

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Sistem Telepon

Telepon dikenal sebagai alat komunikasi sejak ditemukan pada tahun 1876, oleh ilmuwan besar Skotlandia yang bernama Alexander Graham Bell. Pada dasarnya telepon terdiri dari 2 (dua) jenis yaitu *Pulse Dialing* dan *Tone Dialing* (Libranuar dan Johari, 2004). Kedua jenis telepon tersebut akan dijelaskan dibawah ini:

2.1.1 Pulse Dialing

Telepon jenis ini mempunyai 3 (tiga) bagian utama yaitu :

- Dialer

Bagian ini berfungsi untuk mengadakan hubungan dengan telepon lain yaitu dengan mengirim pulsa tertentu yang mewakili nomor telepon yang dituju.

- Pendeteksi nada panggil

Rangkaian ini akan mendeteksi adanya sinyal *ringing* dari sentral telepon sehingga sentral dapat menyambungkan dengan telepon. Sinyal *ringing* ini berupa gelombang sinus dengan *amplitude* 70VAC dan 25Hz. Untuk *timing ringing* adalah 1 detik "On" dan 4 detik "Off".

- **Bagian Pembicaraan**

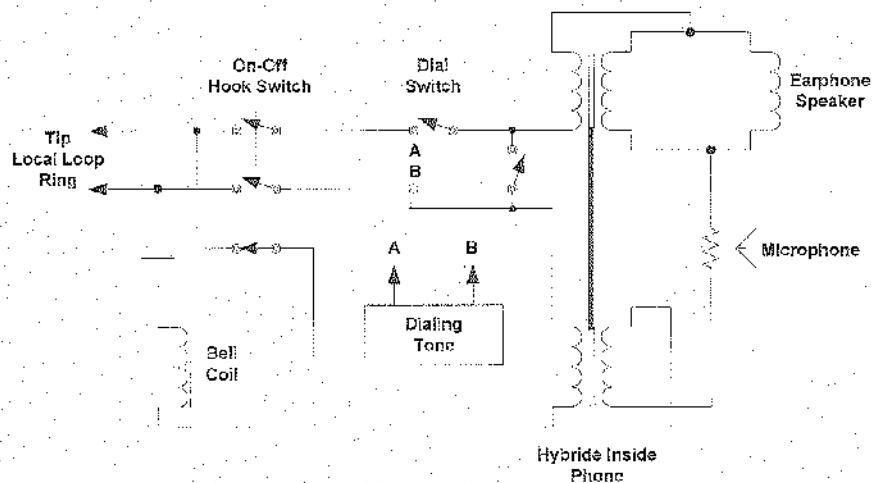
Bagian ini berfungsi sebagai penghasil suara dan mengirim suara. Untuk mengubah sinyal listrik menjadi sinyal suara maka digunakan *speaker*, sementara *microphone* untuk mengubah sinyal suara menjadi sinyal listrik. Bagian pembicaraan ini dilengkapi dengan rangkaian anti *feedback* namun pada prakteknya justru sinyal dari *microphone* sedikit dibocorkan ke bagian *loudspeaker* sehingga jika telepon tidak berfungsi akan ketahuan.

2.1.2 Tone Dialing

Saat ini sistem telepon yang digunakan hampir semua menggunakan teknik digital mengingat kemudahan dalam mengakses nomor tujuan dan fasilitas lain seperti *redial*, *hold*, dan lain sebagainya. Sistem telepon digital menggunakan teknik DTMF (*Dual Tone Multi Frequency*) yaitu menggabungkan 2 (dua) frekuensi yang berbeda untuk setiap nomor tidak seperti *pulse dialing* yang menggunakan jumlah pulsa atau *clock* untuk setiap nomor. Prinsip kerja hampir sama dengan *pulse dialing* namun perbedaan hanya pada bagian *dialer* saja.

2.1.3 Skema Pesawat Telepon

Skema dari pesawat telepon biasa ditunjukkan pada gambar di bawah ini:



Gambar 2.1 Skema Pesawat Telepon

Ketika pesawat telepon sedang “On-Hook” (gagang pesawat telepon diletakkan), maka pesawat telepon seakan-akan dalam rangkaian terbuka dan tidak ada arus yang mengalir dan hanya terdapat tegangan DC dari sentral sebesar -48V.

Ketika pesawat telepon menjadi “Off-Hook” (gagang pesawat telepon diangkat), maka terjadi rangkaian tertutup dan arus akan mengalir sebesar 20mA, dengan tegangan sebesar -6V sampai -8V. Adanya arus yang mengalir pada rangkaian akan dideteksi oleh sentral telepon dan akan diindikasikan bahwa pesawat telepon sedang “Off-Hook”.

