pengolah data dan keamanan pesawat telepon dapat dimaksimalkan. Selain itu dari penggunaan sistem ini, diharapkan biaya operasional juga dapat diminimalkan.

1.2 Rumusan Masalah

Mengacu pada permasalahan yang telah diuraikan pada latar belakang, maka rumusan masalah dapat disusun sebagai berikut:

- a. Bagaimana merancang dan membuat suatu Alat Penghitung dan Penyimpan Biaya Percakapan Telepon.
- b. Bagaimana membuat alat *display* alat penghitung biaya percakapan telepon.
- c. Bagaimana melakukan penyimpanan data hasil perhitungan.
- d. Bagaimana membuat *password* untuk keamanan telepon.

1.3 Ruang Lingkup Pembahasan

Dengan mengacu pada permasalahan yang telah dirumuskan, maka hal-hal yang berkaitan dengan alat yang akan dibuat, diberi batasan sebagai berikut:

- a. Menekankan pada perancangan, pembuatan dan pembahasan sistem penghitungan biaya percakapan telepon.
- b. Tidak membahas tentang pesawat telepon.
- c. Tidak membahas sentral telepon.
- d. Data yang akan disimpan dibatasi sampai waktu tertentu yang ditentukan pada saat simulasi.
- e. Tidak membahas tentang catu daya.
- f. Sistem ini hanya digunakan untuk 4 pemakai.
- g. Pengguna mendapatkan *password* untuk melakukan panggilan.
- h. Perhitungan tarif percakapan lokal tidak ada pembagian jarak, sedangkan percakapan interlokal berdasarkan pembagian jarak dengan kode wilayah.

1.4 Tujuan Penulisan

Tujuan penulisan ini adalah untuk merancang dan membuat alat penghitung dan penyimpan biaya percakapan telepon dengan sistem pengamanan *password* agar selain pemilik *password* telepon tidak dapat menggunakan telepon, yang dirancang menggunakan *mikrokontroller* serta dapat menampilkan jumlah biaya telepon yang telah digunakan setiap saat, sehingga dapat mengatur jumlah tagihan telepon tiap bulannya.

1.5 Sistematika Penulisan

BAB I Pendahuluan

Memuat latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup permasalahan, tujuan penulisan serta sistematika penulisan.

BAB II Tinjauan Pustaka

Membahas teori dasar dari komponen serta teori rangkaian yang digunakan dengan mengacu pada perancangan serta pembuatan alat.

BAB III Metode Penulisan

Membahas metode yang digunakan dalam penulisan yang terdiri dari studi literature, perancangan alat, pembuatan alat, pengujian dan analisa, serta pengambilan kesimpulan dan saran.

BAB IV Perancanagn dan Pembuatan Alat

Membahas perancangan alat disertai perhitungan yang sesuai dengan teori yang ada serta membahas pembuatan dan cara kerja dari alat yang dibuat.

BAB V Pengujian dan Analisa

Membahas pengujian dan analisa alat yang dibuat.

BAB VI Kesimpulan dan Saran

Memuat kesimpulan yang diperoleh dari pembuatan dan pengujian alat, serta saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

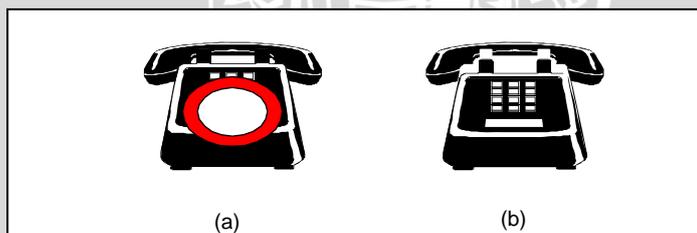
2.1 Sistem Telepon

Perkataan “*Telephone*” berasal dari bahasa Yunani “*tele*”, yang berarti jauh, dan “*phone*”, yang berarti suara. Dalam pengertian masa kini, *telephony* (*telephony*) meliputi konversi dari sinyal-sinyal suara menjadi sinyal-sinyal listrik *frekuensi audio* yang kemudian dapat dipancarkan melalui suatu sistem transmisi listrik, dan akhirnya dikonversikan kembali menjadi sinyal-sinyal tekanan suara pada ujung penerima. (Roddy dan Ciilen, 1984:582).

2.1.1 Pesawat Telepon

Dewasa ini terdapat dua jenis pesawat telepon yang umum dipakai, berdasarkan cara yang digunakan untuk memanggil pelanggan yang lain, yaitu pesawat jenis tombol tekan dan jenis pemilihan dengan roda pilih.

Pada jenis dengan roda putar, pemanggilan nomor pelanggan yang lain dilakukan dengan pemutaran roda-roda pilih yang terdiri atas angka 0 sampai 9. Sedangkan pada pesawat jenis telepon tombol tekan, pemanggilan nomor pelanggan lain dilakukan dengan cara menekan tombol 0 sampai 9, ditambah dengan tanda * dan #. Gambar 2.1 memperlihatkan 2 jenis telepon ini.



Gambar 2.1 Jenis pesawat telepon berdasarkan dialing. (a) Jenis roda pilih (b) Jenis tombol tekan
Sumber: Heijer dan Tolsma, 1985:155

Kedua jenis pesawat telepon ini pada umumnya terdiri atas:

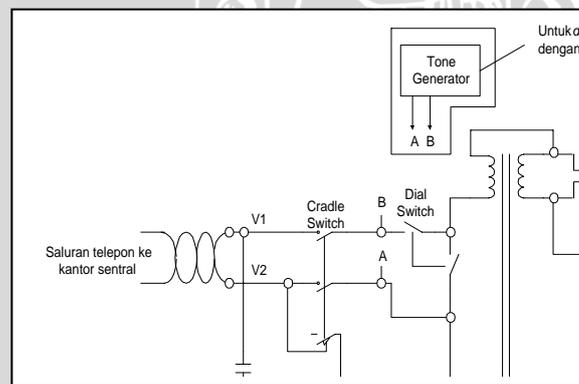
- Gagang Telepon (*handset*), terdiri atas alat pengirim (*mikropon*) dan alat penerima suara. *Mikropon* pada telepon akan merubah gelombang suara menjadi gelombang listrik, dan alat penerima akan merubah gelombang listrik menjadi gelombang suara.

- b. Kontak buka tutup (*hook switch*), berfungsi sebagai kontak untuk membuka dan menutup saluran ke sentral.
- c. Roda pilih atau tombol tekan, berfungsi untuk memilih nomor pelanggan lain yang akan dipanggil.
- d. Bel, berfungsi untuk memberitahu tentang adanya panggilan telepon.

2.1.2 Rangkaian Bicara Dasar

Pada saat *handset* terpasang pada kedudukannya maka saklar buka-tutup (*switch hook*) tertekan ke bawah, sehingga saklar dalam keadaan terbuka (*on-hook*). Hal ini akan menyebabkan *loop* pelanggan menjadi rangkaian terbuka, terpisah dengan sentral. Tegangan pada saluran telepon dalam kondisi ini adalah $48V_{DC}$ dan arus yang mengalir sebesar 0 mA karena *loop* pelanggan dalam keadaan terbuka.

Apabila *handset* diangkat, saklar buka-tutup berada pada keadaan tertutup (*off-hook*) sehingga pesawat telepon terhubung ke sentral. Karena *loop* pelanggan menjadi suatu rangkaian tertutup, maka arus searah dari baterai sentral mengalir dan mencatu rangkaian pesawat telepon. Pada saat ini tegangan saluran menjadi lebih kecil dari 10 V_{DC} dan arus yang mengalir sebesar 150 mA sampai 180 mA . Rangkaian bicara dasar untuk sistem telepon standar ditunjukkan dalam Gambar 2.2.



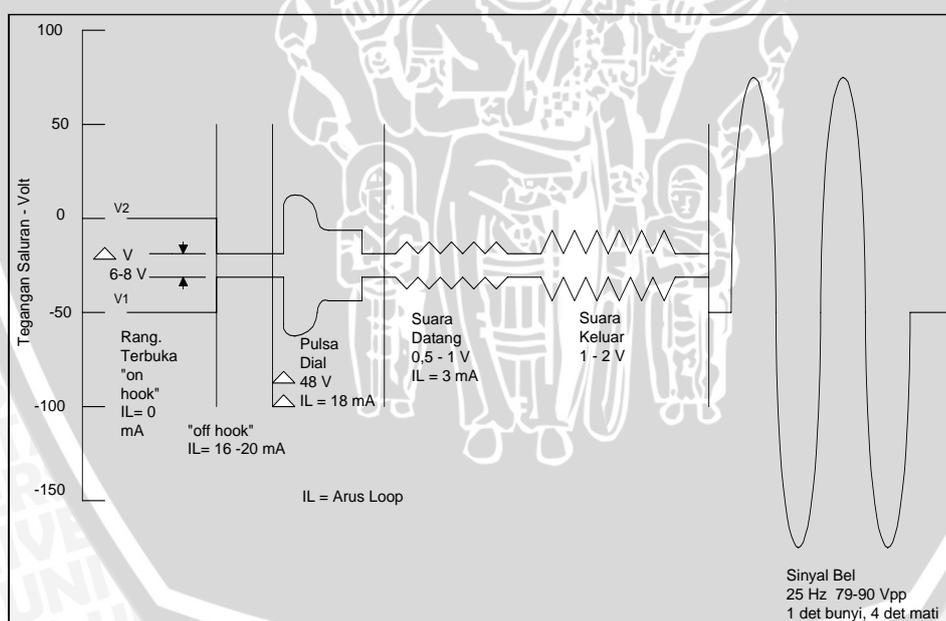
Gambar 2.2 Rangkaian Telepon Standar
Sumber: Schweber, 1988:318

Bila kedua pelanggan meletakkan gagang telepon, kontak buka tutup (*hook switch*) berada pada posisi bawah (*on hook position*). Keadaan ini menjadikan *loop* pelanggan menjadi suatu rangkaian terbuka. Apabila gagang telepon diangkat akan mengakibatkan kontak buka tutup berada pada posisi atas (*off hook position*), *loop* pelanggan menjadi rangkaian tertutup sehingga terjadi aliran arus dari sentral menuju

pesawat telepon tersebut. Aliran arus ini sekaligus memberi tanda kepada sentral bahwa telepon sedang terpakai.

Rangkaian bel dalam pesawat telepon dihubungkan dengan kontak buka tutup sedemikian rupa sehingga hanya akan terhubung saat saklar dalam keadaan *on hook*. Tegangan bel menuju ke *bell coil* melewati sebuah kapasitor yang dihubungkan secara seri dengan bel. Kapasitor ini membatasi arus dc normal yang ada pada saluran telepon dan hanya melewatkan arus ac sebagai sinyal bel (*ringing signal*). Sinyal bel ini di Indonesia dikirimkan dengan frekuensi $425 \text{ Hz} \pm 25 \text{ Hz}$, tegangan $7 \text{ volt} \pm 1 \text{ volt}$ dengan periode 1 detik berbunyi dan 4 detik mati [Telkom, 1992:141].

Dalam Gambar 2.3 ditunjukkan besarnya tegangan dan arus standar, yang terjadi pada saluran telepon saat telepon beroperasi. Beberapa peralatan tambahan yang beredar dan yang akan dipasang pada saluran telepon atau pada pesawat telepon itu sendiri, harus memenuhi standar yang ada untuk menjamin keamanan dan keandalan seluruh sistem telepon.



Gambar 2.3 Besarnya tegangan dan arus yang terjadi pada saluran telepon
Sumber: Schweber,1988:318

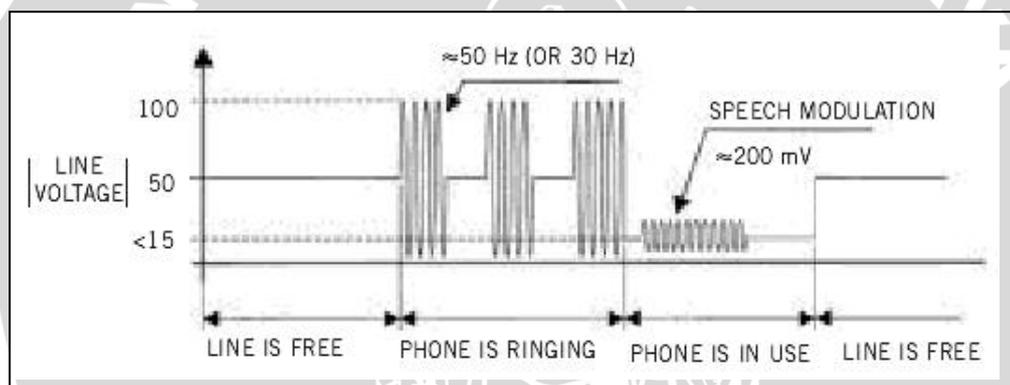
Selain besarnya arus dan tegangan hal yang perlu diketahui adalah frekuensi dari suara atau sinyal yang dilewatkan oleh telepon adalah pada range frekuensi 300

– 3400 Hz. Jadi tidak seluruh sinyal suara (20Hz – 20kHz) dilewatkan. Hal ini karena frekuensi pembawanya berada pada kisaran 8 kHz.

2.1.2 Detektor Status Telepon

Detektor status telepon terdiri atas, *loop detector*, *on-hook detector*, dan *off-hook detector*.

Keadaan *Loop* terjadi pada saat telepon sedang melakukan sambungan dengan pesawat telepon lain, keadaan *on-hook* terjadi ketika telepon tidak aktif, keadaan *off-hook* terjadi ketika gagang telepon diangkat. Ketiga keadaan tersebut dapat dibedakan dari tegangan dalam line telepon seperti yang terlihat dalam Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Gambar sinyal telepon dari beberapa keadaan
Sumber: Terrade, JM,2000:18

2.2 DTMF Receiver

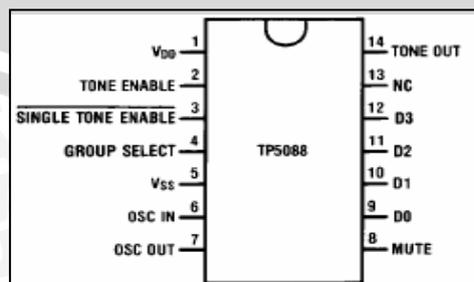
DTMF Receiver merupakan rangkaian terintegrasi yang mampu merubah frekuensi menjadi data biner. Tabel kebenaran DTMF ditunjukkan dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Tabel kebenaran DTMF

Flow(Hz)	Fhigh(Hz)	Digit	D3	D2	D1	D0
697	1209	1	0	0	0	1
697	1336	2	0	0	1	0
697	1477	3	0	0	1	1
770	1209	4	0	1	0	0
770	1336	5	0	1	0	1
770	1477	6	0	1	1	0
852	1209	7	0	1	1	1
852	1336	8	1	0	0	0
852	1477	9	1	0	0	1
941	1209	0	1	0	1	0
941	1336	*	1	0	1	1
941	1477	#	1	1	0	0
697	1633	A	1	1	0	1
770	1633	B	1	1	1	0
852	1633	C	1	1	1	1
941	1633	D	0	0	0	0

2.2.1 Pembangkit Nada DTMF TP5088

TP5088 adalah IC yang didesain untuk membangkitkan sinyal DTMF. IC ini membutuhkan masukan sinyal sinusoida yang biasanya disuplai crystal pada frekuensi 3,579545 MHz untuk membangkitkan 8 macam sinyal sinusoida yang frekuensinya berbeda. 8 frekuensi tersebut adalah 697 Hz, 770 Hz, 852 Hz, 941 Hz, 1209 Hz, 1336 Hz, 1477 Hz dan 1633 Hz. Kombinasi dari 8 frekuensi tersebut bisa dipakai untuk meng-kode-kan 16 tanda. IC TP5088 dapat ditunjukkan dalam Gambar 2.5.



Gambar 2.5 IC TP5088

Sumber: National: 3, 1991

Secara keseluruhan, fungsi beberapa pin TP5088 adalah:

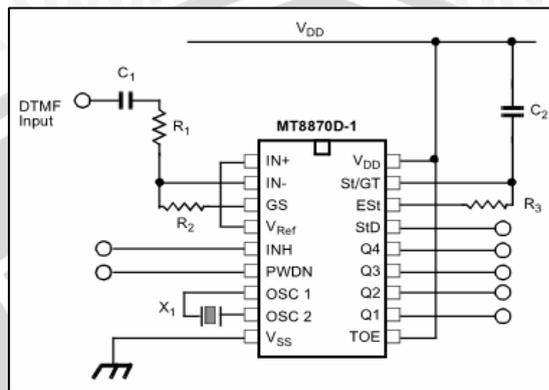
- VDD dan VSS, merupakan kaki pin catu daya, VDD dihubungkan dengan catu daya positif dan VSS pada ground.
- *Osc In* dan *Osc Out*, kaki ini dihubungkan dengan kristal atau sumber osilator dari luar. Nilai crystal yang digunakan biasanya sebesar 3,579545 MHz.
- *Tone Enable*, masukan ini mempunyai sebuah resistor *pull-up* internal. Ketika *Tone Enable* dalam kondisi *low*, osilator akan dihentikan, sehingga *tone generator* dan keluaran transistor mati. Perubahan logika “0” ke logika “1” pada *Tone Enable* menahan data dari D0-D3. Osilator akan mulai bekerja dan *tone generator* kontinu sampai *Tone Enable* kembali ke keadaan *low*.
- *MUTE*, keluaran ini berfungsi untuk mengalirkan arus ke Vss pada saat *Tone Enable* dalam kondisi *low* dan tidak ada *tone* yang dibangkitkan. Pin ini berlogika “0” pada saat *Tone Enable High*.
- D0-D3, merupakan masukan untuk data biner yang dikodekan, yang ditahan pada sisi naik oleh *Tone Enable*.
- *Tone Out*, keluaran ini merupakan *open emitter* dari transistor. Kolektor secara internal dihubungkan ke VDD. Ketika beban resistor eksternal dihubungkan *Tone Out* ke VSS, maka tegangan pada kaki ini merupakan penjumlahan dari group tone low dan high. Pada saat tidak membangkitkan *Tone Out* transistor ini mati.

Tabel 2.2. Tabel kebenaran fungsi TP5088

Keyboard Equivalent	Data Inputs				TONE ENABLE	TONES OUT		MUTE
	D3	D2	D1	D0		f _L (Hz)	f _H (Hz)	
X	X	X	X	X	0	0V	0V	0V
1	0	0	0	1	—	697	1209	O/C
2	0	0	1	0	—	697	1336	O/C
3	0	0	1	1	—	697	1477	O/C
4	0	1	0	0	—	770	1209	O/C
5	0	1	0	1	—	770	1336	O/C
6	0	1	1	0	—	770	1477	O/C
7	0	1	1	1	—	852	1209	O/C
8	1	0	0	0	—	852	1336	O/C
9	1	0	0	1	—	852	1477	O/C
0	1	0	1	0	—	941	1336	O/C
*	1	0	1	1	—	941	1209	O/C
#	1	1	0	0	—	941	1477	O/C
A	1	1	0	1	—	697	1633	O/C
B	1	1	1	0	—	770	1633	O/C
C	1	1	1	1	—	852	1633	O/C
D	0	0	0	0	—	941	1633	O/C

2.2.2 Penerima DTMF MT8870

IC MT8870 adalah IC terpadu penerima/ pengkonversi DTMF yang merupakan salah satu IC produksi Mitel, Inc. IC MT8870 ditunjukkan dalam Gambar 2.6. Fungsi dari DTMF ini adalah untuk menterjemahkan masukan berupa sinyal frekuensi menjadi data biner.

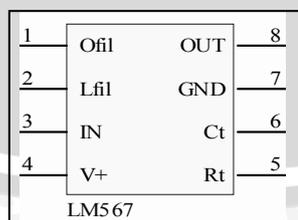


Gambar 2.6 Rangkaian penerima DTMF dengan MT8870
Sumber : Mitel, 1995

2.2.3 Frekuensi Detektor LM567

Rangkaian ini berfungsi untuk mengetahui apakah nomor telepon yang dituju sudah diangkat atau belum (dalam keadaan terhubung).

Rangkaian detektor ini direncanakan untuk mendeteksi beberapa kategori nada sambung yaitu, *dial tone* dengan frekuensi 425Hz, *ringing tone* dengan frekuensi 425Hz dan memiliki tenggat waktu *on* 2 detik dan *off* 4 detik, *busy tone* dengan frekuensi 425Hz memiliki tenggat waktu *on* 0,5 detik dan *off* 0,5 detik, *conghation* dengan frekuensi 425Hz dan memiliki tenggat waktu *on* 1 detik dan *off* 3 detik. Rangkaian LM567 ini ditunjukkan dalam Gambar 2.7.



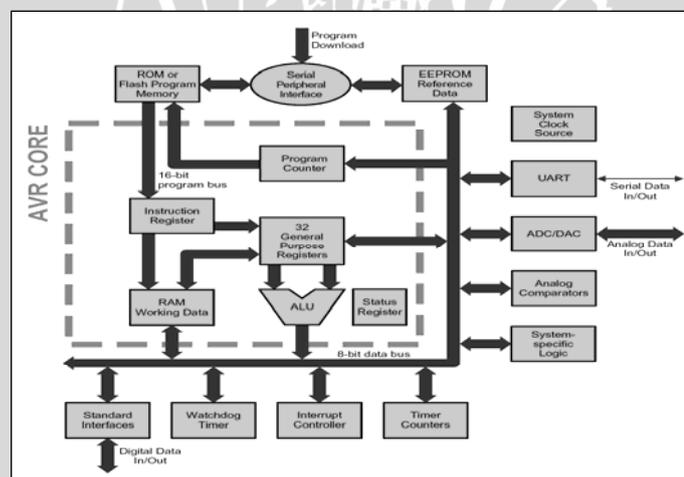
Gambar 2.7 IC LM567 (*Frekuensi Detektor*)
Sumber: National Semiconductor, 1985

2.3 Mikrokontroler ATMEGA8535

Mikrokontroler ATMEGA8535 merupakan salah satu bagian dari keluarga AVR. AVR merupakan *mikrokontroler* produksi Atmel yang menggunakan arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computing*) 8 bit. AVR pertama kali diperkenalkan pada tahun 1996. AVR mengkombinasikan arsitektur RISC, memori *flash* internal dan jumlah *register* yang besar (32 buah) untuk memperoleh ukuran kode program, kinerja, dan konsumsi daya yang optimal. Sebagian besar instruksi AVR dieksekusi dalam satu siklus *clock*. Kelebihan lainnya, arsitektur AVR dirancang untuk bekerja secara efisien menggunakan bahasa tingkat tinggi C.

2.3.1 Arsitektur AVR

AVR menggunakan konsep arsitektur Harvard dengan memori dan bus terpisah untuk data dan program. Lebar bus program pada AVR adalah 16 bit sedangkan lebar bus data 8 bit. Arsitektur AVR dapat ditunjukkan dalam Gambar 2.8. Memori program dieksekusi dengan *pipeline* satu tingkat. Saat instruksi sedang dieksekusi, instruksi yang berikutnya dibaca dari memori program. Konsep ini memungkinkan instruksi untuk dieksekusi dalam tiap-tiap siklus *clock*.



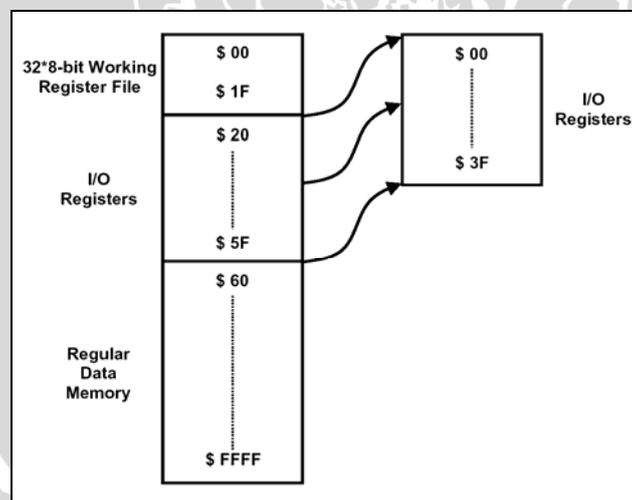
Gambar 2.8. Arsitektur AVR
Sumber : Atmel, 1999 : 5

AVR memiliki jumlah *register* yang relatif besar untuk ukuran mikrokontroler 8 bit, yaitu 32 buah *general purpose registers*. AVR tidak memiliki *accumulator* seperti yang dimiliki sebagian besar mikroprosesor/mikrokontroler. Seluruh *register* terhubung ke ALU (*Arithmetic Logic Unit*) sehingga operasi ALU dapat dilaksanakan dengan menggunakan *general purpose registers* sebagai *operand*.

Dua *operand* diambil dari *register*, operasi ALU dijalankan, dan hasil operasi disimpan ke dalam *register*, semuanya dilakukan dalam satu siklus *clock*. Dalam skala operasi yang relatif besar, operasi ALU dapat dijalankan dengan lebih cepat. Semua *general purpose registers* juga dapat digunakan untuk mengakses data dari dan ke memori dengan instruksi *load* dan *store*.

Enam dari 32 *register* dapat digunakan sebagai pasangan *register* 16 bit. Pasangan *register* 16 bit dapat digunakan sebagai *register* pointer untuk pengalamatan area data sehingga memungkinkan perhitungan alamat menjadi lebih efisien. Ketiga *register* tersebut adalah *register* X (R26 dan R27), Y (R28 dan R29), dan Z (R30 dan R31).

Peta memori data AVR dapat dilihat dalam Gambar 2.9. Memori data dibagi menjadi 4 bagian. 32 alamat paling bawah (0000 – 001F) ditempati oleh *general purpose registers*. 64 alamat berikutnya (0020 – 005F) ditempati oleh *register* I/O yang mengatur piranti CPU seperti *register* kontrol, *timer/counter*, ADC, dan fungsi I/O lainnya. Alamat berikutnya digunakan oleh SRAM internal dan eksternal. Perlu dicatat, ukuran SRAM internal tidak sama untuk masing-masing tipe AVR, dan tidak semua tipe memiliki SRAM internal atau SRAM eksternal.



Gambar 2.9. Peta memori AVR
Sumber : Atmel, 1999 : 6

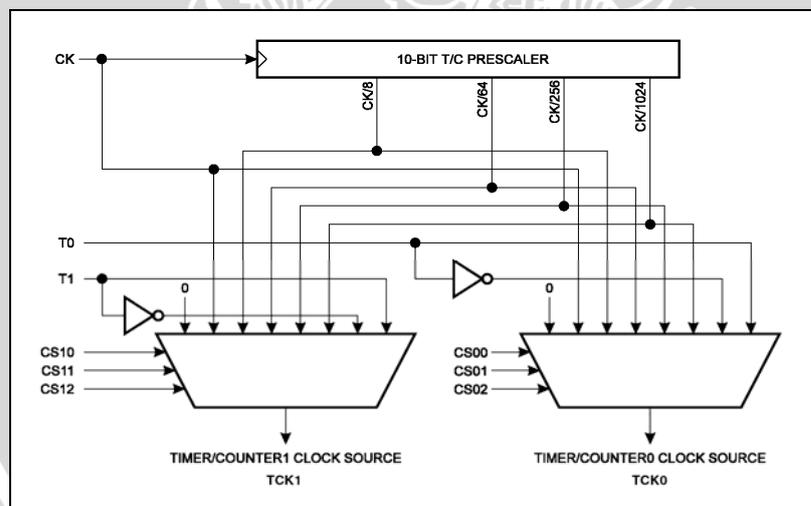
Selama interupsi dan pemanggilan *subroutine*, alamat pada *Program Counter* (PC) disimpan pada *stack*. Pada tipe AVR yang memiliki SRAM internal atau eksternal, *stack* dialokasikan di SRAM sehingga ukuran *stack* hanya terbatas oleh total ukuran dan pemakaian SRAM. Semua program harus menginisialisasi

Stack Pointer (SP) di dalam rutin *reset*, sebelum *subroutines* atau *interrupt* dieksekusi. Sedangkan tipe AVR yang tidak memiliki SRAM, alamat pada PC disimpan di *stack hardware* yang memiliki ukuran terbatas.

2.3.2 Timer/Counter

AVR memiliki beberapa jenis periperal internal, diantaranya komparator analog, *timer/counter*, UART, *watchdog timer*, dan ADC/DAC. Periperal yang ada dalam chip AVR tergantung tipe AVR. Periperal yang sering digunakan adalah *timer/counter*.

Timer/counter pada AVR dibagi menjadi dua, yaitu 8 bit (Timer/Counter0) dan 16 bit (Timer/Counter1). *Clock timer/counter* dapat berupa *clock* internal CPU atau *clock* eksternal dari pin T0/T1. *Timer/counter* pada AVR memiliki pembagi frekuensi *clock* dari CPU (CK). Dengan menggunakan *clock* internal CPU, dapat dipilih frekuensi CK, CK/8, CK/64, CK/256, dan CK/1024.



Gambar 2.10. Blok diagram *clock timer/counter*
Sumber : Atmel, 2001 : 32

Tabel 2.3 Pemilihan *clock timer/counter* pada AVR

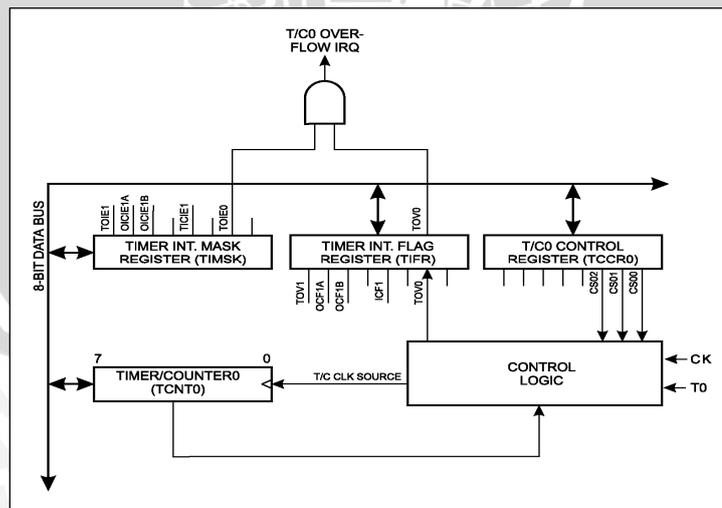
CSX2	CSX1	CSX0	KETERANGAN
0	0	0	Stop
0	0	1	CK
0	1	0	CK/8
0	1	1	CK/64
1	0	0	CK/256
1	0	1	CK/1024
1	1	0	Pin TX, sisi turun
1	1	1	Pin TX, sisi naik

Keterangan : X = 0 atau 1

Sumber : Atmel, 2001 : 33

Saat *timer/counter* menggunakan *clock* eksternal, sinyal eksternal disinkronkan dengan frekuensi osilator CPU. Untuk mendapatkan sampling *clock* eksternal yang sesuai, waktu minimum antara dua transisi *clock* eksternal harus sedikitnya satu periode *clock* internal CPU. Sinyal *clock* eksternal disampling pada tepi naik *clock* internal CPU.

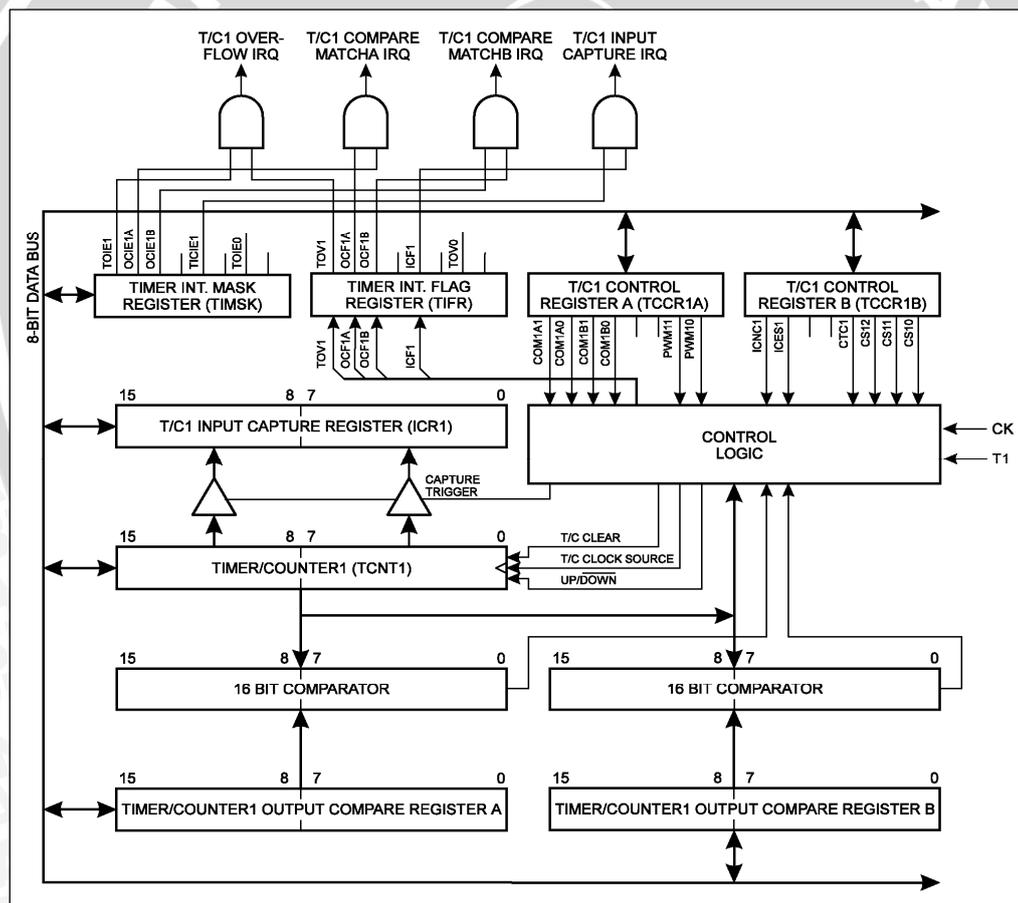
Timer/Counter0 merupakan *up counter* 8 bit (TCNT0) dengan akses baca dan tulis. Saat Timer/Counter0 overflow, akan dibangkitkan sinyal TOV0 yang dapat digunakan untuk membangkitkan *interrupt* dengan men-*set* bit TOIE dalam *Timer Interrupt Mask Register* (TIMSK). Blok diagram Timer/Counter0 dapat dilihat dalam Gambar 2.11.



Gambar 2.11 Blok diagram Timer/Counter0

Sumber : Atmel, 2001 : 33

Timer/Counter1 merupakan *up/down counter* 16 bit (*down counter* hanya bisa digunakan saat mode PWM). Timer/Counter1 dapat dibaca atau ditulis dengan mengakses Timer/Counter1 High (TCNT1H) dan Timer/Counter1 Low (TCNT1L). Saat CPU menulis ke TCNT1H, data disimpan ke *register* TEMP. Saat CPU menulis ke TCNT1L, data dari CPU dikombinasikan dengan data di *register* TEMP ditulis ke Timer/Counter1, sehingga penulisan ke Timer/Counter1 harus diawali dengan penulisan ke TCNT1H. Sedangkan saat pembacaan TCNT1L, data TCNT1L dikirimkan ke CPU dan data TCNT1H di simpan ke *register* TEMP. Saat CPU membaca data dari TCNT1H, CPU menerima data dari *register* TEMP, sehingga pembacaan ke Timer/Counter1 harus diawali dengan pembacaan ke TCNT1L. Blok diagram Timer/ Counter ditunjukkan dalam Gambar 2.12.



Gambar 2.12 Blok diagram Timer/Counter1

Sumber : Atmel, 2001 : 34

Timer/Counter1 mendukung fungsi perbandingan (*compare*) keluaran *timer/counter* dengan *Timer/Counter1 Output Compare Register* (OCR1). Pemilihan

mode perbandingan dapat dilihat dalam Tabel 2.4. Dengan men-set bit *Clear Timer/Counter1 on Compare Match* (CTC1) pada *Timer/Counter1 Control Register B* (TCCR1B), *Timer/Counter1* akan di-clear saat nilai *counter* sama dengan OCR1.

Fungsi *Timer/Counter1* yang lain adalah *pulse width modulation* (PWM) dan *input capture*. Lebih lanjut tentang dua fungsi ini dapat dilihat dalam *datasheet*.