Ketika ada panggilan masuk, suatu sinyal AC yang dinamakan ringing voltage sebesar -90Vrms dikirim dari sentral telepon ke pesawat telepon, tegangan ini akan mengaktifkan bel elektronik dari pesawat telepon. Rangkaian bel dihubungkan dengan kabel “local loop” melalui kapasitor secara seri yang

akan memblok arus DC dan melewatkan arus AC serta untuk mencegah pesawat telepon yang sedang "On-Hook" menghabiskan tegangan *battery* sentral.

2.2 Voice over Internet Protocol

Perusahaan penyedia jasa telekomunikasi sekarang mulai melirik untuk menggunakan VoIP, karena biaya yang dikeluarkan untuk membawa suara melalui jaringan *Internet Protocol* (IP) lebih murah daripada jaringan PSTN. Dimasa yang akan datang, diharapkan jaringan VoIP dapat memberikan layanan multimedia dengan kualitas yang baik. Jaringan VoIP lebih murah karena mempunyai kelebihan dalam memanfaatkan *bandwidth* yang ada. Pada jaringan telepon biasa *bandwidth* sebesar 64 Kbps harus disediakan untuk sebuah sambungan pembicaraan, dengan lebar *bandwidth* yang sama jaringan VoIP dapat membawa jumlah pembicaraan yang lebih banyak.

Pada saat ini penyedia jasa VoIP hanya menyediakan layanan telepon SLJJ (Sambungan Langsung Jarak Jauh) dan SLI (Sambungan Langsung Internasional). Dimana dengan menggunakan VoIP maka biaya percakapan telepon SLJJ maupun SLI akan lebih murah daripada pada saat kita melakukan panggilan dengan jaringan telepon biasa.

Untuk menggunakan layanan VoIP saat ini, ada prosedur pemanggilan yang harus dilakukan oleh para penggunanya. Prosedur tersebut tergantung dari penyedia jasa VoIP itu sendiri, dimana mereka menerapkan aturan sendiri. Secara garis besar terdapat dua jenis layanan yang saat ini ditawarkan, yaitu:

1. Layanan Pra Bayar

Pada jenis layanan ini, pengguna cukup membeli kartu VoIP dengan nilai pulsa tertentu. Selanjutnya pengguna dapat langsung menggunakannya sesuai dengan cara pemakaian yang tercantum pada kartu tersebut. Sehingga pengguna bisa melakukan panggilan telepon dari nomor telepon tetap dimanapun.

2. Layanan Paska Bayar

Jenis layanan ini memberikan kemudahan dalam melakukan pemanggilan dibandingkan layanan Pra Bayar. Pada layanan ini pengguna diwajibkan untuk mendaftarkan nomor telepon yang akan menggunakan layanan VoIP. Tidak dibutuhkan PIN untuk melakukan panggilan telepon SJJ maupun SLI, tidak seperti layanan Pra Bayar yang membutuhkan PIN. Namun layanan ini hanya dapat digunakan pada nomor telepon yang didaftarkan saja.

2.3 Mikrokontroler AT89S52

Mikrokontroler, sebagai suatu terobosan teknologi mikroprosesor dan mikrokomputer, hadir memenuhi kebutuhan pasar (*market need*) dan teknologi baru. Sebagai teknologi baru, yaitu teknologi semikonduktor dengan kandungan transistor yang lebih banyak namun hanya membutuhkan ruang yang kecil serta dapat diproduksi secara massal (dalam jumlah yang banyak) sehingga harganya menjadi lebih murah (dibandingkan mikroprosesor). Sebagai kebutuhan pasar, mikrokontroler hadir untuk memenuhi selera industri dan para konsumen akan kebutuhan dan keinginan alat-alat bantu dan mainan yang lebih baik dan canggih.

MCS-51 merupakan suatu mikroprosesor yang dilengkapi dengan Input/Output port, internal RAM (*Random Access Memory*), internal Flash PEROM (*Programmable and Erasable Read Only Memory*) sebagai memori program, *clock generator*, komunikasi serial, interrupt timer, dan interrupt eksternal. Seluruh fasilitas telah tersedia didalam chip mikrokontroler ini, dan bila dimungkinkan untuk pengembangan lebih jauh dapat ditambah di luar chip ataupun untuk penambahan program memori dapat dilakukan dengan penukaran chip mikrokontroler yang memiliki Flash PEROM yang lebih besar.

Mikrokontroler ini berfungsi sebagai pusat pengendali sistem yang digunakan untuk tujuan tertentu.

2.3.1 Pengenalan Mikrokontroler AT89S52

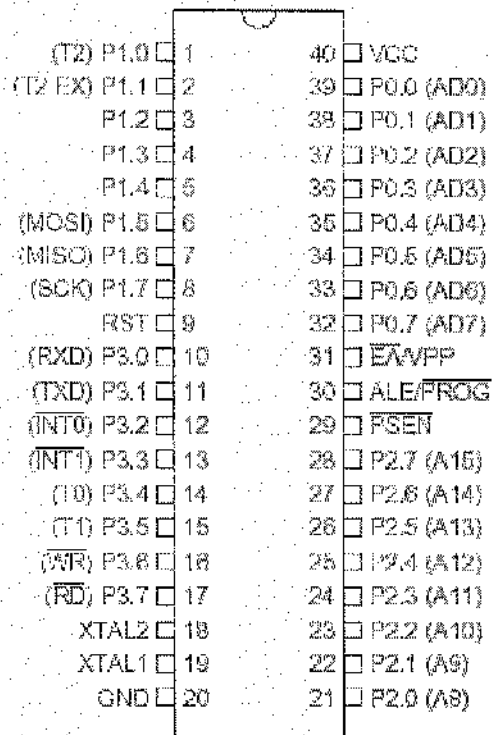
Mikrokontroler AT89S52 adalah produk mikrokontroler buatan ATMEL yang merupakan mikrokontroler 8 bit yang mempunyai daya yang rendah, CMOS berdaya kerja tinggi dengan 8 Kbyte In-System Programming Flash Memory. (ATMEL AT89S52)

Mikrokontroler AT89S52 ini memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- a. Dapat diterapkan pada produk MCS-51
- b. 8K Byte Flash Memory ISP (berkemampuan 1000 kali proses Baca/Tulis)
- c. Frekuensi kerja static : 0 Hz – 33 MHz
- d. 8-bit microcomputer
- e. 3 Level Program memory lock
- f. 256 x 8-bit internal RAM
- g. 32 Programmable I/O Lines

- h. 3 x 16-Bit Timer/Counter
- i. 6 Sumber Interrupt
- j. Programmable Serial Channel
- k. Low Power Idle dan Power Down Modes, dll.

2.3.2 Konfigurasi Pin Mikrokontroler AT89S52



Gambar 2.2 Konfigurasi Pin Mikrokontroler AT89S52

Penjelasan dari masing-masing pin adalah sebagai berikut :

1. Pin 1 sampai 8 (*Port 1*) merupakan Port I/O dua arah yang dilengkapi dengan *pullup* internal. Penyangga keluaran Port 1 mampu memberikan/menyerap

arus 4 (empat) masukan TTL (sekitar 1,6mA). Jika Port 1 diberikan logika *High* '1', maka masing-masing kaki akan di-*pulled high* dengan *pullup* internal sehingga dapat digunakan sebagai masukan. Port 1 juga menerima alamat logika rendah (*Low*) '0' selama pemrograman dan verifikasi flash.

Kaki Port	Fungsi Alternatif
P1.0	T2 (Masukan eksternal untuk Timer/Counter 2)
P1.1	T2EX (Masukan pemicu Timer/Counter 2)
P1.5	MOSI (digunakan untuk In-System Programming)
P1.6	MISO (digunakan untuk In-System Programming)
P1.7	SCK (digunakan untuk In-System Programming)

Tabel 2.1 Fungsi Alternatif Port 1

- Pin 9 (*RST*) adalah masukan reset. Dengan pemberian kondisi logika *High* '1' selama 2 siklus mesin selama osilator bekerja akan me-reset mikrokontroler yang bersangkutan.
- Pin 10 sampai 17 (*Port 3*) merupakan Port I/O dua arah yang dilengkapi dengan *pullup* internal. Penyangga keluaran Port 3 mampu memberikan/menyerap arus 4 (empat) masukan TTL (sekitar 1,6mA). Jika Port 3 diberikan logika *High* '1', maka masing-masing kaki akan di-*pulled high* dengan *pullup* internal sehingga dapat digunakan sebagai masukan. Port 3 juga memiliki fungsi-fungsi alternatif sebagaimana ditunjukkan pada table berikut:

Kaki Port	Fungsi Alternatif
P3.0	RXD (Port masukan serial)
P3.1	TXD (Port keluaran serial)
P3.2	INT0 (interupsi eksternal 0)
P3.3	INT1 (interupsi eksternal 1)
P3.4	T0 (Masukan pewaktu eksternal/pencacah 0)
P3.5	T1 (Masukan pewaktu eksternal/pencacah 1)
P3.6	WR (sinyal tanda baca memori data eksternal)
P3.7	RD (sinyal tanda tulis memori data eksternal)