Tabel 2.4 Mode *compare* pada *Timer/Counter1*

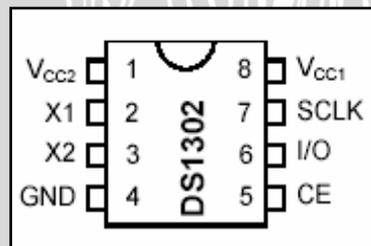
COM1X1	COM1X0	Description
0	0	<i>Timer/Counter1</i> tidak terhubung dengan OC1X
0	1	<i>Toggle</i> keluaran OC1X
1	0	<i>Clear</i> keluaran OC1X
1	1	<i>Set</i> keluaran OC1X

Keterangan : X = A atau B

Sumber : Atmel, 2001 : 36

2.4 RTC (Real Time Clock)

RTC merupakan rangkaian jam dan kalender dalam sebuah IC lengkap dengan *battery back up*-nya, bahkan rangkaian jam dalam IC tersebut dapat tetap bekerja walaupun *power supply* sudah dimatikan. RTC yang digunakan adalah tipe DS1302. IC ini dapat menghitung detik, menit, jam, tanggal, bulan, hari, dan tahun. Memiliki 31 x 8 RAM dan dalam transfer datanya baik proses baca atau tulis dapat dilakukan dengan cara *single-byte* maupun *multiple-byte*. DS1302 memiliki delapan buah pin, dimana konfigurasi pinnya dapat dilihat dalam Gambar 2.13.



Gambar 2.13 Konfigurasi pin DS1302

Sumber: Data Sheet DS1302,2004:1

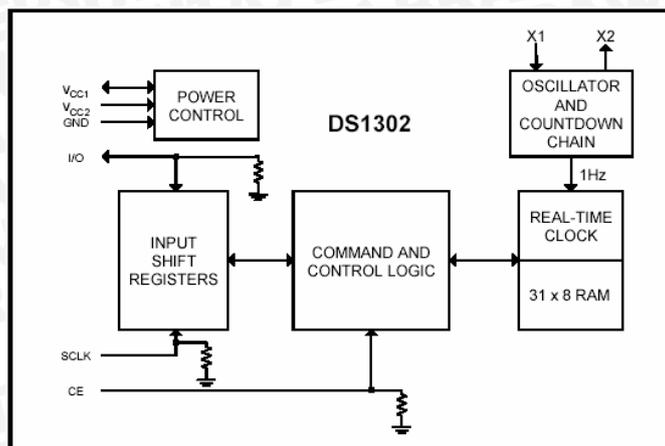
Fungsi masing-masing pin dijelaskan dalam Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Fungsi masing-masing pin

PIN	NAMA	FUNGSI
1	V _{CC2}	Pin power supply utama dalam konfigurasi supply dual. V _{CC1} dihubungkan pada sumber backup dan memelihara kerja dari DS1302 jika power supply utama tidak mampu untuk mencatu. Jika V _{CC2} lebih besar dari V _{CC1} + 0,2 volt, maka DS1302 akan dicatu oleh V _{CC2} . Jika V _{CC2} kurang dari V _{CC1} maka V _{CC1} yang akan mencatu DS1302.
2	X1	Koneksi untuk 32,768kHz Quartz Crystal Standard. Osilator internal dirancang untuk beroperasi dengan crystal yang mempunyai beban kapasitansi sebesar 6pF. Dapat juga digunakan osilator eksternal 32,768kHz dimana pin X1 dihubungkan ke osilator eksternal dan pin X2 diambangkan.
3	X2	
4	GND	Ground
5	CE	Input. Sinyal CE harus dinyatakan tinggi selama proses baca atau tulis. Pin ini mempunyai 40kΩ resistor pulldown internal yang terhubung ke ground.
6	I/O	Input/Push-Pull Output. Merupakan jalur data bidirectional untuk 3-wire interface dan mempunyai 40kΩ resistor pulldown internal yang terhubung ke ground.
7	SCLK	Input. Digunakan untuk perpindahan data sinkron pada antarmuka serial. Pin ini mempunyai 40kΩ resistor pulldown internal yang terhubung ke ground.
8	V _{CC1}	Digunakan sebagai <i>charger</i> daya dari DS1302 dan dihubungkan ke baterai.

Sumber: Data Sheet DS1302,2004:3

IC DS1302 mempunyai elemen-elemen utama yaitu shift register, control logic, oscillator, real-time clock, dan RAM. Blok diagram dari DS1302 ditunjukkan dalam Gambar 2.14.



Gambar 2.14 Blok diagram IC DS1302
Sumber: Data Sheet DS1302,2004:2

Informasi penanggalan dan waktu diperoleh dengan pembacaan byte register yang sesuai. Tabel 2.6 menggambarkan register-register RTC. Penanggalan dan waktu di-set dengan penulisan byte register yang sesuai. Isi dari register penanggalan dan waktu adalah dalam format binary-coded desimal (BCD).

Tabel 2.6. Alamat register RTC

READ	WRITE	BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0	RANGE
81h	80h	CH	10 Seconds			Seconds			00-59	
83h	82h	10 Minutes			Minutes			00-59		
85h	84h	12/24	0	10 AM/PM	Hour	Hour			1-12/0-23	
87h	86h	0	0	10 Date		Date			1-31	
89h	88h	0	0	0	10 Month	Month			1-12	
8Bh	8Ah	0	0	0	0	Day			1-7	
8Dh	8Ch	10 Year				Year				00-99
8Fh	8Eh	WP	0	0	0	0	0	0	0	—
91h	90h	TCS	TCS	TCS	TCS	DS	DS	RS	RS	—

Sumber: Data Sheet DS1302,2004:8

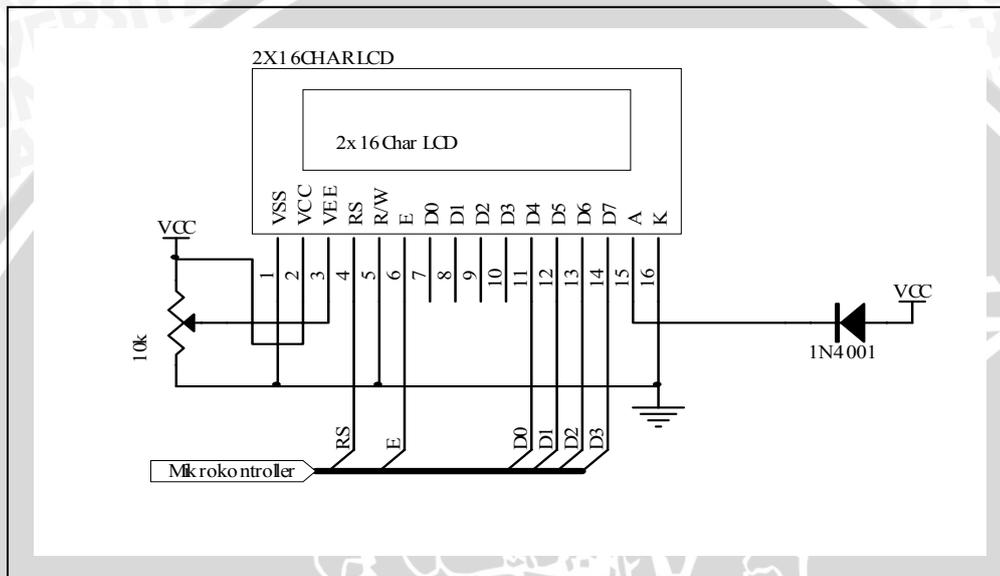
2.5 Antarmuka Dengan LCD

LCD yang disini digunakan untuk menampilkan jumlah tagihan telepon yang telah digunakan. LCD yang akan digunakan bertipe M1632 produksi SEIKO instrument inc. corporation. Spesifikasi dari LCD ini adalah sebagai berikut:

- Menampilkan 16 karakter pada tiap baris TN LCD dengan 5 x 7 dot matrik
- Pembangkit karakter ROM untuk 192 jenis karakter
- Pembangkit karakter RAM untuk 8 jenis karakter
- 80 x 8 bit data RAM

- Tegangan catu 5 volt dan temperatur operasi $0 - 50^{\circ} \text{C}$
- Otomatis reset pada saat dihidupkan

Masukan yang diperlukan untuk mengendalikan modul LCD ini berupa bus data yang masih termultipleks dengan bus alamat serta 3 bit sinyal kontrol, yaitu RS, R/W dan E. Sementara pengendali dot matrix LCD dilakukan secara internal oleh kontroler yang sudah terpasang pada modul LCD. Berikut ini adalah diagram blok dari LCD M1632. Blok diagram LCD ditunjukkan dalam Gambar 2.15.



Gambar 2.15 Blok Diagram LCD M1632
Sumber : Data Sheet LCD M1632

Fungsi pin dari LCD M1632 ditunjukkan dalam Tabel 2.7.

Tabel 2.7. Fungsi pin-pin pada LCD M1632

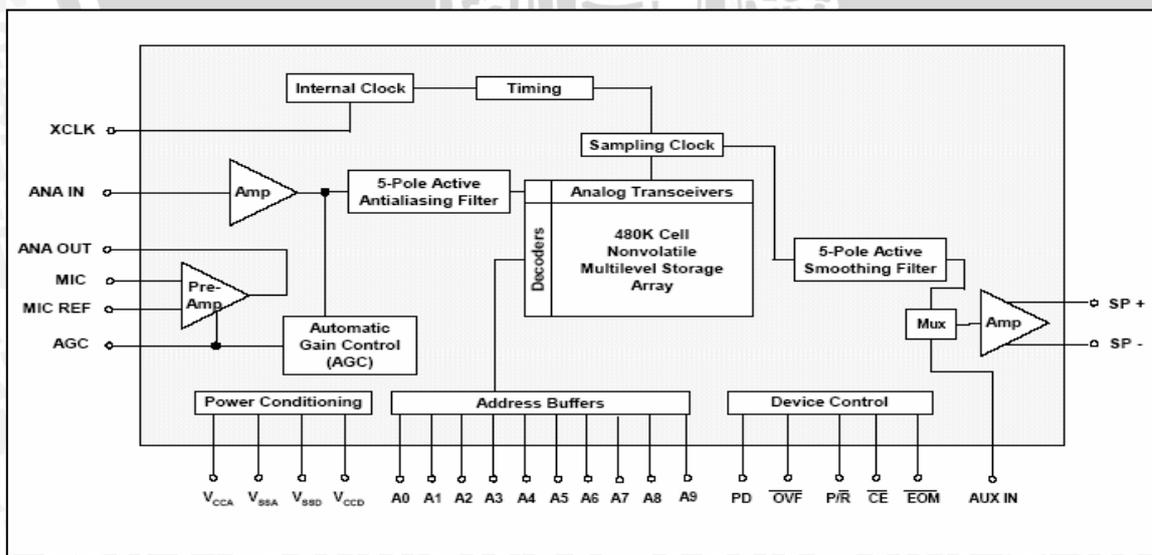
No Pin	Nama Pin	Fungsi
16	V - BL	Sebagai <i>ground</i> dari <i>backlight</i>
15	V + BL	Sebagai kutub positif dari <i>backlight</i>
7 - 14	DB0- DB7	Merupakan saluran data, berisi perintah dan data yang akan ditampilkan.
6	E	Sinyal operasi awal, sinyal ini mengaktifkan data tulis atau baca
5	R/W	Sinyal seleksi tulis atau baca 0 = tulis 1 = baca
4	RS	Sinyal pemilih register

		0 = register instruksi (tulis) 1 = register data (tulis dan baca)
3	Vlc	Untuk mengendalikan kecerahan LCD dengan mengubah Vlc
2	Vcc	Tegangan catu + 5 volt
1	Vss	Terminal <i>Ground</i>

Sumber : Data Sheet ISD25xx

2.6 ISD 2500

ISD (*Information storage Devices*) seri 2560 adalah Single Chip untuk merekam suara dan memainkannya kembali. Rekaman dimasukkan pada sel memory yang non volatile untuk menghindari adanya tegangan yang hilang. IC ISD menggunakan sistem DAST (*Direct Audio Storage Technology*) dimana sinyal audio atau sinyal suara akan disimpan secara langsung dalam bentuk analog asli ke memori. DAST akan memberikan reproduksi suara asli dalam Singel Chip. ISD 2560 mempunyai kualitas yang bagus, dapat digunakan menyimpan banyak pesan dengan durasi penyimpanan 60 detik. Peralatan CMOS yang ada didalamnya adalah Chip Oscilator, Microphone Preamplifier, Automatic Gain Control, Antialiasing filter, smoothing filter, Speaker Amplifier. Pada pengembangannya, ISD 2560 adalah mikrokontroler compatible, mengijinkan penyimpanan dan pengalamatan yang kompleks. Blok diagram ISD 2560 ditunjukkan dalam Gambar 2.16.

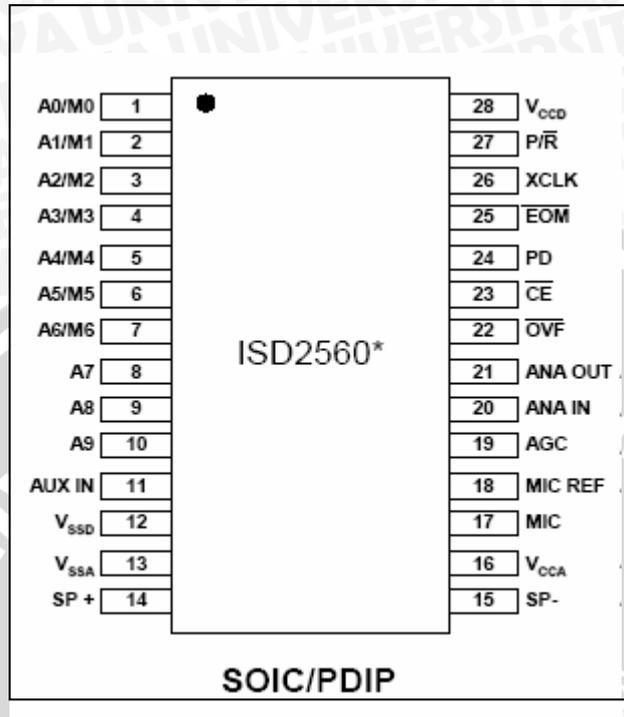


Gambar 2.16 Blok Diagram ISD2560

Sumber : Data Sheet ISD25xx

2.6.1 Pin-Pin IC ISD2560

Konfigurasi pin-pin ISD 2560 dapat ditunjukkan dalam Gambar 2.17.



Gambar 2.17 Susunan Pin ISD2560

Sumber: Data Sheet ISD25xx

Fungsi masing-masing pin IC ISD2560 dijelaskan sebagai berikut:

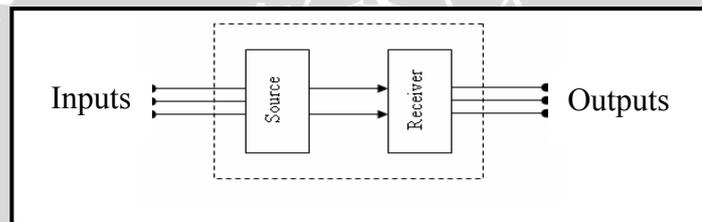
- *Input* tegangan (V_{CCA}, V_{CCD}), dihubungkan dengan sumber tegangan V_{CC} +5 volt.
- *Input ground* (V_{SSA}, V_{SSD}), dihubungkan dengan *ground*.
- PD (*Power Down*), digunakan untuk mengembalikan IC pada keadaan semula (*me-reset* IC) dan kembali ke alamat awal memori ISD2560 untuk proses *playback* dan *record*.
- CE (*Chip Enable*), untuk meng-*enable*-kan IC pada waktu digunakan dalam proses perekaman dan memainkan ulang data hasil rekaman.
- P/R (*playback/Record*), untuk menentukan kondisi IC dalam keadaan merekam dan memainkan ulang data hasil rekaman.
- $\overline{\text{EOM}}$ (*End of Message/ run Output*), sebagai indikator untuk menunjukkan IC sedang dalam proses perekaman atau memainkan ulang data hasil perekaman.

- $\overline{\text{OVF}}$ (*Over Flow output*), pin ini mengeluarkan sinyal *low* ketika proses perekaman atau memainkan ulang data telah melebihi batas kapasitas waktu yang disediakan.
- MIC (*Microphone Input*), mentransfer masukan sinyal analog ke penguat awal internal ISD2560.
- MIC REF (*Microphone Reference Input*), sebagai masukan membalik dari rangkaian penguat kerja IC untuk mengurangi *noise*.
- AGC (*Automatic Gain Control*), membantu meningkatkan kualitas perekaman agar dihasilkan kualitas perekaman dengan distorsi minimal.
- ANA OUT (*Analog Output*), terhubung dengan keluaran penguat awal internal ISD2560. Sinyal keluaran yang dihasilkan ini untuk mengetahui level tegangan dari AGC.
- ANA IN (*Analog Input*), untuk memasukkan sinyal analog yang dapat direkam IC. Apabila digunakan *mikrofon* sebagai media perekam maka pin ini dihubungkan dengan pin ANA OUT melalui kapasitor eksternal.
- XCLK (*External Clock Input*), kaki masukan untuk *clock eksternal* agar dihasilkan kepresisian perekaman data yang lebih tinggi. Penggunaan *clock eksternal* yang tidak tepat dan sesuai dengan spesifikasi teknis, mengakibatkan ketidaktepatan pencuplikan data yang diinginkan, sehingga data yang dihasilkan mempunyai kualitas rendah. Jika pin XCLK tidak digunakan harus dihubungkan ke ground.
- SP (+)/ SP (-) (*Speaker Output*), dihubungkan ke *speaker* untuk menghasilkan suara data hasil rekaman.
- AUX IN (*Auxiliary Input*), memultipleks *output* penguat dan keluaran output speaker, ketika pin CE dan P/R berlogika tinggi dan ketika *playback* tidak aktif. Aplikasi IC secara kaskade pin ini berfungsi untuk menghubungkan output SP+ ke pengendali *output* speaker.
- AX/MX (*Address/ Mode Input*), mempunyai dua fungsi pilihan tergantung pada kombinasi logika A8 dan A9, jika salah satu atau keduanya berlogika rendah maka IC digunakan untuk proses pengalamatan untuk aplikasi perekaman dan memainkan ulang data pada

alamat yang diatur oleh pemakai. Jika A8 dan A9 diberikan logika tinggi, maka IC digunakan dalam *mode* operasi.

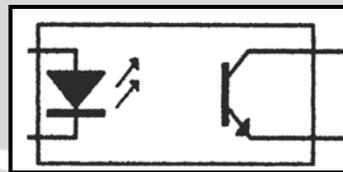
2.7 Optocoupler

Optocoupler adalah alat yang dipakai untuk mengkopel cahaya dari suatu sumber ke detektor tanpa adanya perantara. *Optocoupler* mempunyai sebuah sumber (source) yang terangkai secara optik dengan sebuah penerima (receiver). Sumber dan penerima ini tertutup dalam satu paket. Alat ini memiliki dua atau lebih terminal input yang terhubung dengan sumber dan dua atau lebih terminal output yang terhubung dengan penerima. Meskipun secara optik terhubung, antara input dan output terisolasi secara elektrik. Desain dasar dari sebuah *optocoupler* ditunjukkan dalam Gambar 2.18.