Tabel 2.2 Fungsi Alternatif Port 3

4. Pin 18 (*XTAL 2*) adalah pin masukan ke rangkaian osilator internal. Sebuah osilator kristal atau keramik dapat digunakan atau bila menggunakan sinyal osilator eksternal, maka pin *XTAL 2* ini dapat dibiarkan menggantung (*NC = No Connection*).
5. Pin 19 (*XTAL 1*) adalah pin masukan ke rangkaian osilator internal. Sebuah osilator kristal atau keramik dapat digunakan atau bila menggunakan sinyal osilator eksternal, maka pin *XTAL 1* ini merupakan masukan dari sinyal osilator eksternal tersebut.
6. Pin 20 (*Gnd*) adalah koneksi ke *Ground* atau *Vss* atau pentanahan.
7. Pin 21 sampai 28 (*Port 2*) merupakan Port I/O dwi-arrah yang dilengkapi dengan *pullup* internal. Penyangga keluaran Port 2 mampu

memberikan/menycrap arus 4 (empat) masukan TTL (sekitar 1,6mA). Jika Port 2 diberikan logika *High* '1', maka masing-masing kaki akan di-*pulled high* dengan pullup internal sehingga dapat digunakan sebagai masukan. Port 2 akan memberikan byte alamat bagian tinggi (*high byte*) selama pengambilan instruksi dari memori program eksternal dan selama pengaksesan memori data eksternal yang menggunakan perintah dengan alamat 16-bit. Dalam aplikasi ini, jika ingin mengirimkan '1', maka digunakan *pullup* internal yang sudah disediakan. Selama pengaksesan memori data eksternal yang menggunakan perintah dengan alamat 8-bit, Port 2 akan mengirimkan isi dari SFR P2. Port 2 juga menerima alamat bagian tinggi selama pemrograman dan verifikasi flash.

8. Pin 29 ($\overline{PSEN}$) adalah pin *Program Store Enable* merupakan sinyal baca untuk memori program eksternal. Saat mikrokontroler keluarga 51 menjalankan program dari memori eksternal, $\overline{PSEN}$ akan diaktifkan 2 (dua) kali per siklus mesin, kecuali dua aktivasi $\overline{PSEN}$ dilompati (diabaikan) saat mengakses memori data eksternal.
9. Pin 30 ($\overline{ALE}/\overline{PROG}$) adalah pin keluaran Address Latch Enable menghasilkan pulsa-pulsa untuk mengancing byte rendah (*low byte*) alamat selama mengakses memori eksternal. Kaki ini juga berfungsi sebagai masukan pulsa program (*the program pulse input*) atau PROG selama pemrograman flash.
10. Pin 31 ($\overline{EA}/V_{pp}$) adalah pin *External Access Enable*. EA harus selalu dihubungkan ke *ground*, jika mikrokontroler akan mengeksekusi program dari memori eksternal. Selain dari itu, EA harus dihubungkan ke Vcc agar

mikrokontroler mengakses program secara internal. Kaki ini juga berfungsi menerima tegangan 12 volt (V_{pp}) selama pemrograman flash.

11. Pin 32 sampai 39 (*Port 0*), merupakan port I/O bertipe *open drain bidirectional*. Sebagai port keluaran, masing-masing kaki dapat menyerap arus (sink) delapan masukan TTL (sekitar 3,8 mA). Pada saat dalam kondisi logika *High* '1' ke kaki Port 0 ini, maka kaki-kaki port 0 dapat digunakan sebagai masukan-masukan ber-impedansi tinggi. Port 0 dapat juga dikonfigurasi sebagai bus alamat/data bagian rendah (*low byte*) selama proses pengaksesan memori data dan program eksternal. Jika digunakan dalam mode ini Port 0 memiliki pullup internal.

2.3.3 Fungsi Khusus dalam Mikrokontroler

Didalam mikrokontroler terdapat banyak fungsi –fungsi khusus diantaranya adalah: (Putra, 2002)

1. Interupsi

Interupsi adalah perintah untuk menjalankan suatu sub rutin program pada saat sub rutin program yang lain sedang dijalankan, dan sifat interupsi ini merupakan suatu keharusan untuk dijalankan.

AT89S52 menyediakan 6 sumber interupsi, yaitu : 2 interupsi eksternal, 3 interupsi pewaktu, dan sebuah interupsi serial. Terdapat dua jenis interupsi, yaitu :

- *Non Maskable Interrupt*, yaitu jenis interupsi yang tidak dapat dihalangi misalnya RESET,

- *Maskable Interrupt*, yaitu jenis interupsi yang dapat dihalangi misalnya INT0, INT1, Timer 1, Timer 0, Timer 1, Serial Port (internal).

Berikut ini adalah tabel lokasi pengalamatan untuk interupsi:

Nama	Lokasi Alamat	Alat Interupsi
RESET	00H	Power On Reset
INT 0	03H	INT 0
Timer 0	0BH	Timer 0
INT 1	13H	INT 1
Timer 1	1BH	Timer 1
Sint	23H	Port I/O Serial
Timer 2	2BH	Timer 2

Tabel 2.3 Lokasi Pengalamatan Untuk Interupsi

Masing-masing sumber interupsi dapat dimatikan dan diaktifkan secara individual atau dengan me-nol-kan bit-bit IE (*Interrupt Enable*) dalam SFR. Register IE ini juga mengandung sebuah bit untuk aktivasi interupsi secara global, yang dapat digunakan untuk mengaktifkan dan mematikan interupsi secara keseluruhan (global).