Gambar 2.18 Dasar *Optocoupler*
Sumber: *Optoelectronics*, 1995, 285

Optocoupler memiliki dua rangkaian yang terpisah. Rangkaian input terdiri atas sebuah radiasi. Flux dari sumber diterima oleh sebuah detektor pada rangkaian output, yang disebut receiver. Fitur utama dari alat ini adalah sumber dan penerima terhubung secara optik tapi terisolasi secara elektrik. Bentuk dan diagram rangkaian *optocoupler* dapat dilihat dalam Gambar 2.19.



Gambar 2.19 Diagram rangkaian *optocoupler*
Sumber : *Motorola Semiconductor Technical Data 7:2*

Optocoupler memiliki sebuah LED yang dihubungkan dengan masukan dan sebuah transistor yang dihubungkan dengan keluaran.

Prinsip kerja dari *optocoupler* adalah apabila ada tegangan yang melewati LED, maka LED akan memancarkan cahaya dimana cahaya tersebut akan diterima oleh foto transistor yang kemudian mengaktifkan transistor tersebut apabila diberi tegangan catu.

2.8 Relay

Relay merupakan sakelar yang dikendalikan dengan arus listrik. Relay ini berfungsi untuk memutuskan listrik ketika jatah pemakaian listrik telah habis. Pada dasarnya relay terdiri atas sebuah kumparan yang terlilit pada inti besi lunak, dan kontak-kontak. Kalau kumparan dilalui inti besi maka besi lunak, lunak berubah menjadi magnet dan menarik atau menolak suatu pegas, sehingga kontak dapat membuka atau menutup. Macam-macam relay elektromagnetik dibedakan menjadi:

- a. Relay dengan kontak normal terbuka.
- b. Relay dengan kontak normal tertutup.
- c. Relay dengan dua kontak (Terbuka dan Tertutup).
- d. Relay dengan kontak tukar.
- e. Relay dengan dua kutub bipolar.

BAB III

METODOLOGI PENULISAN

Bab ini menyajikan metodologi yang dipergunakan dalam pembuatan Alat Penghitung dan Penyimpan Biaya Percakapan Telepon Dengan Menggunakan Password serta penyusunan laporan yang menyertainya. Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

3.1 Studi Literatur

Studi literature yang dilakukan dalam perencanaan pembuatan alat penghitung dan penyimpan biaya telepon yaitu:

- Studi tentang dasar-dasar telepon.
- Studi tentang mikrokontroller sebagai pengatur kerja sistem.
- Studi tentang komponen-komponen yang mendukung terbentuknya alat penghitung dan penyimpan biaya telepon.
- Studi tentang penyimpanan suara pada operator yang terhubung pada telepon.
- Studi mengenai perangkat lunak berupa pemrograman bahasa tingkat tinggi yang dipergunakan dalam pembuatan alat penghitung dan penyimpan biaya telepon dengan menggunakan password.

3.2 Penentuan Spesifikasi alat

Alat penghitung dan penyimpan biaya telepon dengan menggunakan password mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

- Alat ini bekerja untuk telepon jenis DTMF, karena hanya dapat mendeteksi nada-nada DTMF.
- Menggunakan mikrokontroller sebagai pengatur kerja utama sistem.
- Catu daya berupa tegangan searah sebesar 5V.
- Penghitungan biaya dilakukan dengan membuat data base sendiri dan menghitung pulsa berdasarkan penghitungan dari pihak PT. TELKOM.
- Program yang dipergunakan sistem adalah bahasa *Assembler*.

3.3 Perencanaan Alat

Dari peralatan yang telah ditentukan spesifikasi seperti tersebut diatas proses perancangan dibagi dalam dua kelompok yaitu perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak sebagai berikut:

3.3.1 Perencanaan Perangkat Keras

Perencanaan perangkat keras alat dimulai dengan pembuatan blok diagram keseluruhan. Setiap bagian dari blok diagram keseluruhan sistem tersebut kemudian dianalisa, diperhitungkan, dan dilakukan perancangan berdasarkan fungsinya masing-masing dengan mengacu pada spesifikasi keseluruhan yang telah ditentukan. Proses perancangan perangkat keras ini perlu dilakukan dengan seksama dalam hal perhitungan nilai komponen, juga alur-alur logika antar komponen karena sebagian besar komponen yang dipergunakan dalam sistem ini berupa piranti digital. Selain hal tersebut diatas penentuan konfigurasi penggunaan port pada komponen mikrokontroler berhubungan dengan proses pembuatan dan perancangan perangkat lunak.

3.3.2 Perencanaan Perangkat Lunak

Perangkat lunak pendukung pada sistem ini mempunyai dua program utama, yaitu pertama program untuk menghitung dan menyimpan biaya telepon dan kedua untuk proses pengaturan perangkat keras yang dilakukan melalui proses interaksi dengan masukan dari perangkat keras. Dalam perancangan perangkat lunak yang digunakan sebagai bahasa pemrograman adalah bahasa *Assembler*.

3.4 Pembuatan Alat

Pembuatan alat dimulai dengan penyusunan rangkaian yang telah dirancang diatas *project board* dilanjutkan dengan proses desain jalur-jalur rangkaian PCB dengan *software Protel Advanced PCB* yang umum digunakan dalam proses perancangan PCB, pembuatan PCB sesuai dengan hasil rancangan yang telah dibuat, perakitan dan penyolderan komponen elektronika untuk mewujudkan rangkaian jadi yang siap untuk diuji. Pembuatan alat selanjutnya disempurnakan dengan pembuatan perangkat lunak untuk menjalankan sistem sesuai dengan spesifikasinya.

3.5 Pengujian Rangkaian

Pengujian rangkaian dilakukan untuk mengetahui unjuk kerja sistem baik per blok maupun secara keseluruhan, apakah alat yang dirancang telah sesuai dengan spesifikasi yang telah dirancang. Pengujian alat dilakukan dengan menggunakan beberapa instrumentasi lainnya untuk pengujian perangkat keras serta dibantu dengan program yang dibuat khusus untuk menguji perangkat lunak.

Rangkaian pengujian yang akan diuji adalah:

- Pengujian rangkaian pembangkit sinyal DTMF (TP5088).

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah rangkaian dapat mengirimkan sinyal DTMF ke line telepon.

- Pengujian rangkaian detector frekuensi (LM567).

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui sinyal masukan yang akan diterima.

- Pengujian rangkaian detector tone (MT8870).

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah penerima DTMF tersebut dapat menerima sinyal DTMF dan mengkonversikan ke format BCD dengan benar.

- Pengujian rangkaian Mikrokontoller, LCD dan RTC.

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah mikrokontroller dapat bekerja dengan benar, dapat menulis data dan mengambil data pada mikrokontroller dan RTC serta dapat menampilkannya pada LCD.

- Pengujian rangkaian ISD.

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah ISD dapat merekam suara yang telah disimpan dan dapat memainkannya kembali (*play back*).

- Pengujian Perangkat Lunak

Setelah perangkat keras dirancang sesuai dengan perencanaan, maka langkah selanjutnya adalah perancangan perangkat lunak. Perangkat lunak ini difungsikan untuk mengatur keseluruhan sistem yang terdiri atas beberapa perangkat keras sehingga sistem ini dapat bekerja dengan baik. Perancangan perangkat lunak dilakukan dengan pembuatan diagram alir dan membuat *source code* program.

- Pengujian rangkaian keseluruhan.

Pengujian keseluruhan sistem dilakukan dengan menyambungkan semua blok selanjutnya mengoperasikan sistem dan dapat diketahui apakah alat ini bekerja sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan

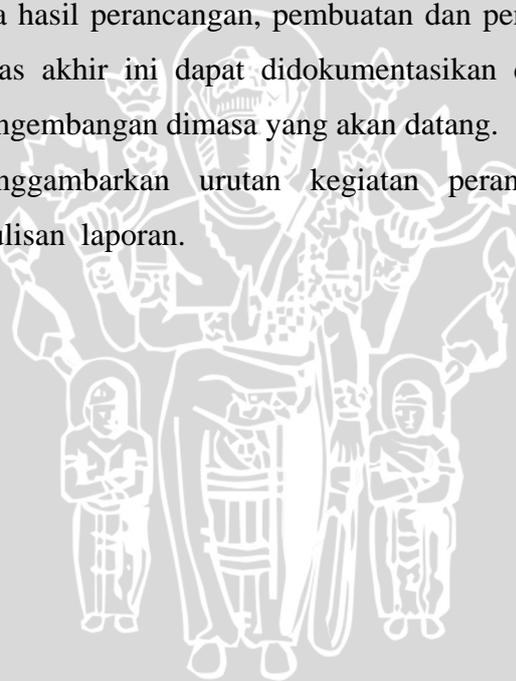
3.6 Pengambilan Kesimpulan dan Saran

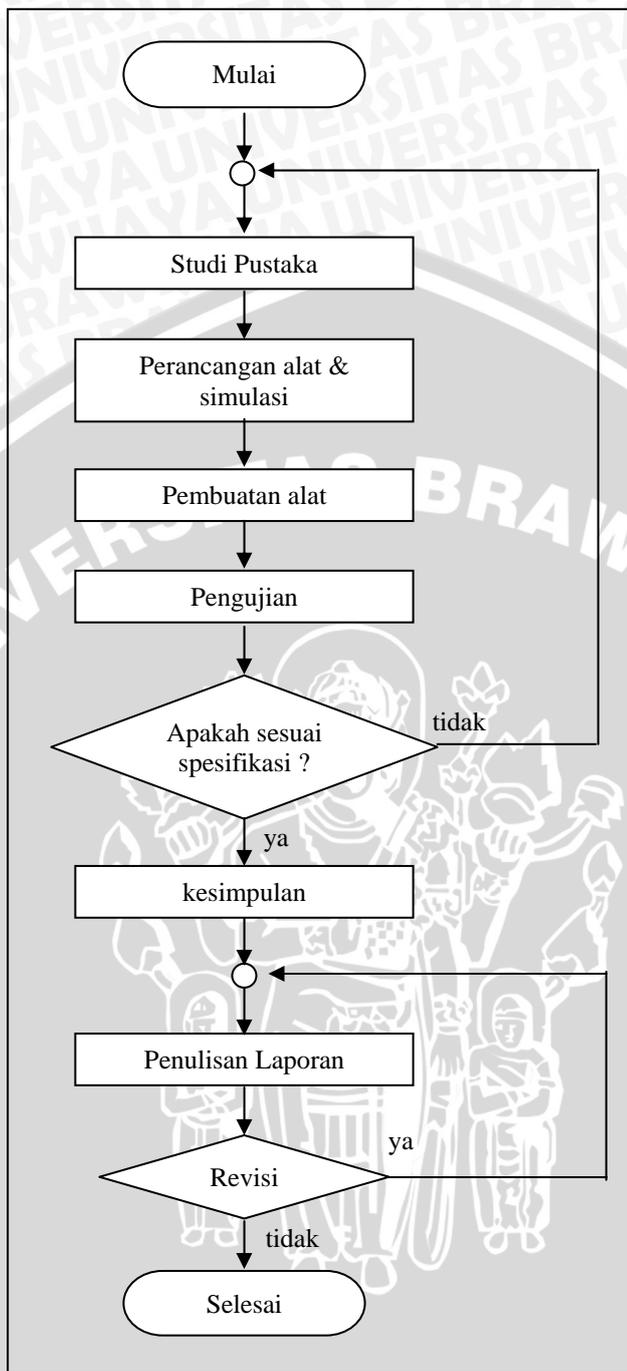
Setelah melakukan pengujian dan melihat unjuk kerja keseluruhan sistem yang telah dibuat kemudian dibandingkan dengan spesifikasi sistem yang telah ditetapkan sebelumnya maka dapat ditarik kesimpulan apakah alat yang dibuat telah sesuai dengan apa yang diharap atau belum.

3.7 Penulisan Laporan

Setelah semua data hasil perancangan, pembuatan dan pengujian didapat maka disusun laporan agar tugas akhir ini dapat didokumentasikan dan dapat digunakan sebagai referensi untuk pengembangan dimasa yang akan datang.

Gambar 3.1 menggambarkan urutan kegiatan perancangan, pembuatan, pengujian alat hingga penulisan laporan.





Gambar 3.1 Diagram alur pelaksanaan tugas akhir.

BAB IV

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

Perencanaan alat penghitung dan penyimpan biaya telepon dengan menggunakan password ini meliputi beberapa tahapan perencanaan yang nantinya diharapkan terwujud sesuai hasil yang dikehendaki dengan menitik beratkan dari segi daya guna estetika dan kemungkinan pengembangan.

Bab ini membahas perencanaan perangkat keras yang akan digunakan sebagai penunjang sistem pelayanan biaya telepon dan juga pembahasan tentang perangkat lunak yang merupakan pengatur kerja sistem.

4.1 Perencanaan Sistem

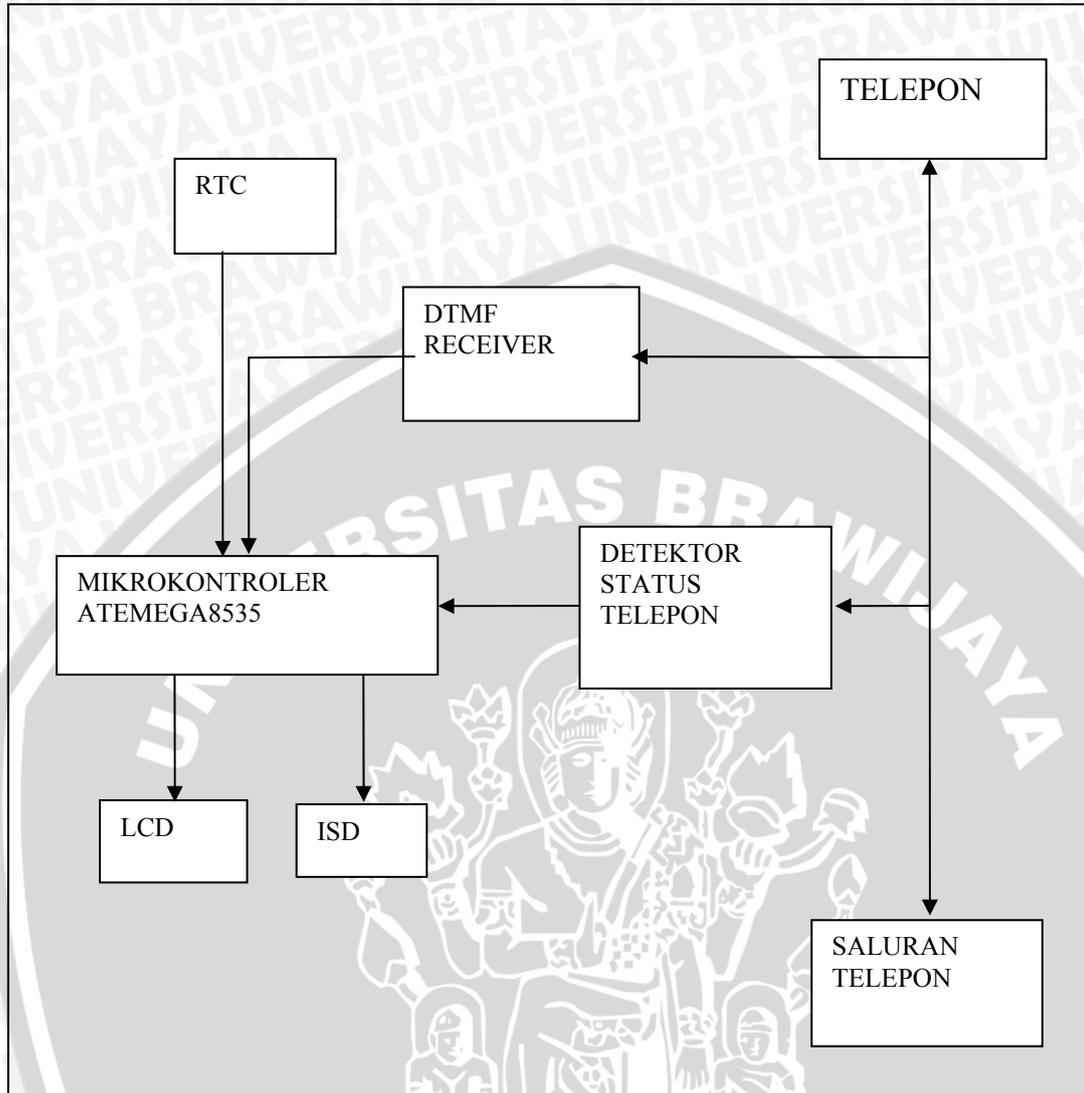
4.1.1 Spesifikasi Alat

Perencanaan alat ini mempunyai beberapa spesifikasi diantaranya:

1. Menggunakan mikrokontroler ATmega8535 sebagai pengolah data dan pengontrol seluruh kinerja sistem.
2. Menggunakan DTMF receiver yang mengubah frekuensi menjadi data biner.
3. Menggunakan ISD sebagai keluaran suara untuk memandu pengguna layanan telepon.
4. Tampilan pada display LCD berupa besarnya jumlah tagihan yang telah digunakan.
5. Menggunakan RTC untuk mengetahui jam dan kalender saat penggunaan telepon.

4.1.2 Blok Diagram Alat

Blok diagram dari Alat Penghitung dan Penyimpan Biaya Percakapan Telepon Dengan Menggunakan Password di tunjukkan dalam Gambar 4.1



Gambar 4.1 Blok Diagram Keseluruhan Sistem
Sumber : Perancangan

Prinsip kerja rangkaian ini adalah:

Pada saat ada pengangkatan *handset* maka detector status telepon akan mendeteksi tegangan dan memberikan masukan pada mikrokontroler, mikrokontroler akan memerintahkan ISD untuk memberikan informasi kepada pengguna untuk memasukkan password. Setelah password dimasukkan detektor DTMF akan mengubahnya kedalam bentuk biner dan mikrokontroler akan mencocokkan nomor password dan jika sesuai maka mikrokontroler kembali memerintahkan ISD untuk memberikan informasi pada pengguna untuk memilih fasilitas yang telah disediakan diantaranya fasilitas untuk melakukan panggilan telepon dan fasilitas untuk mengetahui total tagihan pengguna. Jika pengguna memilih untuk melakukan

panggilan telepon maka detektor *DTMF* akan mengubah sinyal *DTMF* yang dikeluarkan oleh pesawat telepon yang akan melakukan panggilan keluar. Data tersebut akan disimpan sementara oleh Mikrokontroler. Setelah detektor status telepon memberikan sinyal bahwa *line* telepon telah tersambung, maka Mikrokontroler akan mencatat nomor tujuan, dan waktu awal percakapan. Setelah percakapan selesai, yaitu setelah detektor status telepon memberikan sinyal bahwa *line* telepon sudah terputus, maka Mikrokontroler akan mencatat waktu akhir percakapan melalui *Real Time Clock*, lalu Mikrokontroler akan mengolah data yang sudah ada untuk kemudian menentukan biaya percakapan tersebut.

Data percakapan tersebut akan disimpan dalam *EEPROM internal*, kemudian akan ditampilkan dalam LCD jika pengguna ingin mengetahui total tagihan teleponnya.

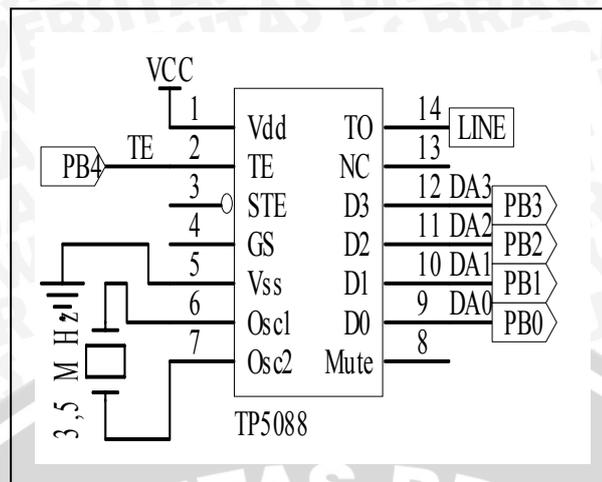
4.2 Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan dalam sistem ini terdiri atas beberapa bagian yaitu:

1. Rangkaian Pembangkit Nada *DTMF* TP5088 (*Tone Generator*)
2. Rangkaian *Frekuensi Detector* LM567
3. Rangkaian *Tone Detector* *DTMF* MT8870
4. Rangkaian ATmega8535
5. Rangkaian *ISD*
6. Rangkaian *LCD*
7. Rangkaian *RTC*
8. Rangkaian *Relay*

4.2.1. Rangkaian Pembangkit Nada *DTMF* (*Tone Detector*)

Rangkaian pembangkit nada *DTMF* ini menggunakan komponen utama yaitu TP5088 sebagai pembangkit sinyal *DTMF*. Masukan dari rangkaian ini berupa data dalam bentuk *BCD* yang kemudian diubah menjadi sinyal *DTMF*. Rangkaian Pembangkit nada *DTMF* ditampilkan dalam Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Rangkaian Pembangkit Nada DTMF
Sumber : Perancangan

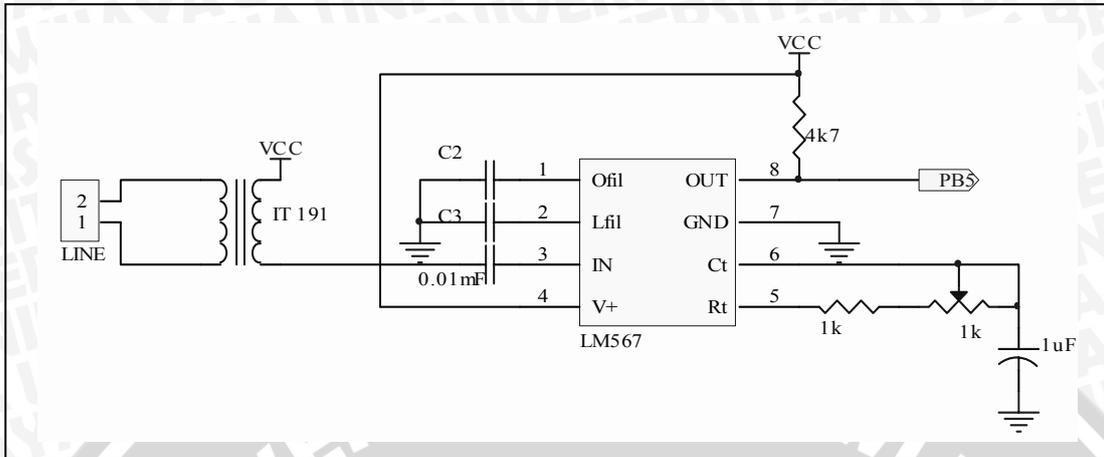
Dimana fungsi masing-masing pin TP5088 sebagai berikut:

- VDD dan VSS merupakan penyemat catu daya, VDD dihubungkan dengan catu positif dan VSS pada *ground*.
- Osc In dan Osc Out pin ini dihubungkan dengan kristal atau sumber *osilator* dari luar.
- *Tone Enable* (TE) masukan ini mempunyai sebuah resistor *pull-up* internal. Ketika *Tone Enable* dalam kondisi *low*, osilator akan dihentikan, sehingga *tone* generator dan keluaran transistor mati. Perubahan logika ‘0’ ke logika ‘1’ pada *Tone Enable* menahan data dari D0-D3. Osilator akan mulai bekerja dan *tone* generator kontinu sampai *Tone Enable* kembali ke keadaan *low*.
- D0, D1, D2, D3 merupakan masukan untuk data biner yang dikodekan, yang ditahan pada posisi naik oleh *Tone Enable*.
- Tone Out untuk keluaran sinyal DTMF yang terhubung ke line telepon.

4.2.2. Rangkaian LM567

Pada saat telepon melakukan sambungan maka akan terdengar nada sambung yang bermacam-macam. IC LM567 dipergunakan sebagai alat yang mendeteksi nada sambung. IC ini akan mendeteksi beberapa kategori nada sambung yaitu, *dial tone* dengan frekuensi 425Hz, *ringing tone* dengan frekuensi 425Hz dan memiliki tenggat waktu *on* 2 detik dan *off* 4 detik, *busy tone* dengan frekuensi 425Hz memiliki tenggat

waktu *on* 0,5 detik dan *off* 0,5 detik. Rangkaian LM567 ini ditunjukkan dalam Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Rangkaian Frekuensi detektor LM567
Sumber : Perancangan

Frekuensi center dapat diatur antara 0,01 Hz sampai dengan 500 kHz dengan mengatur nilai R_1 dan C_1 . Jika masukan pada pin 3 diberi frekuensi yang sama dengan frekuensi yang telah diset pada rangkaian maka keluarannya akan berubah dari logika tinggi ke logika rendah. Perubahan tegangan ini akan diinput ke mikrokontroller sebagai masukan dan *software* akan merespon dan mendeteksi lamanya perubahan logika. Untuk menentukan frekuensi masukan yang akan dideteksi (center frekuensi) digunakan persamaan (*National Semiconductor, 1982*) :

$$F_0 = \frac{1}{1,1 \cdot R_1 \cdot C_1}$$

- Dimana
- F_0 = frekuensi tengah masukan
 - R_1 = hambatan (Ω)
 - C_1 = kapasitor (F)

Dengan memasukkan nilai *frekuensi* sebesar 425 Hz nilai C_1 sebesar $1\mu\text{F}$ pada persamaan diatas maka:

$$F_0 = \frac{1}{1,1 * R_t * C_t}$$

$$425 = \frac{1}{1,1 * R_t * 1.10^{-6}}$$

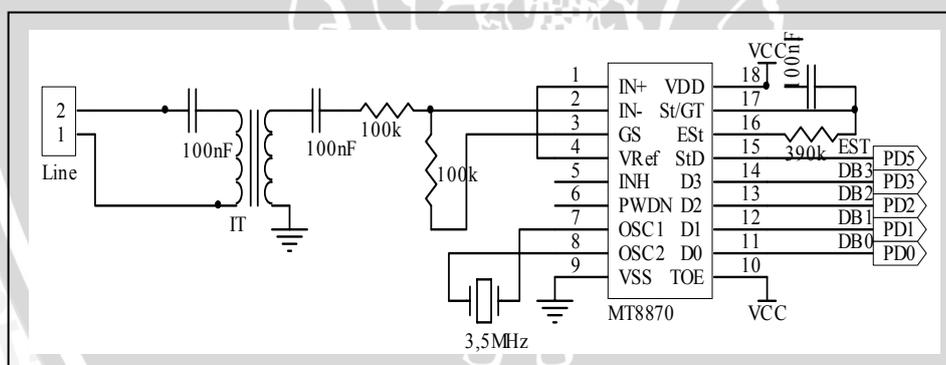
$$R_t = 2139.03\Omega$$

Dengan menggunakan resistor sebesar $1k\Omega$ dan resistor variable sebesar $1k\Omega$ maka jangkauan frekuensi sebesar 425Hz dapat dikodekan.

Untuk mempersempit lebar *bandwith* pin 2 diberi kapasitor yang punya nilai pendekatan sebesar dua kali C_t . Kapasitor sebesar $0,01\mu\text{F}$ digunakan untuk menapis tegangan DC dari *line* telepon dan melewati sinyal AC. Sebelum masuk ke *line* telepon, *input* LM567 perlu dikopel terlebih dahulu dari trafo IT 191 untuk penyesuaian impedansi dengan *line* telepon dan memisahkan secara elektronik rangkaian dari *line* telepon.

4.2.3. Rangkaian DTMF

Fungsi dari *decoder* DTMF adalah untuk menterjemahkan saat terjadi penekanan dan penerimaan tombol telepon dengan mode tone menjadi nada biner. *Decoder* DTMF yang dipergunakan disini berupa rangkaian terpadu dari keluarga CMOS yaitu MT8870 produksi Mitel Inc. IC ini dapat menterjemahkan penekanan tombol dengan mode dial tone ke dalam bentuk data digital 4 bit. Rangkaian DTMF ini ditunjukkan dalam Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Rangkaian tone detector DTMF
Sumber : Perancangan

MT8870 dilengkapi dengan kristal ($3,579545\text{MHz}$), C_2 dan R_3 dipakai untuk menentukan waktu minimal untuk mengenali nada DTMF yang diterima, rangkaian penguat sinyal DTMF dibentuk dengan R_1 , C_1 , dan R_2 .

StD (*Delayed Streering*) pada kaki nomor 15 merupakan output yang menandakan MT8870 mempunyai data DTMF baru yang bisa diambil. Pada saat tidak ada nada DTMF kaki StD berlogika 0. Jika sinyal yang masuk MT8870

mengandung nada DTMF dan nada itu lamanya melebihi konstanta waktu yang ditentukan oleh C_2 dan R_3 , maka Std akan berubah menjadi logika 1, Sehingga mikrokontroler mengetahui bahwa ada data di D_0 sampai D_3 (kaki 11 sampai dengan 14) yang bisa diambil. Sinyal Std akan tetap bertahan pada logika 1 bilamana nada DTMF masih ada. Dalam Gambar 4.4 StD dipantau lewat kaki PD.5 ATMEGA8535.

TOE (*Tristate Output Enable*) pada kaki 10 merupakan input untuk mengatur data di D_0 sampai D_3 . Jika TOE berlogika 0 rangkaian output D_0 sampai D_3 akan mengandung *high impedance state*, sehingga data tidak bisa diambil. Agar data dapat diambil maka kaki TOE harus diberi logika 1. Dalam Gambar 4.4 TOE dihubungkan dengan V_{CC} .

Kapasitor kopling pada masukan IC DTMF digunakan untuk menahan arus DC agar tidak masuk ke rangkaian. Nilai kapasitansi C_1 ditentukan sebesar 100 nF, dan resistansi R_1 ditentukan sebesar 100 k Ω . Resistor R_2 digunakan sebagai umpan balik untuk menentukan penguatan pada penguat kerja. Nilai R_2 sebesar 100 k Ω . Nilai-nilai tersebut diperoleh dari:

$$A_v = \frac{R_2}{R_1}$$

dengan penguatan yang diharapkan adalah sebesar satu.

$$1 = -\frac{R_2}{100k\Omega}$$

$$R_2 = 100k\Omega$$

Waktu tunda ditentukan oleh resistor R_3 dan C_2 dari saat kombinasi nada diterima hingga dikeluarkan dalam bentuk biner 4 bit. Di dalam datasheet, besarnya R_3 dan C_2 adalah 390 k Ω , dan 100 nF. Waktu tunda t_{GTP} (*Guard Time Tone Present*) yang diperlukan DTMF untuk menentukan adanya nada baru dapat dihitung melalui persamaan dibawah ini

$$t_{GTP} = (R_3 \cdot C_2) \ln \left[\frac{V_{DD}}{V_{DD} - V_{TSt}} \right]$$

sesuai dengan datasheet, $V_{TSt \min} = 2,2$ volt, $V_{TSt \max} = 2,5$ volt, dan $V_{DD} = 5$ volt.

Maka nilai maksimumnya diperoleh :

$$\begin{aligned} t_{GTP \max} &= (R_3 \cdot C_2) \ln \left[\frac{V_{DD}}{V_{DD} - V_{TSt \max}} \right] \\ &= (390 \cdot 10^3 \cdot 100 \cdot 10^{-9}) \ln \left[\frac{5}{5 - 2,5} \right] \\ &= 27,03274 \text{ ms} \end{aligned}$$

dan nilai minimalnya diperoleh :

$$\begin{aligned} t_{GTP \min} &= (R_3 \cdot C_2) \ln \left[\frac{V_{DD}}{V_{DD} - V_{TSt \min}} \right] \\ &= (390 \cdot 10^3 \cdot 100 \cdot 10^{-9}) \ln \left[\frac{5}{5 - 2,2} \right] \\ &= 22,61292 \text{ ms} \end{aligned}$$

dan untuk menentukan waktu tunda t_{GTA} (*Guard Time Tone Absent*) yang diperlukan untuk mendeteksi bahwa ada nada DTMF yang masuk ditentukan oleh persamaan :

$$t_{GTA} = (R_3 \cdot C_2) \ln \left[\frac{V_{DD}}{V_{TSt}} \right]$$

nilai maksimalnya :

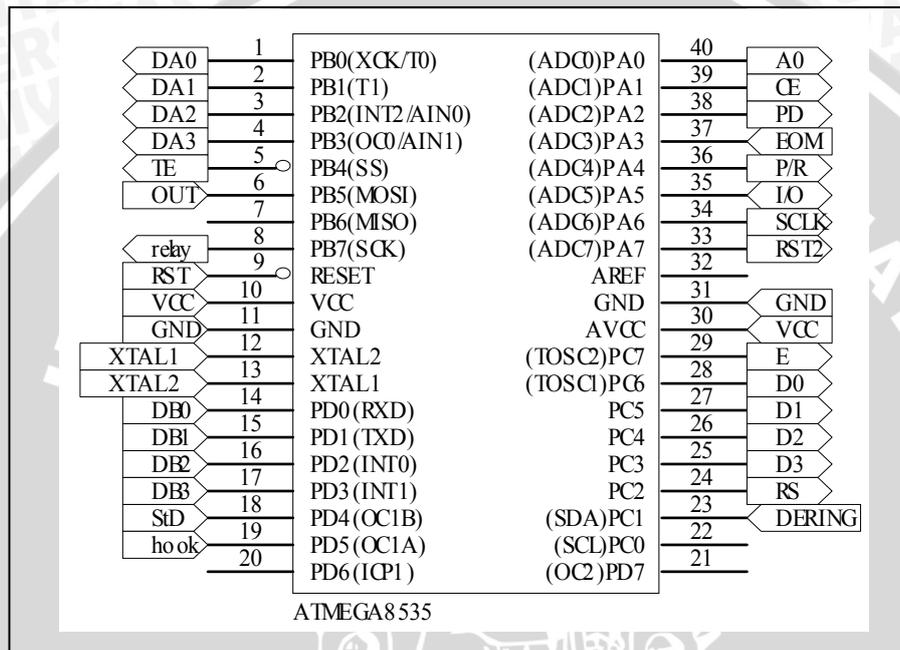
$$\begin{aligned} t_{GTA \max} &= (R_3 \cdot C_2) \ln \left[\frac{V_{DD}}{V_{TSt \min}} \right] \\ &= (390 \cdot 10^3 \cdot 100 \cdot 10^{-9}) \ln \left[\frac{5}{2,2} \right] \\ &= 32,018241 \text{ ms} \end{aligned}$$

dan nilai minimalnya :

$$\begin{aligned} t_{GTA \min} &= (R_3 \cdot C_2) \ln \left[\frac{V_{DD}}{V_{TSt \max}} \right] \\ &= (390 \cdot 10^3 \cdot 100 \cdot 10^{-9}) \ln \left[\frac{5}{2,5} \right] \\ &= 27,03274 \text{ ms} \end{aligned}$$

4.2.4. Rangkaian Mikrokontroler ATMEGA8535

Salah satu komponen yang digunakan dalam Alat ini adalah mikrokontroler ATMEGA8535. Jenis mikrokontroler ini dipilih karena pin I/O yang mencukupi untuk penggunaan pada alat ini. Sebagai pusat dari pengolahan data dan pengontrolan alat, pin-pin ATMEGA8535 dihubungkan pada rangkaian pendukung membentuk suatu sistem minimum seperti dalam Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Rangkaian Mikrokontroler
Sumber : Perancangan

Mikrokontroler ATMEGA8535 mempunyai 4 port yaitu port A, port B, port C dan port D, 32 jalur yang dapat diprogram menjadi masukan atau keluaran. Dalam Gambar 4.5 ditunjukkan rangkaian mikrokontroler dimana pin-pin yang digunakan dalam perancangan alat ini adalah sebagai berikut :

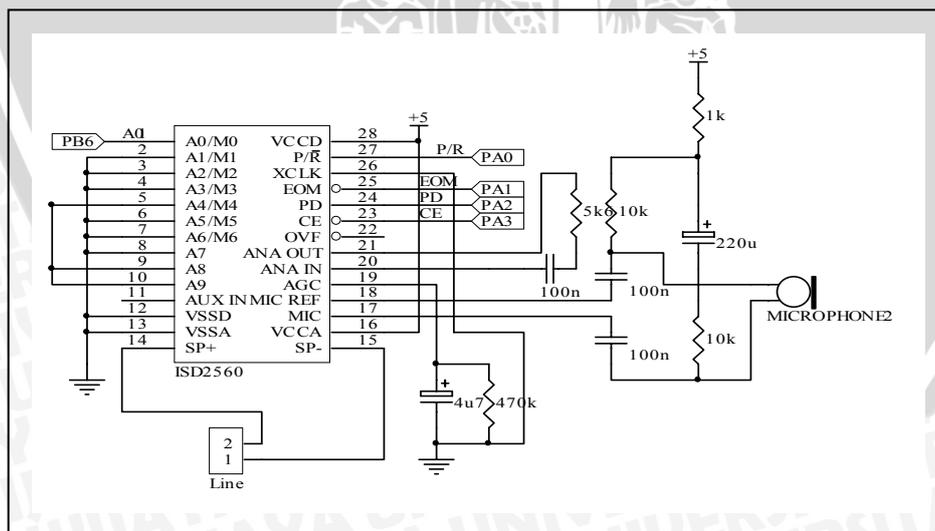
- PA0 dihubungkan pin A₀ pada ISD.
- PA1 dihubungkan ke pin EOM (*End of Message/run output*) pada ISD yang digunakan untuk indikator untuk menunjukkan IC sedang dalam proses perekaman atau memainkan ulang data hasil perekaman.