(MSB)							(LSB)
EA	—	ET2	ES	ET1	EX1	ET0	EX0

Jika isinya = 1 artinya bit aktif (enable)

Jika isinya = 0 artinya bit pasif (disable)

Simbol	Posisi	Fungsi
EA	IE.7	Bit aktivasi seluruh interupsi secara serentak
—	IE.6	Cadangan untuk tipe Mikrokontroler lain
ET2	IE.5	Bit aktivasi interupsi <i>Timer 2 Overflow</i>
ES	IE.4	Bit aktivasi interupsi Port Serial
ET1	IE.3	Bit aktivasi interupsi <i>Timer 1 Overflow</i>
EX1	IE.2	Bit aktivasi interupsi eksternal 1
ET0	IE.1	Bit aktivasi interupsi <i>Timer 0 Overflow</i>
EX0	IE.0	Bit aktivasi interupsi eksternal 0

Tabel 2.4 Bit Register IE

2. Timer /Counter

Mikrokontroler AT89S52 dilengkapi dengan tiga perangkat *Timer/Counter*, masing-masing dinamakan sebagai *Timer 0*, *Timer 1* dan *Timer 2*. Perangkat *Timer/Counter* tersebut merupakan perangkat keras yang terpadu, dan untuk mengaksesnya digunakan register khusus yang tersimpan dalam SFR (*Special Function Register*). Pencacah biner *Timer 0* diakses melalui register TL0 (*Timer 0 Low Byte*, memori data internal alamat 8AH) dan register TH0 (*Timer 0 High Byte*, memori data internal alamat 8CH). Pencacah biner *Timer 1* diakses melalui register TL1 (*Timer 1 Low Byte*, memori data internal alamat 8BH) dan register TH1 (*Timer 1 High Byte*, memori data internal alamat 8DH). Pencacah biner *Timer 2* diakses melalui

register TL2 (*Timer 2 Low Byte*, memori data internal alamat 0CCH) dan register TH2 (*Timer 2 High Byte*, memori data internal alamat 0CDH).

Untuk mengatur kerja Timer/Counter tersebut digunakan 2 register tambahan yang dipakai bersama oleh Timer 0, Timer 1 dan Timer 2. Register tambahan tersebut adalah register TCON (*Timer Control Register*, memori data internal alamat 88H, tidak bisa dialamati per bit) dan register TMOD (*Timer Mode Register*, memori data internal alamat 89H, tidak bisa dialamati per bit).

Mode 0 – Pencacah Biner 13 bit

Dalam mode ini register timer disusun sebagai register 13 bit. Setelah perhitungan selesai, mikrokontroler akan men-set *Timer Interrupt Flag* (TF1). Dengan membuat gate = 1, timer dapat dikontrol oleh masukan luar INT1, untuk fasilitas pengukuran lebar pulsa.

Mode 1 – Pencacah Biner 16 bit

Mode 1 ini memiliki kesamaan dengan mode 0 akan tetapi register timer ini bekerja secara 16 bit.

Mode 2 – Pencacah Biner 8 bit dengan Isi Ulang

Mode ini menyusun register timer sebagai 8 bit counter. Overflow dari TL1 tidak hanya men-set TF1 tetapi juga mengisi TL1 dengan isi TH1 yang diatur secara perangkat lunak dan pengisian ini tidak mengubah TH1.

Mode 3 – Gabungan Pencacah Biner 16 bit dan 8 bit

Timer 1 dalam mode 3 semata-mata memegang hitungan. Efeknya sama seperti men-set TR1 = 0. Timer 0 dalam mode 3 menetapkan TL0 dan TH0 sebagai dua counter terpisah. TL0 menggunakan control bit timer 0

yaitu C/T, Gate, TR0, INT0 dan TF0. TH0 ditetapkan sebagai fungsi timer. Mode 3 diperlukan untuk aplikasi yang membutuhkan timer/counter ekstra 8 bit. Dengan timer 0 dalam mode 3, mikrokontroler ini seperti memiliki 3 timer/counter. Saat timer 0 dalam mode 3, timer 1 dapat diaktifkan atau dimatikan atau dapat digunakan oleh serial port sebagai pembangkit baudrate.

3. Serial Port

Dikenal 2 macam pengiriman data secara serial. Kedua cara tersebut dibedakan oleh sinyal detak yang dipakai untuk mendorong data serial, kalau detak dikirim bersama-sama dengan data serial, cara tersebut dikatakan sebagai Transmisi data serial secara Sinkron. Sedangkan dalam Transmisi data serial secara asinkron, detak tidak dikirim bersama data serial, rangkaian penerima data harus membangkitkan sendiri detak pendorong data serial. Penerimaan dan pengiriman data port serial melalui register SBUF.