- PA2 dihubungkan ke pin PD (*Power Down*) pada ISD yang digunakan untuk mengembalikan IC pada kondisi semula (*me-reset* IC).
- PA3 dihubungkan ke pin CE (*Chip Enable*) pada ISD yang digunakan untuk meng-*enable*-kan IC pada waktu digunakan dalam proses perekaman dan memainkan ulang data hasil rekaman.
- PA4 dihubungkan ke pin P/R pada ISD yang digunakan untuk mode perekam/ memainkan.
- PA5 dihubungkan ke pin I/O pada RTC.
- PA6 dihubungkan ke pin SCLK pada RTC.
- PA7 digunakan sebagai reset pada RTC.
- PB0-PB3 dihubungkan ke pin D₀-D₃ pada TP5088 sebagai masukan data biner.
- PB4 dihubungkan ke pin TE (*Tone Enable*) pada TP5088.
- PB5 dihubungkan ke pin 8 pada LM567.
- PB7 dihubungkan pada rangkaian relay.
- PC1 dihubungkan ke detektor dering.
- PC2 dihubungkan ke pin RS pada LCD.
- PC3-PC5 digunakan sebagai keluaran untuk mengirimkan alamat ke bus data LCD D0-D3.
- PC7 dihubungkan ke pin E (*Enable*) pada LCD.
- PD0-PD3 dihubungkan ke D0-D3 pada DTMF MT8870 digunakan sebagai penerima data.
- PD4 dihubungkan ke pin StD pada penerima DTMF MT8870.

- PD5 dihubungkan pada detektor hook.
- RESET difungsikan sebagai input pengendali reset.
- XTAL1 dan XTAL2 digunakan sebagai input dari rangkaian osilator kristal.

4.2.5. Rangkaian ISD 2560

ISD (*Information Storage Devices*) seri 2500 adalah Singel Chip untuk merekam suara dan memainkannya kembali. Rekaman dimasukkan pada sel memori yang non volatile untuk menghindari adanya tegangan yang hilang. IC ISD menggunakan sistem DAST (*Direct Audio Storage Technology*) dimana sinyal audio atau sinyal suara akan disimpan secara langsung dalam bentuk analog asli ke memori. DAST akan memberikan reproduksi suara asli dalam Singel Chip. ISD 2500 mempunyai kualitas bagus, dapat digunakan menyimpan banyak pesan dengan durasi penyimpanan dari 60, 75, 90 dan 120 detik. Peralatan CMOS yang ada didalamnya adalah Chip Oscilator, Microphone Preamplifier, Automatic Gain Control, Antialiasing filter, Smoothing Filter, Speaker Amplifier. Gambar rangkaian IC ISD 2500 ditunjukkan dalam Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Rangkaian perekam suara ISD 2500
Sumber : Perancangan

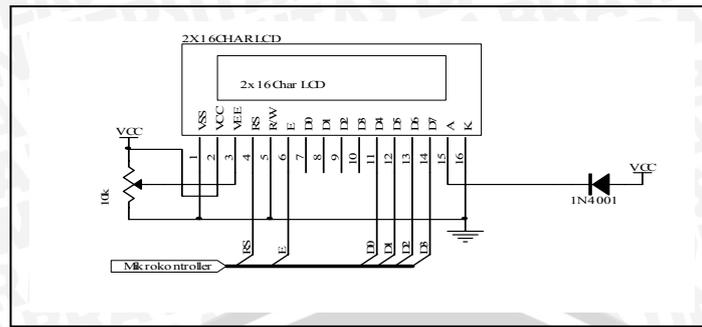
Fungsi masing-masing dari IC ISD 2500 dijelaskan sebagai berikut:

- *Input* tegangan (V_{CCA}, V_{CCD}), dihubungkan dengan sumber tegangan VCC +5 Volt.
- *Input ground* (V_{SSA}, V_{SSD}), dihubungkan dengan *ground*.
- PD (*Power Down*), digunakan untuk mengembalikan IC pada keadaan semula me-reset IC dan kembali ke alamat awal memori ISD 2500 untuk proses *playback* dan *record*.
- CE (*Chip Enable*), untuk meng-*enable*-kan IC pada waktu digunakan dalam proses perekaman dan memainkan ulang data hasil rekaman.
- P/R (*Playback/Record*), untuk menentukan kondisi IC dalam keadaan merekam atau memainkan ulang data hasil rekaman.
- $\overline{\text{EOM}}$ (*End of Message/run output*), sebagai indikator untuk menunjukkan IC sedang dalam proses perekaman atau memainkan ulang data hasil perekaman.
- $\overline{\text{OVF}}$ (*Over Flow output*), kaki ini mengeluarkan sinyal *low* ketika proses perekaman atau memainkan ulang data telah melebihi batas kapasitas waktu yang disediakan.
- MIC (*Microphone Input*), mentransfer masukan sinyal analog ke penguat awal internal ISD 2500.
- MIC REF (*Microphone Reference Input*), sebagai masukan membalik dari rangkaian penguat kerja IC untuk mengurangi *noise*.
- AGC (*Automatic Gain Control*), membantu meningkatkan kualitas perekam agar dihasilkan kualitas perekam dengan distorsi minimal.
- ANA OUT (*Analog Output*), terhubung dengan keluaran penguat awal internal ISD 2500. sinyal keluaran yang dihasilkan ini untuk mengetahui level tegangan dari AGC.
- ANA IN (*Analog Input*), untuk memasukkan sinyal analog yang dapat direkam IC. Apabila digunakan *mikrofon* sebagai media perekam maka kaki ini dihubungkan dengan ANA OUT melalui kapasitor eksternal.

- XCLK (*Eksternal Clock Input*), kaki masukan untuk *Clock eksternal* agar dihasilkan kepresisian perekaman data yang lebih tinggi. Penggunaan *clock eksternal* yang tidak tepat dan sesuai dengan spesifikasi teknis, mengakibatkan ketidaktepatan pencuplikan data yang diinginkan, sehingga data yang dihasilkan mempunyai kualitas rendah. Jika kaki XCLK tidak digunakan harus dihubungkan ke ground.
- SP(+)/SP(-) (*Speaker Output*), dihubungkan ke *speaker* untuk menghasilkan suara data hasil perekaman.
- AUX IN (*Auxiliary Input*), memultipleks *output* penguatan dan keluaran output speaker, ketika pin CE dan P/R berlogika tinggi dan ketika *playback* tidak aktif. Aplikasi IC secara kaskade pin ini berfungsi untuk menghubungkan output SP+ ke pengendali *output* speaker.
- AX/MX (*Address/Mode Input*), mempunyai dua fungsi pilihan tergantung pada kombinasi logika A8 dan A9, jika salah satu atau keduanya berlogika rendah maka IC digunakan untuk proses pengalamatan untuk aplikasi perekaman dan memainkan ulang data pada alamat yang diatur oleh pemakai. Jika A8 dan A9 diberi logika tinggi, maka IC digunakan dalam *mode* operasi.

4.2.6 Rangkaian LCD

LCD yang digunakan adalah tipe M1632 (16 kolom x 2 baris). *Bus* data LCD (D0-D3) dihubungkan dengan pin C mikrokontroler ATMEGA8535 (PC3-PC6). Karena LCD dioperasikan hanya menerima data, maka pin R/W dihubungkan dengan *ground*. RS dihubungkan dengan pin PC2 dari mikrokontroler. Sedangkan untuk mengaktifkan E (*Enable*) LCD dibutuhkan keluaran dari pin PC7. Untuk mengatur tingkat kecerahan LCD digunakan resistor variabel 1 k Ω . Gambar LCD dan konfigurasi pinnya dapat dilihat dalam Gambar 4.7.



Gambar 4.7. Rangkaian LCD
Sumber : Perancangan

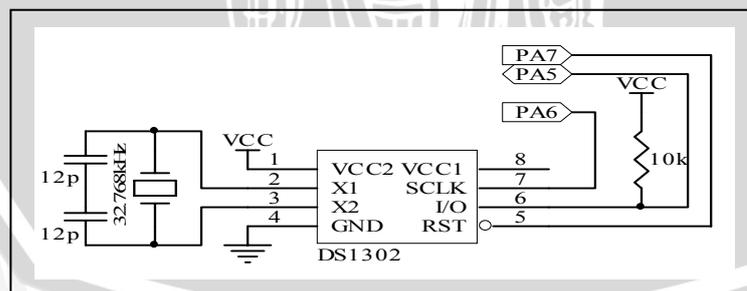
4.2.7 Rangkaian RTC (Real Clock Time)

RTC yang digunakan dalam perencanaan ini adalah DS1302 produksi Dallas Semiconductor Co. DS1302.

Keistimewaan DS1302 antara lain adalah:

- Menghitung detik, menit, jam dalam sehari-hari.
- Menghitung hari dalam setiap minggu, bulan dan tahun.
- Dapat menghitung hingga seratus tahun kalender.
- Memiliki 31 x 8 RAM dan dalam transfer datanya baik proses baca atau tulis dapat dilakukan dengan cara *single-byte* maupun *multiple-byte*.

Gambar rangkain RTC ditunjukkan dalam Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Gambar rangkaian RTC
Sumber : Perancangan

Adapun fungsi dari masing-masing pin adalah:

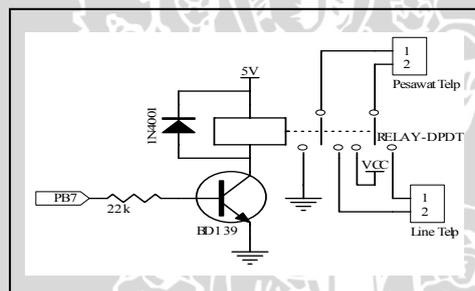
- VCC2 pin power supply utama dalam konfigurasi supply dual. VCC1 dihubungkan pada sumber backup dan memelihara kerja dari DS1302 jika

V_{CC2} tidak mampu untuk mencatu. Jika $V_{CC2} > V_{CC1}$ (+0,2 volt), maka DS1302 akan dicatu oleh V_{CC2} . jika $V_{CC2} < V_{CC1}$ maka V_{CC1} yang akan mencatu DS1302.

- X1 dan X2 digunakan sebagai input dari rangkaian osilator kristal.
- RST digunakan untuk mengaktifkan RTC dan berlogika tinggi selama proses baca atau tulis.
- SCLK digunakan untuk perpindahan data sinkron pada antarmuka serial.

4.2.8 Rangkaian Relay

Rangkaian ini berfungsi untuk menghubungkan telepon dengan saluran telepon. Ketika handset diangkat maka akan menggerakkan rangkaian pemutus dan penghubung. Rangkaian pemutus dan penghubung terdiri dari transistor, relay dan resistor. Rangkaian relay ditunjukkan dalam Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Rangkaian Relay
Sumber : Perancangan

Transistor yang digunakan yaitu tipe BD139, berdasarkan data Sheet transistor BD139 mempunyai arus Colector (I_c) max sebesar 1,5 A.

Data transistor BD139 yang diperoleh dari *datasheet* adalah:

- Besar pengukuran tahanan dalam *relay* ($R_{relay} = R_c$) = 166 Ω .
- V_{ce} saturasi = 0,7 volt.
- $V_{cc} = 5$ volt.
- h_{fe} minimum = 63.
- $V_{be} = 1$ volt.

Dengan resistansi *relay* sebesar 166 Ω , tegangan catu sebesar 5 V, dan V_{ce} saturasi sebesar 0,7 V maka dengan menggunakan Persamaan besar arus I_{relay} adalah:

$$I_{\text{relay}} = \frac{V_{cc} - V_{ce}}{R_{\text{relay}}}$$

$$I_{\text{relay}} = \frac{5v - 0,7v}{166\Omega} = 25,90 \text{ mA}$$

Dengan h_{fe} minimum 63 maka dalam perancangan dapat digunakan h_{fe} 10 agar transistor berkerja optimal sebagai saklar dan dengan menggunakan Persamaan maka besar arus basis (I_b):

$$I_b = \frac{I_c}{h_{fe}}$$

$$I_b = \frac{25,90\text{mA}}{10} = 2,59 \text{ mA}$$

Jika V_{bb} adalah tegangan keluaran dari mikrokontroler saat logika tinggi yaitu sebesar 4,2V dan $V_{be} = 1 \text{ V}$ maka dengan menggunakan persamaan besar resistansi R_b adalah:

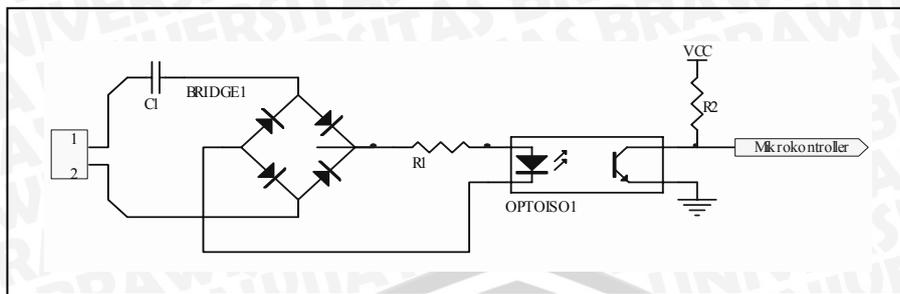
$$R_b = \frac{V_{bb} - V_{be}}{I_b}$$

$$R_b = \frac{4,2v - 1v}{2,59\text{mA}} = 1,2 \text{ k}\Omega$$

Dengan resistansi R_b sebesar 1,2 k Ω untuk mempermudah mendapatkan resistor dipasaran maka digunakan resistor dengan resistansi 1k2 Ω , arus I_b menjadi 2,59 mA, sehingga diperoleh arus I_b yang dibutuhkan.

4.2.9 Rangkaian Detektor Dering

Rangkaian detector dering ini merupakan rangkaian yang digunakan untuk mendeteksi adanya nada panggil yang dikirim STO (Sentral Telepon Otomat). Rangkaian ini terdiri dari kapasitor, penyearah gelombang penuh dan optocoupler yang disusun seperti dalam Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Rangkaian detektor dering
Sumber : Perancangan

Pada saat tidak ada dering line telepon berupa tegangan dc sehingga tidak dapat melalui kapasitor, jadi tidak ada tegangan keluaran dari rangkaian penyearah gelombang penuh. Pada saat ada dering tegangan line telepon adalah 90 volt, apabila arus pada led optoisolator di batasi sebesar 20mA (*typical*), sehingga harga R_1 dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan dibawah:

V saat dering = 70 volt.

$$R_1 = \frac{70\sqrt{2}v}{20mA}$$

$$= 4,9 \text{ k}\Omega.$$

Karena dipasaran tidak ada nilai resistor 4,9 k Ω maka dipilih resistor dengan nilai 4k7 Ω .

Sedangkan R_2 dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan dibawah:

$$R_2 = \frac{5v}{1.6mA}$$

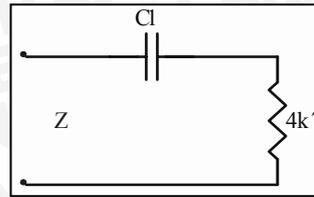
$$= 3,125 \text{ k}\Omega$$

Dimana arus R_2 ditentukan oleh besarnya arus I_c yaitu 1,6 mA (4N25 *data sheet*).

dan karena dipasaran tidak ada nilai resistor 3,125 k Ω maka dipilih resistor dengan nilai 3,3 k Ω .

Capasitor berfungsi untuk meloloskan sinyal ac dan menahan sinyal dc. Impedansi karakteristik saluran adalah $\pm 900\Omega$ dan frekuensi dering sebesar 25 Hz.

Dengan menggunakan rangkaian persamaan dari rangkaian detektor dering menjadi seperti dalam Gambar 4.10a



Gambar 4.10a Rangkaian persamaan dari rangkaian detektor dering

Dari rangkaian diatas dapat di buat rumus:

$$Z = R + \frac{1}{SC}$$

$$= \frac{SCR + 1}{SC}$$

Untuk menyamakan Impedansi yaitu $Z = 0$

$$0 = \frac{SRC + 1}{SC}$$

$$0 = SRC + 1$$

$$S = -1 \frac{1}{RC}$$

$$\Rightarrow S = j\omega$$

$$j\omega = -1 \frac{1}{RC}$$

$$\omega = \frac{1}{RC}$$

$$\Rightarrow 2\pi f = \frac{1}{RC}$$

$$f = \frac{1}{2\pi RC}$$

$$25 = \frac{1}{2\pi \cdot 4k7 \cdot C}$$

$$C = \frac{1}{737900}$$

$$= 1,35 \mu F$$

Karena kapasitor yang terdapat dipasaran tidak ada yang bernilai $1,35 \mu F$, maka digunakan kapasitor yang mendekati nilai tersebut dan banyak dijual dipasaran yaitu bernilai $2,2 \mu F$.



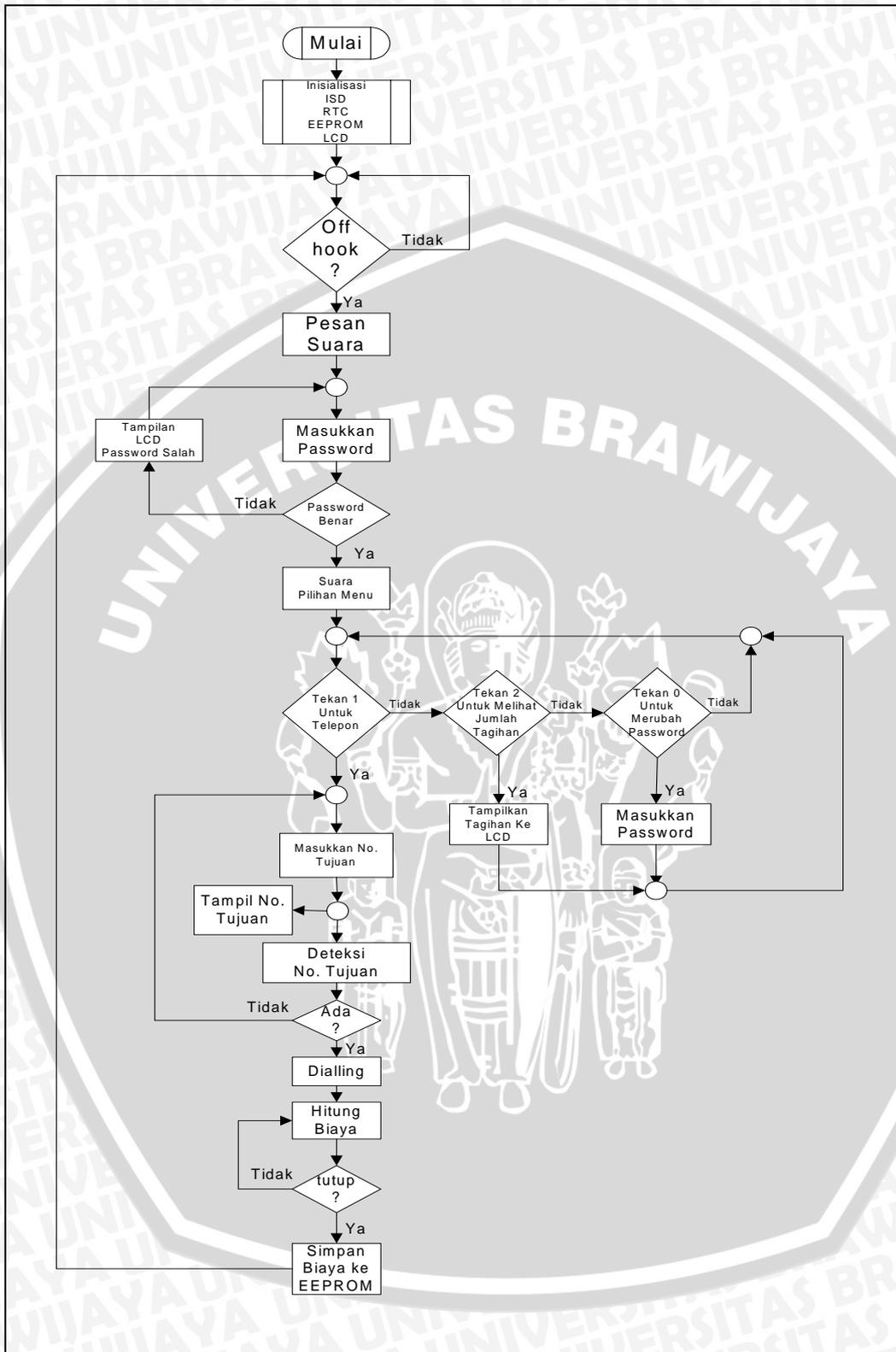
4.3 Perangkat Lunak

Perangkat lunak (*software*) meliputi pengaturan sistem secara keseluruhan yang berdasarkan kendali utama yaitu mikrokontroler ATMEGA8535. Perangkat lunak ini diperlukan agar ISD dapat mengeluarkan suara sesuai data biner dari MCU, menyimpan password dan menyimpan jumlah pulsa tagihan.

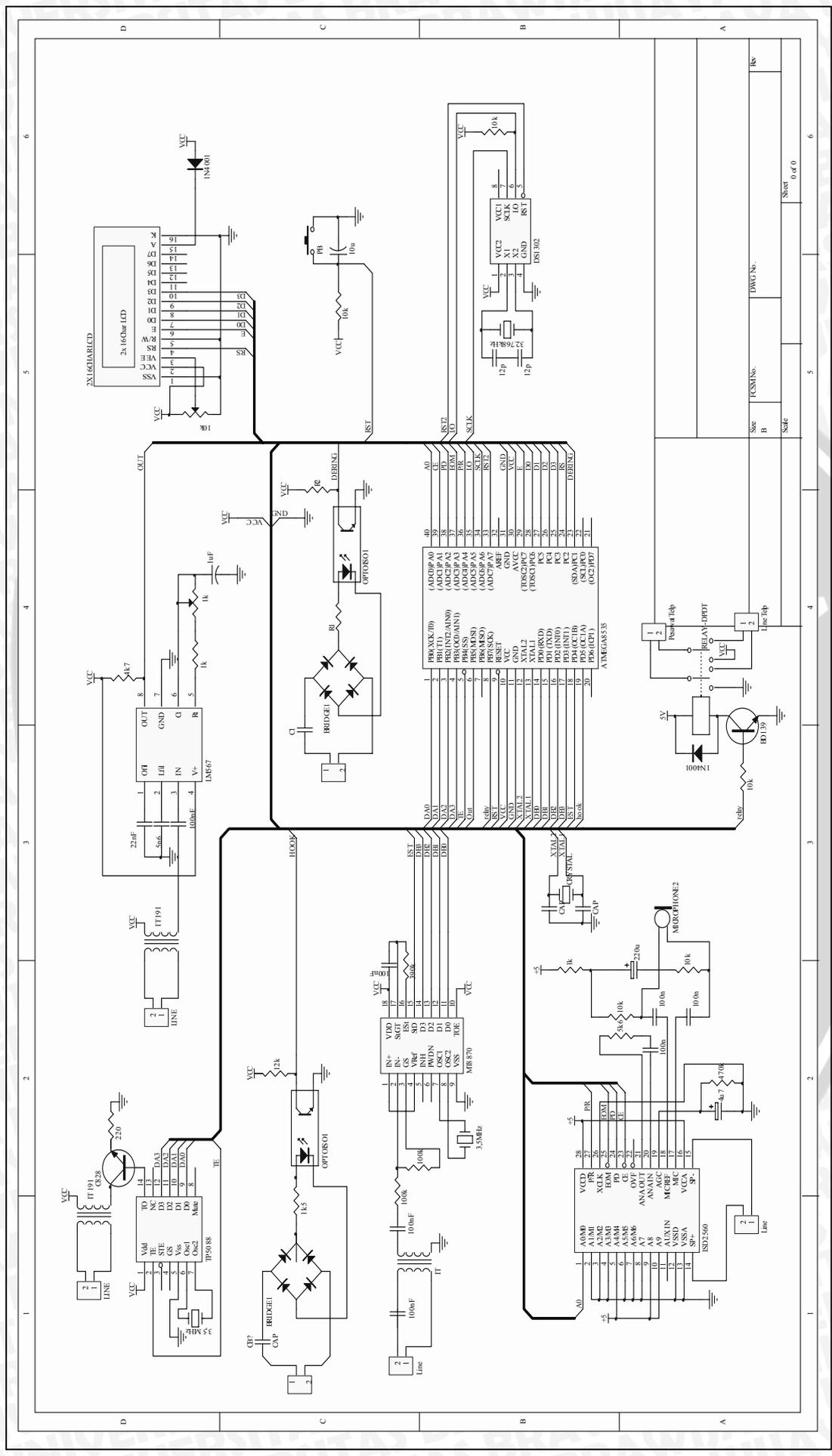
Bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa C. Pembuatan perangkat lunak ini meliputi beberapa proses. Proses pertama adalah dengan melakukan pengujian secara *software* (diuji dengan menggunakan AVRstudio). Proses kedua diuji secara *hardware* yaitu dengan keadaan sesungguhnya.

Secara garis besar perangkat lunak penghitung dan penyimpan biaya telepon dengan menggunakan password dapat dijelaskan dengan diagram alir program yang ditunjukkan dalam Gambar 4.11. Gambar skematik keseluruhan alat ditunjukkan dalam Gambar 4.12.





Gambar 4.11. Diagram Alir Program Sistem
Sumber : Perancangan



Gambar 4.12. Skematik Keseluruhan Alat
Sumber : Perancangan

BAB V

PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini memaparkan hasil pengujian dan pengamatan dari alat penghitung dan penyimpan biaya percakapan telepon dengan menggunakan password. Pengujian dan pengamatan dilakukan pada perangkat keras, perangkat lunak serta keseluruhan sistem yang terdapat dalam peralatan ini.

Pengujian dilakukan pada tiap-tiap blok sistem. Adapun blok-blok yang diuji adalah:

- Pengujian rangkaian detektor frekuensi (LM567).
- Pengujian rangkaian pembangkit sinyal DTMF (TP5088) dan tone detektor (MT8870).
- Pengujian rangkaian mikrokontroler, LCD dan RTC.
- Pengujian rangkaian ISD.
- Pengujian rangkaian keseluruhan.

5.1. Pengujian Rangkaian Detektor Frekuensi

5.1.1. Tujuan

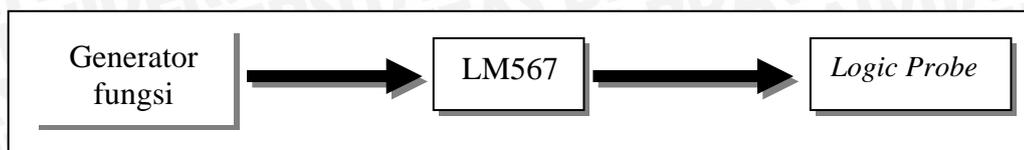
Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui macam-macam tanggapan nada yang ada dalam penggunaan pesawat telepon baik nada sibuk maupun panggil yang memiliki frekuensi 425 Hz.

5.1.2. Peralatan Pengujian

1. Generator fungsi
2. Rangkaian LM567 (Gambar 4.3)
3. *Logic Probe*

5.1.3. Prosedur Pengujian

1. Rangkaian pengujian dirangkai seperti terlihat dalam Gambar 5.1.

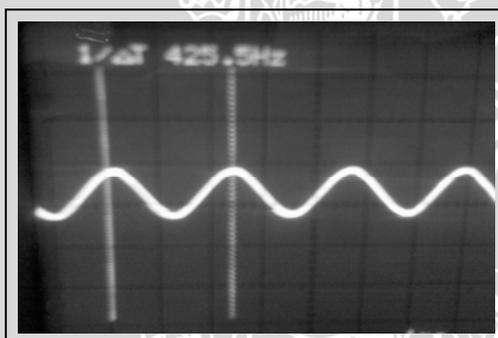


Gambar 5.1 Blok Diagram Detektor Frekuensi
Sumber : Perancangan

2. Function generator diset pada posisi frekuensi 425 Hz.
3. Keluaran LM567 dapat dilihat pada *Logic Probe*.

5.1.4 Hasil Pengujian

Hasil pengujian yang dilakukan dengan mengatur generator fungsi pada frekuensi 425 Hz dapat dilihat dalam Gambar 5.2 dan hasil pengaturan ditunjukkan dalam Tabel 5.1.



Gambar 5.2 Gambar Pengaturan Pada Generator Fungsi
Sumber : Perancangan

Tabel 5.1 Hasil Pengujian Rangkaian Detektor Frekuensi

FREKUENSI	LOGIC PROBE
ADA FREKUENSI 425 Hz	<i>LOW</i>
TIDAK ADA FREKUENSI 425 Hz	<i>HIGH</i>

5.1.5. Kesimpulan

Pada saat generator fungsi memberi frekuensi 425 Hz maka *Logic Probe low*, hal ini diasumsikan bila generator fungsi memberi frekuensi 425 Hz maka dianggap keadaan telepon yang digunakan pada alat ini dalam keadaan *off hook*, namun sebaliknya bila tidak ada frekuensi 425 Hz maka telepon dalam keadaan *on hook*. Hal

ini menunjukkan rangkaian mengeluarkan logika rendah pada saat aktif yaitu saat telepon menerima frekuensi 425 Hz dan sebaliknya saat tidak terdapat frekuensi 425 Hz rangkaian mengeluarkan logika tinggi dan *Logic Probe high*.

Dapat disimpulkan bahwa frekuensi detektor dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan yaitu dapat mendeteksi nada yang diberikan oleh generator fungsi yaitu frekuensi sebesar 425 Hz.

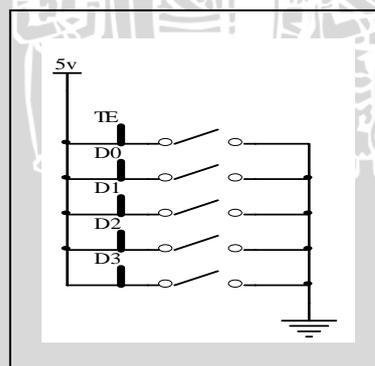
5.2 Pengujian Rangkaian Pembangkit Sinyal DTMF (TP5088) dan Tone Detektor (MT8870).

5.2.1. Tujuan

Tujuan pengujian adalah untuk mengetahui apakah rangkaian pembangkit sinyal DTMF (TP5088) dapat mengirimkan nada DTMF dan tone detektor (MT8870) dapat menerima nada-nada DTMF dari rangkaian pembangkit sinyal DTMF dan menterjemahkannya dalam data biner 4 bit.

5.2.2 Peralatan Pengujian

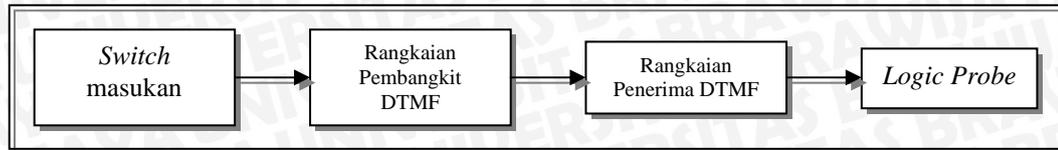
1. Rangkaian penerima sinyal DTMF (Gambar 4.4)
2. Rangkaian pembangkit sinyal DTMF (Gambar 4.2)
3. Switch untuk masukkan data tone (Gambar 5.3)
4. *Logic Probe*



Gambar 5.3 Skematik Switch Masukan
Sumber : Perancangan

5.2.3 Prosedur Pengujian

1. Rangkaian pengujian dirangkai seperti terlihat dalam Gambar 5.4



Gambar 5.4 Blok Diagram Tone Detektor

Sumber : Perancangan

2. *Switch* masukan diberi masukan, berupa data biner 4 bit.
3. Pada pin *tone enable* pada pembangkit DTMF diberi sinyal *trigger* (tepi naik).
4. Keluaran dari rangkaian penerima DTMF dapat dilihat menggunakan *Logic Probe*.

5.2.4. Hasil Pengujian

Hasil pengujian yang dilakukan dengan memberi masukan pada rangkaian penerima DTMF dapat dilihat dalam Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Hasil Pengujian Rangkaian Tone Detektor.

PENEKANAN SWITCH	BINER MASUKAN				BINER KELUARAN			
	D3	D2	D1	D0	D3	D2	D1	D0
1	0	0	0	1	0	0	0	1
2	0	0	1	0	0	0	1	0
3	0	0	1	1	0	0	1	1
4	0	1	0	0	0	1	0	0
5	0	1	0	1	0	1	0	1
6	0	1	1	0	0	1	1	0
7	0	1	1	1	0	1	1	1
8	1	0	0	0	1	0	0	0
9	1	0	0	1	1	0	0	1
0	1	0	1	0	1	0	1	0
*	1	0	1	1	1	0	1	1
#	1	1	0	0	1	1	0	0

Keterangan:

High = 1, *Low* = 0.

5.2.5 Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang terlihat dalam Tabel 5.2 didapatkan bahwa rangkaian pengirim dan penerima DTMF menunjukkan data biner yang benar, sehingga rangkaian pembangkit DTMF (TP5088) dapat mengirimkan nada DTMF yang benar sehingga tone detector (penerima DTMF) tersebut dapat berfungsi menerima nada DTMF dan menterjemahkan ke dalam bilangan biner dengan persen kesalahan 0%.

5.3. Pengujian Rangkaian Mikrokontroller, LCD dan RTC

5.3.1 Tujuan

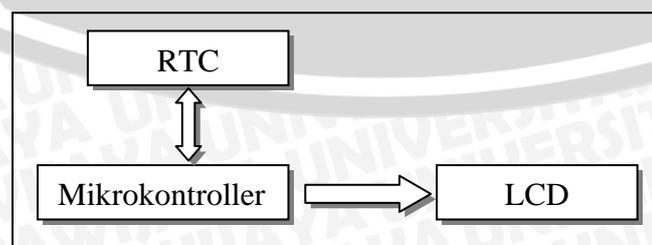
Pengujian sistem mikrokontroller, LCD dan RTC adalah untuk mengetahui bahwa mikrokontroller dapat berfungsi sesuai dengan program yang dibuat dan LCD dapat menampilkan data karakter dengan benar. Dan juga untuk mengetahui apakah RTC dapat mengirimkan data yang tepat berupa jam, detik, menit, tanggal, bulan dan tahun yang akan ditampilkan pada LCD.

5.3.2 Peralatan Pengujian

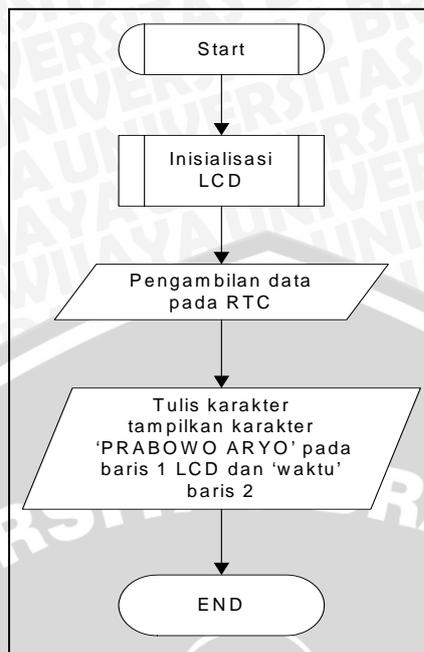
1. Rangkaian Mikrokontroller ATmega8535
2. Rangkaian RTC
3. Modul LCD

5.3.3. Prosedur Pengujian

1. Rangkaian pengujian dirangkai seperti terlihat dalam Gambar 5.5.
2. LCD dan RTC diinisialisasi dengan dihubungkan dengan Mikrokontroller.
3. Pada baris pertama diberi data karakter “PRABOWO ARYO” dan karakter tanggal, bulan, tahun dan jam pada baris kedua.
4. Diagram alir yang digunakan untuk pengujian rangkaian mikrokontroller, LCD dan RTC ditunjukkan dalam Gambar 5.6.