Port serial pada AT89S52 bisa digunakan dalam 4 mode kerja yang berbeda. Dari 4 mode tersebut, 1 mode diantaranya bekerja secara sinkron dan 3 lainnya bekerja secara asinkron. Keempat mode kerja tersebut adalah :

Mode 0 Mode ini bekerja secara sinkron, data serial dikirim dan diterima melalui kaki P3.0 (RxD), sedangkan kaki P3.1 (TxD) dipakai untuk menyalurkan detak pendorong data serial. Data yang dikirim/diterima 8 bit sekaligus, dan kecepatan pengiriman data (*baudrate*) adalah $\frac{1}{2}$ frekuensi kristal yang digunakan.

Mode 1 Pada mode ini data dikirim melalui kaki P3.1 (TxD) dan diterima melalui kaki P3.0 (RxD), secara asinkron. Pada mode ini data

dikirim/diterima 10 bit sekaligus, dan yang berfungsi sebagai penerima bit stop adalah RB8 dalam register SCON. Kecepatan pengiriman data (*baudrate*) bias diatur sesuai keperluan, dan mode ini yang umum dikenal sebagai UART (*Universal Asynchronous Receiver/Transmitter*).

Mode 2 Data dikirim/diterima 11 bit sekaligus, bit yang ke 9 berasal dari bit TB8 dalam register SCON dan jika berfungsi sebagai penerima, bit 9 akan ditampung pada bit RB8 dalam register SCON. Kecepatan pengiriman data bias dipilih antara 1/32, atau 1/64 frekuensi kristal yang digunakan.

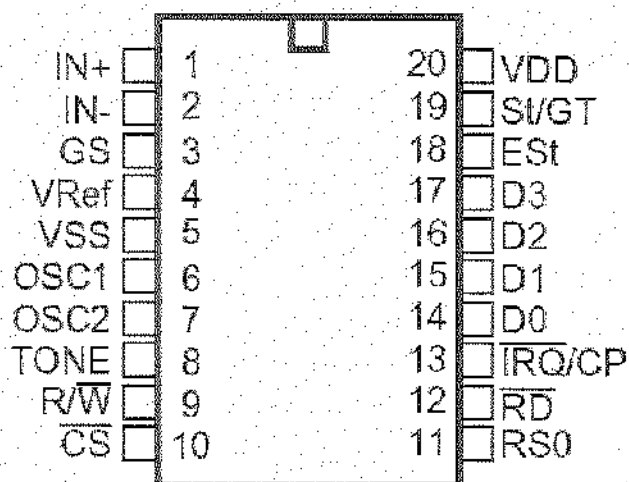
Mode 3 Mode ini sama dengan mode 2, hanya saja kecepatan pengiriman data (*baudrate*) bias diatur sesuai keperluan, seperti halnya mode 1.

Pada mode Asinkron (mode 1, mode 2, dan mode 3), port serial

AT89S52 bekerja secara *full duplex*.

2.4 DTMF Transceiver MT8888

MT8888 adalah DTMF transceiver dengan filter call progress. IC ini menggunakan teknologi CMOS dengan tingkat konsumsi daya yang rendah tapi kehandalan yang tinggi. (MITEL MT8888C)



Gambar 2.3 Konfigurasi Pin MT8888

Untuk berkomunikasi dengan MT8888 dengan menggunakan mikrokontroler digunakan fungsi-fungsi Register Internal sebagai berikut:

RS0	WR	RD	Fungsi
0	0	1	Tulis ke Transmit Data Register
0	1	0	Baca dari Receive Data Register
1	0	1	Tulis ke Register Kontrol
1	1	0	Baca dari Register Status

Tabel 2.5 Fungsi-Fungsi Register Internal

2.4.1 Register-Register MT8888

MT8888 mempunyai 3 buah register yaitu Register Kontrol untuk mengatur kerja IC MT 8888, Register Status untuk melihat status IC MT8888 dan Register Data untuk mengirim dan menerima data ke atau dari sinyal DTMT.

- Register Kontrol

Register Kontrol diakses dengan menuliskan data ke alamat IC MT 8888 dengan kondisi RS0 = 1. MT8888 mempunyai dua buah register kontrol yaitu Register Kontrol A dan Register Kontrol B.

b3	b2	b1	b0
RSEL	IRQ	CP/DTMF	TOUT

Tabel 2.6 Bit Register Kontrol A

- TOUT:** Bit untuk mengatur keaktifan Tone Output. Logika 1 berarti Tone Output aktif dan logika 0 berarti Tone Output non aktif.
- CP/DTMF:** Bit untuk mengatur mode IC MT8888 sebagai Mode Detektor Nada Panggil (Call Progress Detector) atau Mode DTMF.
- IRQ:** Bit untuk mengatur keaktifan pin IRQ sebagai interrupt. Logika 1 berarti interrupt aktif dan logika 0 berarti interrupt non aktif.
- RSEL:** Logika 1 berarti penulisan register kontrol berikutnya akan meng-akses Register Kontrol B dan logika 0 berarti penulisan register kontrol berikutnya tidak mengakses Register Kontrol B (tetap Registers Kontrol A)