Gambar 5.5 Blok Diagram Rangkaian Pengujian
Sumber : Perancangan



Gambar 5.6 Diagram alir pengujian mikrokontroler, LCD dan RTC
Sumber : Perancangan

5.3.4 Hasil Pengujian

Gambar 5.7 menunjukkan tampilan PRABOWO ARYO pada baris pertama dan tampilan waktu pada baris kedua. Pada tampilan LCD terbukti bahwa data karakter yang diprogram oleh mikrokontroler dan penampil waktu dari RTC dapat ditampilkan sesuai dengan apa yang diprogram.



Gambar 5.7 Gambar hasil pengujian rangkaian Mikrokontroler, LCD dan RTC
Sumber : Perancangan

5.3.5 Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang dapat dilihat dalam Gambar 5.7 didapat bahwa pengambilan data berupa waktu dari RTC dan dapat ditampilkan pada LCD dapat bekerja dengan baik sesuai dengan yang direncanakan.

5.4. Pengujian Rangkaian ISD

5.4.1. Tujuan

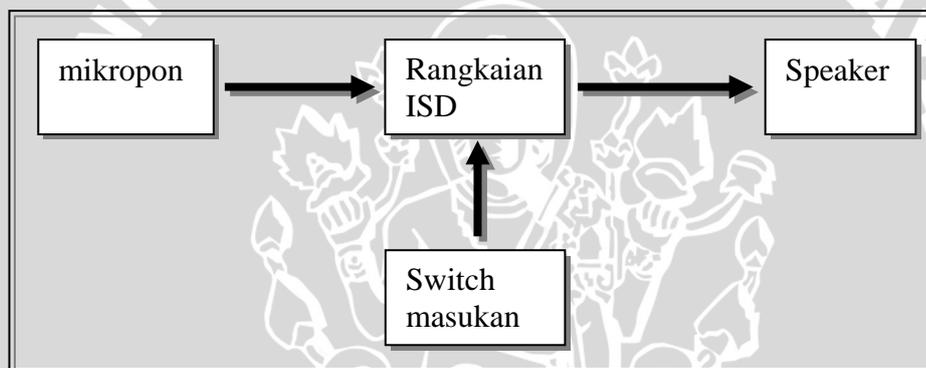
Untuk mengetahui apakah ISD dapat menyimpan suara dan megulang suara yang telah disimpan seperti yang diinginkan dengan baik.

5.4.2 Peralatan Pengujian

1. Rangkaian ISD
2. Mikrophone
3. Speaker
4. Switch masukan

5.4.3. Prosedur Pengujian

1. Rangkaian pengujian dirangkai seperti dalam Gambar 5.8.



Gambar 5.8 Blok Diagram rangkaian ISD
Sumber : Perancangan

2. Pada rangkaian ISD diberi masukan berupa suara melalui mikropon yang dihubungkan pada rangkaian ISD.
3. Pada rangkaian ISD pin CE, P/R dan A_0 diberi logika '0'. Namun pada pin A_4 diberi logika '1' itu dimaksudkan agar proses perekaman tidak kembali ke posisi awal perekaman.
4. Pada pin P/R diberi logika '1' dan pin PD diberi masukan tepi naik. Proses pendengaran hasil suara yang telah disimpan dalam rangkaian ISD didengarkan melalui speaker yang telah dihubungkan pada rangkaian ISD dapat dilakukan.

5.4.4 Hasil Pengujian

Hasil pengujian yang dilakukan memberi instruksi untuk ISD yaitu dengan memberi logika '0' pada pin CE, P/R dan A₀, dan logika '1' pada pin A₄. maka telah dapat melakukan perekaman suara. Jika ingin mengulang hasil rekaman maka pin P/R pada ISD diberi logika '1'. Hasil pengujian dapat dilihat dalam Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Hasil Pengujian ISD

SUARA MASUKAN	SUARA KELUARAN
1. Silahkan masukkan password	1. Silahkan masukkan password

ISD dapat menyimpan suara hingga maksimal 60 detik dengan berbagai macam suara. ISD juga dapat menyimpan suara menjadi beberapa periode, yaitu dengan memberikan logika '1' pada pin CE ketika berhenti memberi masukan suara. Hasil dari pengujian ini dapat dilihat dalam Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Hasil pengujian ISD

SUARA MASUKAN	SUARA KELUARAN
1. Silahkan masukkan password	1. Silahkan masukkan password
2. Tekan 1 untuk melakukan panggilan	2. Tekan 1 untuk melakukan panggilan
3. Tekan 2 untuk melihat jumlah tagihan	3. Tekan 2 untuk melihat jumlah tagihan
4. Tekan 0 untuk mengganti password	4. Tekan 0 untuk mengganti password
5. Masukkan 4 digit angka	5. Masukkan 4 digit angka
6. Silahkan masukkan nomor tujuan diakhiri tanda pagar	6. Silahkan masukkan nomor tujuan diakhiri tanda pagar

Dari hasil penyimpanan suara yang terbagi menjadi berbagai periode, juga dapat dilakukan pemilihan suara pada periode tertentu, yaitu dengan memberikan logika '1' pada pin A₀ yang dimaksudkan untuk percepatan suara dan melihat logic pada pin EOM. Dengan maksud bila menginginkan memainkan suara pada periode ke empat

maka dapat dilihat logika pada EOM yaitu logika tinggi sebanyak tiga kali. Setelah itu pin A_0 dikembalikan ke logika '0' dan pin P/R diberi logika '1' maka suara yang didengar sesuai dengan yang diinginkan.

5.4.5 Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang dapat dilihat dalam Tabel 5.3, Tabel 5.4 Dapat disimpulkan bahwa rangkaian ISD yang digunakan dapat melakukan proses perekaman (*REC*) dengan baik, dapat melakukan proses pengulangan (*Play*) dan kita dapat melakukan proses pemilihan suara sesuai dengan apa yang telah direncanakan.

5.5 Pengujian Keseluruhan Sistem

5.5.1 Tujuan

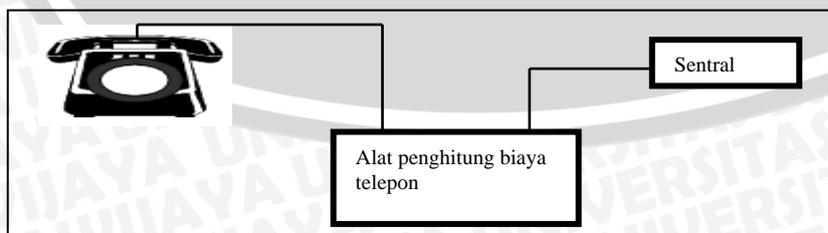
Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui kerja keseluruhan sistem apakah sesuai dengan perencanaan awal yang diharapkan.

5.5.2 Peralatan Pengujian

1. Pesawat telepon.
2. Rangkaian detektor frekuensi (LM567).
3. Rangkaian pembangkit sinyal DTMF (TP5088) dan detektor tone (MT8870).
4. Rangkaian mikrokontroler, LCD dan RTC.
5. Rangkaian ISD.

5.5.3 Prosedur Pengujian

1. Merangkaikan keseluruhan sistem alat seperti dalam Gambar 5.9.



Gambar 5.9 Diagram blok pengujian sistem keseluruhan
Sumber : Perancangan

5.5.3.1 Prosedur pengujian penggunaan telepon

Prosedur pengujian penggunaan telepon adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pengangkatan pada gagang telepon.
2. Memasukkan Password yang telah ditentukan.
3. Menekan tombol '1' untuk melakukan panggilan.
4. Menekan tombol '2' untuk melihat jumlah tagihan.
5. Menekan tombol '0' untuk merubah password.

5.5.4 Hasil Pengujian

Hasil pengujian yang telah dilakukan terdiri tiga macam pengujian yaitu,

1. Pengujian melakukan panggilan
 - Pada saat pengangkatan handset (gagang telepon), telepon sudah dapat menginstruksikan berupa suara 'silahkan masukkan password'.
 - Setelah password yang dimasukkan benar maka sesuai instruksi selanjutnya dilakukan penekanan tombol 1 pada telepon yaitu untuk melakukan panggilan. Setelah penekanan tombol 1 instruksi selanjutnya yaitu 'silahkan masukkan nomor tujuan diakhiri tanda pagar'. Saat melakukan penekanan nomor tujuan, layar LCD menampilkan nomor tujuan seperti terlihat dalam Gambar 5.10.



Gambar 5.10 Gambar tampilan nomor tujuan telepon
Sumber : Perancangan

- Telepon sudah dapat dilakukan seperti apa yang direncanakan.
- Pada saat melakukan panggilan dan pada jangka waktu 15 detik tidak ada respon dari nomer tujuan maka dianggap telepon tujuan dalam keadaan sibuk, maka ISD mengeluarkan instruksi kembali yaitu 'silahkan masukkan nomor tujuan diakhiri tanda pagar'.

- Daftar tarif telepon lokal dan SLJJ yang telah dibuat sesuai data dari Petunjuk Telepon Malang 2006-2007 ditunjukkan dalam Tabel 5.5.-Tabel 5.7. Pembagian Zone Area kode wilayah nomor telepon ditunjukkan dalam Tabel 5.8.

Tabel 5.5 Daftar Tarif Telepon Lokal

00.00-09.00	09.15.00	15.00-24.00
195,00/ 3menit	195,00/ 3menit	195,00/ 3menit

Waktu: Senin s/d Minggu

Sumber: Petunjuk Telepon Malang 2006-2007

Tabel 5.6 Daftar Tarif Telepon SLJJ

Zone	06.00-07.00	07.00-08.00	08.00-18.00	18.00-20.00	20.00-23.00	23.00-06.00
	Rupiah per menit					
I	649	1.299	1.627	1.299	649	327
II	915	1.819	2.271	1.819	915	463
III	1.135	2.271	2.842	2.271	1.135	570

Waktu: Senin s/d Sabtu

Sumber: Petunjuk Telepon Malang 2006-2007

Tabel 5.7 Daftar Tarif Telepon SLJJ Pada Hari Minggu

Zone	06.00-08.00	08.00-18.00	18.00-23.00	23.00-06.00
	Rupiah per menit			
I	649	649	649	327
II	915	915	915	463
III	1.135	1.135	1.135	570

Waktu: Minggu

Sumber: Petunjuk Telepon Malang 2006-2007

Tabel 5.8 Data Zone yang telah ditentukan

NO	Zone I	Zone II	Zone III
1	031...	025...	04...
2	032...	021...	05...
3	033...	022...	06...
4	034...	023...	07...
5	035...	025...	09...
6		026...	
7		027...	
8		028...	
9		029...	
10		036...	

Sumber: Petunjuk Telepon Malang 2006-2007

- Hasil pengujian penghitung dan pencatatan biaya yang telah dilakukan dapat dilihat dalam Tabel 5.10.

Tabel 5.9 Hasil Penghitung dan Pencatat biaya

NO	Password	Nomor tujuan	Waktu	Jumlah biaya Percobaan	Jumlah Biaya Sesungguhnya
1	1111	0341-567610	07.15-07.20	Rp. 390,00	Rp. 390,00
2	2222	022-7206725	05.05-05.08	Rp.1.389,00	Rp. 1.389,00
3	1111	0341-464226	07.21-07.23	Rp. 195,00	Rp. 195,00
4	1111	0341-7585331	07.24-07.25	Rp. 195,00	Rp. 195,00
5	2222	0341-7740944	07.25-07.29	Rp. 390,00	Rp. 390,00
6	2222	031-70960092	08.12-08.14	Rp. 1.629,00	Rp. 1.629,00

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan maka tercatat jumlah biaya tagihan seperti terlihat dalam Tabel 5.10.

2. Pengujian penampilan jumlah biaya telepon

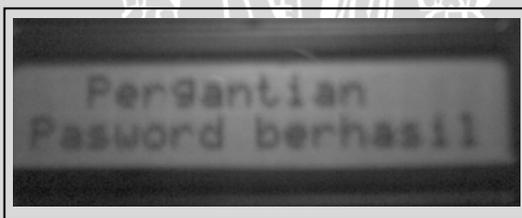
- Pada saat pengangkatan handset (gagang telepon), telepon sudah dapat menginstruksikan berupa suara 'silahkan masukkan password'.
- Setelah password yang dimasukkan benar maka sesuai instruksi selanjutnya dilakukan penekanan tombol 2 pada telepon yaitu untuk melihat jumlah biaya tagihan telepon. Setelah penekanan tombol 2 dapat dilihat jumlah

tagihan pada layar LCD. Layar LCD menampilkan jumlah biaya tagihan telepon seperti terlihat dalam Gambar 5.11.



Gambar 5.11 Gambar tampilan biaya tagihan telepon
Sumber : Perancangan

- Proses penampilan biaya tagihan telepon pada layar LCD seperti yang diharapkan.
3. Pengujian proses perubahan password.
- Pada saat pengangkatan handset (gagang telepon), telepon menginstruksikan berupa suara 'silahkan masukkan password'.
 - Jika password yang dimasukkan benar maka instruksi yang dapat dipilih untuk melakukan pergantian password adalah 'tekan '0' untuk mengganti password'.
 - Setelah penekanan angka '0' maka instruksi selanjutnya adalah 'masukkan 4 digit angka'.
 - Setelah memasukkan 4 digit angka maka secara otomatis password telah berganti dan LCD menampilkan tulisan 'pergantian password berhasil' yang ditunjukkan dalam Gambar 5.12.



Gambar 5.12 Gambar tampilan biaya tagihan telepon
Sumber : Perancangan

5.5.5 Kesimpulan

Saat pertama kali melakukan pengangkatan telepon, ISD bekerja dengan mengeluarkan suara instruksi petunjuk untuk memasukkan password kepada pengguna

telepon. Setelah mendengar petunjuk yang diinstruksikan pengguna menekan tombol keypad pesawat telepon, MT8870 menterjemahkan sinyal frekuensi DTMF dalam bentuk bilangan biner yang dikirimkan ke mikrokontroller. Setelah password yang dimasukkan cocok dengan database yang ditentukan lalu mikrokontroller memberi instruksi kembali kepada ISD untuk memberi instruksi suara kepada pengguna yang telah tersimpan dalam ISD berupa,

- Tekan '1' untuk melakukan panggilan.
- Tekan '2' untuk melihat jumlah tagihan.
- Tekan '0' untuk mengganti password.

Pada saat pengguna menekan angka '1' maka MT8870 mengirim data kepada mikrokontroller untuk memberi instruksi kepada ISD agar mengeluarkan instruksi suara 'silahkan masukkan nomor tujuan diakhiri tanda pagar', setelah nomor tujuan ditekan maka MT8870 mengirim data ke mikrokontroller dan disimpan sementara untuk dikirimkan ke TP5088 berupa data biner. Dari TP5088 data biner diubah menjadi sinyal DTMF yang akan dikirimkan ke Sentral Telepon Otomatis (STO). Selain mengirim data ke TP5088, mikrokontroller juga mengirim data ke LCD untuk menampilkan nomor tujuan yang telah ditekan oleh pengguna. Setelah pemakaian telepon selesai maka biaya telepon yang dicatat mikrokontroller akan disimpan sementara didalam RAM mikrokontroller.

Pada waktu pengguna akan melihat jumlah tagihan maka mikrokontroller mengirim data ke LCD berupa biaya kumulatif yang telah digunakan oleh pengguna seperti terlihat dalam Tabel 5.10 dan Gambar 5.11.

Dari hal ini menunjukkan bahwa penggunaan alat Penghitung Biaya Tagihan Telepon sudah benar sesuai dengan program yang telah dibuat dan berdasarkan data dari PT. TELEKOMUNUKASI INDONESIA Tbk.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari perencanaan dan pembuatan alat penghitung percakapan telepon dengan menggunakan *password*.

6.1. Kesimpulan

Dari hasil perancangan, pembuatan dan pengujian sistem alat penghitung dan penyimpan biaya percakapan telepon dengan menggunakan *password* dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem dapat bekerja baik dengan melakukan panggilan keluar ke nomor telepon lokal dan SLJJ sesuai dengan format dan spesifikasi yang direncanakan.
2. Sistem dapat menyimpan data panggilan telepon yang berupa perhitungan biaya percakapan telepon dengan baik sesuai dengan format dan spesifikasi yang direncanakan.
3. Sistem dapat menampilkan jumlah data biaya percakapan telepon yang telah digunakan secara komulatif sesuai dengan format dan spesifikasi yang direncanakan.

6.2. Saran

Untuk pengembangan alat ini saran yang dapat diberikan dalam perancangan serta pembuatan alat penghitung dan penyimpan biaya percakapan telepon adalah :

1. Jumlah pemakai dapat diperbanyak lebih dari 4 orang dengan cara menambahkan memori eksternal (EEPROM eksternal) pada alat penghitung pulsa ini.
2. Alat ini dapat ditambahkan alat *backup* catu daya berupa UPS agar pada saat listrik padam telepon tetap dapat dipergunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- _____. 1997. *ATMEL, ATMEGA8535 Data Sheet*.
- _____. 1997. *MITEL, MT8870 Data Sheet*.
- _____. 1997. *National Semiconductor, TP5088 Data Sheet*.
- _____. 1997. *National Semiconductor, LM567 Data Sheet*.
- _____. 1998. *Philips Semiconductor Data Sheet*.
- _____. 2001. *DALLAS Semiconductor Data Sheet*.
- Wardhana, Lingga. 2006. *Belajar Sendiri Mikrokontroler AVR Seri Atmega 8535*, Penerbit Andi, Edisi I, Yogyakarta.
- El-Tech. 1997. *Lcd Modul User Manual*, Seiko Instrumen Inc, Printed In Japan.
- Coolen, Roody. 1991. "*Elektronika Komunikasi*", jilid 1, Jakarta:Erlangga.
- Malvino, Albert Paul. 1981, "*Electronic Principles 2nd Edition*", cetakan kedua Terjemahan Hanapi Gunawan, Jakarta:Erlangga.
- Malvino.1990.*Prinsip-Prinsip Elektronika*.Alih Bahasan Gunawan. Jakarta: Erlangga
- Wasito S.1995.*Vademakum Elektronika* Edisi Kedua Pt Gramedia Pustaka Utama Jakarta
- Yellow Pages, "*Petunjuk Telepon Malang 2006-2007*", Malang