b3	B2	b1	b0
C/R	S/D	TEST	BURST

Tabel 2.7 Bit Register Kontrol B

- BURST:** Bit untuk mengatur keaktifan mode burst. Logika 1 berarti mode burst non aktif dan logika 0 berarti mode burst aktif. Pada saat mode burst aktif maka durasi sinyal DTMF yang dikeluarkan oleh MT8888 adalah 51 ms hingga 102 ms, namun bila mode burst non aktif maka durasi sinyal DTMF dari MT8888 tergantung dengan bit TOUT di Register Kontrol A.
- TEST:** Logika 1 untuk mengaktifkan Mode Test dan Logika 0 untuk menonaktifkan Mode Test.
- S/D:** Bit untuk mengatur pembangkitan satu atau dua buah tone. Logika 0 untuk membangkitkan dua buah nada tone (DTMF) dan logika 1 untuk membangkitkan 1 buah nada tone.
- C/R:** Bit untuk mengatur kelompok frekuensi yang dikirimkan adalah kelompok baris atau kelompok kolom.

- Register Status

Register Status diakses dengan membaca data dari alamat IC MT8888 dengan kondisi RS0 = 1.

BIT	NAMA BIT	LOGIKA 1	LOGIKA 0
b0	IRQ	Interrupt sedang aktif, Bit 1 dan 2 set	Interrupt non aktif. Bit ini akan clear setelah Register status dibaca
b1	TRANSMIT DATA REGISTER EMPTY (BURST MODE ONLY	Transmitter siap mengirimkan nada DTMF berikutnya	Clear saat Register Status dibaca atau tidak pada Mode Burst
b2	RECEIVE DATA REGISTER FULL	Data yang valid telah siap dalam Register Data	Clear saat Register Status dibaca
b3	DELAYED STEERING	Set saat tidak terdeteksi Sinyal DTMF	Clear saat terdeteksi Sinyal DTMF

Tabel 2.8 Bit Register Status

- Register Data

Register Data diakses dengan membaca atau menulis dari atau ke alamat IC MT8888 dengan kondisi RS0 = 0. Apabila mikrokontroler mengirimkan data ke register ini, maka MT8888 yang sudah di inisialisasi melalui register-

register kontrolnya sebagai Mode DTMF dengan bit TOUT aktif akan langsung mengirimkan sinyal DTMF berdasarkan data-data biner yang dikirimkan oleh mikrokontroler.

Sebaliknya, apabila IC MT8888 mendeteksi sinyal DTMF pada inputnya, maka IC MT8888 akan mengubahnya menjadi data biner dan tersimpan dalam register ini. Data akan dikirimkan ke mikrokontroler setelah ada perintah membaca dari mikrokontroler. Dengan mengaktifkan bit IRQ pada Register Kontrol, MT 8888 akan selalu mengirimkan sinyal interrupt berlogika 0 ke mikrokontroler setiap kali sinyal DTMF terdeteksi dan dari sinyal tersebut telah siap di Register Data.

2.4.2 DTMF Receiver

Dual Tone Multiple Frequency (DTMF) adalah teknik mengirimkan angka-angka pembentuk nomor telepon yang di-kode-kan dengan 2 nada yang dipilih dari 8 buah frekuensi yang sudah ditentukan. MT8888 merupakan suatu perangkat decoder untuk DTMF yang mengintegrasikan fungsi dari bandsplit filter dan digital decoder. Bagian filter menggunakan teknik penyambung kapasitor untuk menyaring kelompok frekuensi tinggi dan rendah.

Bagian *decoder (receiver)* menggunakan teknik perhitungan digital untuk mendeteksi dan mengkodekan 16 pasang tone dari DTMF ke dalam kode 4 bit, sesuai dengan tabel berikut:

F_{LOW}	F_{HIGH}	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	1336	0	1	0	1	0
941	1209	*	1	0	1	1
941	1477	#	1	1	0	0

Tabel 2.9 Konversi DTMF ke Binary

DTMF decoder ini juga terdiri dari beberapa sub sistem yaitu filter, decoder, rangkaian steering dan osilator

1. Filter

Pemisahan kelompok tone rendah dan tinggi dilakukan dengan memasukan sinyal DTMF ke dalam dua filter kapasitor berorde enam, yang menghasilkan kelompok frekuensi rendah dan kelompok frekuensi tinggi. Bagian filter ini juga membuang frekuensi dari dial tone (350 Hz dan 400

Hz). Masing-masing keluaran filter dimasukkan kembali ke dalam kapasitor berorde tunggal untuk menghaluskan kembali sinyal.

2. Decoder

Setelah di filter, sinyal tersebut kemudian dimasukkan ke dalam sebuah decoder yang berfungsi untuk menentukan frekuensi dari tone yang diterima dan untuk memastikan bahwa tone tersebut memenuhi standar dari frekuensi DTMF.

Suatu algoritma yang sangat kompleks diterapkan untuk menghindari adanya tone palsu yang berasal dari sinyal lain seperti suara dengan memberikan toleransi yang kecil pada deviasi dan variasi frekuensi.

3. Rangkaian Steering

Sebelum sinyal yang di-kode-kan dikeluarkan, sebelumnya sinyal tersebut dicek apakah durasi dari sinyal benar. Jika durasinya telah memenuhi, kemudian sinyal tersebut dikeluarkan melalui output D0 – D4 yang akan merepresentasikan nilai biner dari berbagai macam keadaan input.

4. Osilator Kristal

Rangkaian clock internal dari MT8888 cukup dilengkapi suatu kristal eksternal sebesar 3.579545 MHz.

2.4.3 DTMF Transmitter

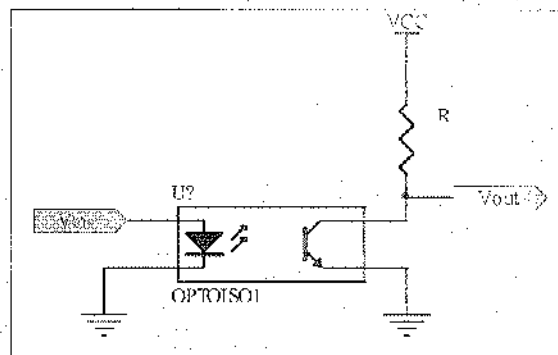
DTMF transmitter pada MT8888 mampu untuk membangkitkan Enam Belas pasang nada DTMF dengan distorsi yang rendah dan akurasi yang tinggi.

Semua frekuensi tersebut dibentuk dari kristal eksternal 3,579545 MHz.

Gelombang sinus untuk masing-masing nada terbentuk dengan menggunakan konverter D/A.

2.5 Optoisolator

Opto Coupler (biasa disebut juga opto isolator) adalah suatu isolator optik berupa kombinasi dari dioda LED *Galium Arsenida* dan detektor cahaya yang biasanya berupa *photo* dioda, *photo* transistor atau *photo darlington*. (Libranuar dan Johari, 2004)



Gambar 2.4 Konstruksi Opto Isolator

Opto Isolator mempunyai 3 parameter utama yaitu resistansi isolasi, kapasitansi isolasi, dan kapasitas ketahanan dielektrik. Keuntungan utama dari opto isolator adalah adanya isolasi listrik (*electrical isolation*) antara rangkaian input dan output. Dengan isolator optik hubungan yang ada antara masukan dan keluaran hanya seberkas cahaya, dengan demikian diperoleh resistansi penyekatan diantara kedua rangkaian dalam ribuan Mega Ohm.

Cara Kerja :

Arus mengalir dari arah anoda ke katoda, menyebabkan dioda akan memancarkan cahaya infra merah. Apabila cahaya tersebut mengenai photo transistor detektor maka akan timbul arus yang mengalir pada basis dan menyebabkan photo transistor berada pada kondisi saturasi sehingga tegangan antara kolektor-emitor (VCE) mendekati nol Volt. Dan apabila tidak ada cahaya, maka tidak terdapat arus pada basis sehingga photo transistor berada pada keadaan cut off.

2.6 Relay

Relay adalah komponen elektronika yang berfungsi untuk memutuskan dan menghubungkan arus listrik yang besar dengan menggunakan arus listrik yang kecil. Relay terdiri dari berbagai jenis antara lain: (Libranuar dan Johari, 2004)

1. Relay Lidi

Pada relay ini hanya mempunyai satu kotak yang berada pada tabung gelas yang dililiti kumparan. Relay ini sangat peka, dengan arus kecil sebesar 10 sampai dengan 30 mA (tergantung banyaknya lilitan) sudah cukup untuk memberikan tenaga kepada kumparannya.

2. Relay Konvensional

Relay ini terdiri dari kumparan dan beberapa saklar mekanik. Pergerakan mekanik ini berdasarkan pada terjadinya medan magnet disekitar kumparan yang terjadi akibat adanya arus yang mengalir melalui kumparan. Pada relay konvensional, biasanya memiliki satu kumparan, dan beberapa saklar mekanik yang mengikuti kaidah saklar konvensional yaitu SPST,

SPDT, dan DPDT. SPST (*single pole single throw*) adalah relay yang mempunyai satu masukan dan satu keluaran. SPDT (*single pole double throw*) adalah relay yang mempunyai satu masukan dan dua keluaran, sedangkan DPDT (*double pole double throw*) adalah relay yang mempunyai dua buah masukan dan dua buah keluaran. Relay konvensional membutuhkan arus yang lebih besar daripada relay lidi. Arus yang dibutuhkan sekitar 500mA.