MONITORING SISTEM KEAMANAN KOMPLEKS PERUMAHAN DENGAN MEMANFAATKAN MODULASI FM

LAPORAN TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

INDRA WAHYUDI

06.208.1027

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG

SEMARANG

2011

MONITORING SISTEM KEAMANAN KOMPLEKS PERUMAHAN DENGAN MEMANFAATKAN MODULASI FM

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan Program Sarjana Strata 1(S-1) Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang

Disusun Oleh :

Nama : Indra Wahyudi

NIM : 06.208.1027

Program Studi : Elektro Kendali Industri

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG

SEMARANG

2011

LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul "**Monitoring Sistem Keamanan Kompleks Perumahan Dengan Memanfaatkan Modulasi FM**" ini disusun oleh :

Nama	: Indra Wahyudi
Nim	: 06.208.1027
Program Studi	: Teknik Elektro Kendali Industri

Telah disahkan dan disetujui oleh dosen pembimbing pada :

Hari : Jum'at
Tanggal : 09 September 2011

Pembimbing I	Pembimbing II
Bustanul Arifin, ST., MT.	Eka Nuryanto B.S., ST., MT.

Mengetahui,
Ka. Program Studi Teknik Elektro

Agus Suprajitno, ST., MT.

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul "**Monitoring Sistem Keamanan Kompleks Perumahan Dengan Memanfaatkan Modulasi FM**" ini telah dipertahankan di depan Penguji Sidang Tugas Akhir pada :

Hari : Selasa
Tanggal : 27 September 2011

Tim Penguji	Tanda Tangan
Agus Suprajitno, S.T., M.T. Ketua	.....
DR. Hj. Sri Arttini Dwi P., M.Si Anggota I	.....
Dedi Nugroho, S.T.,M.T. Anggota II	.....

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

" Barangsiapa yang keluar dengan tujuan menuntut ilmu maka ia berada di jalan Allah sehingga ia kembali
(HR. At Turmidzy)".

" Agama adalah jalan sedangkan ilmu adalah cahaya dan tawakallah kepada ALLAH SWT disertai usaha dan doa ".

" Keberhasilan adalah kemampuan untuk melewati dan mengatasi dari satu kegagalan ke kegagalan berikutnya tanpa kehilangan semangat ".

" Tinggalkan apa yang kau ragukan dan kerjakan apa yang tidak kau ragukan. Sesungguhnya jujur itu ketenangan dan dusta itu menimbulkan kebimbangan (HR.At Turmidzy)".

Dengan penuh rasa syukur, karya sederhana ini kupersembahkan kepada:

1. **Keluarga besar Sastro Dihardjo-Pati** yang telah memberikan petuah-petuahnya dengan bijak dan mulia.
2. **AYAH** dan **IBUKU** yang telah memberikan segalanya buat masa depanku.
3. **DEKAN, KAPROGDI** dan segenap **DOSEN TEKNIK ELEKTRO UNISSULA.**
4. Dd na Aa, **P.U.J.I** yang selalu memberi semangat, motivasi, dan dukungan yang tak henti-hentinya.
5. Semua **SAHABATKU** atas dukungan dan motivasinya.
6. Semua **anak Elektro** terutama **ANGKATAN 2008** Unissula.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kehadirat ALLAH SWT yang menguasai bumi dan langit beserta isinya, atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Rasulullah tercinta, junjungan agung dan teladan mulia sepanjang masa, Nabi Muhammad SAW.

Tugas Akhir dengan judul "**Monitoring Sistem Keamanan Kompleks Perumahan dengan Memanfaatkan Modulasi FM**" ini dimaksudkan untuk melengkapi salah satu syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Atas bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Sebagai sebuah hasil karya manusia, tentu saja laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini telah melibatkan banyak pihak yang tentunya dengan sepenuh hati meluangkan waktu dan dengan keikhlasanya memberikan informasi yang penulis perlukan .

Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. H. Sukarno Budi Utomo, MT, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri UNISSULA Semarang.
2. Bapak Agus Suprajitno, ST., MT, selaku Kajur Prodi Teknik Elektro FTI UNISSULA Semarang.
3. Bapak Bustanul Arifin, ST., MT, selaku Dosen Pembimbing I.
4. Bapak Eka Nuryanto B.S., ST., MT, selaku Dosen Pembimbing II.
5. Kedua orang tua tercinta yang telah memberikan dukungan moril dan materil selama ini.
6. Teman-teman angkatan 2008 Progdi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri UNISSULA Semarang.

7. Serta semua pihak yang telah membantu penulis, sehingga dapat terselesaikannya Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam menyusun laporan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya dan apabila ada kritik dan saran yang bersifat membangun untuk kesempurnaan laporan ini, penulis menerima dengan lapang dada.

Akhirnya penulis berharap semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca khususnya mahasiswa ataupun mahasiswi Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung dalam menambah ilmu dan pengetahuannya.

Akhir kata semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua, Amin.

Semarang, 27 September 2011

Penyusun

Indra Wahyudi

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
LEMBAR PERSETUJUAN iii
LEMBAR PENGESAHAN iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN v
KATA PENGANTAR vi
DAFTAR ISI viii
DAFTAR GAMBAR xii
DAFTAR TABEL xv
ABSTRAK xvi

BAB I PENDAHULUAN
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 2
1.3 Pembatasan Masalah 2
1.4 Tujuan Tugas Akhir 2
1.5 Manfaat Tugas Akhir 3
1.6 Metode Penelitian Akhir 3
1.7 Sistematika Penulisan 4

BAB II LANDASAN TEORI
2.1 Pengertian Dasar Mikrokontroler 6
2.1.1 CPU *(Control Procesing Unit)* 6
2.1.2 Memori 7
2.1.3 Alamat 7
2.1.4 Data 7
2.1.5 Pengendali 7
2.1.6 I/O (*Input/Output*) 8
2.1.7 *Counter* dan *Timer* 8
2.2 Mikrokontroler AT89S52 9
2.3 Teknik Modulasi 15

2.4 Modulasi Frekuensi 19
2.5 Gelombang *Carrier* 21
2.6 Pemancar FM 22
2.6.1 Modulator FM 24
2.7 Penerima FM 25
2.7.1 Demodulator FM 27
2.8 Sistem Penguat 27
2.8.1 Penguat Transistor 28
2.8.2 Jenis-jenis Penguat 30
2.9 Komparator 36
2.9.1 *Schmitt Trigger* 38
2.10 Catu Daya 40
2.10.1 Penyearah Setengah Gelombang 40
2.10.2 Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh 41
2.10.3 Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh CT 42
2.11 Dasar Bahasa C 43
2.11.1 Bentuk umum program Bahasa C 43
2.11.2 Pengenal (*identifier*) dalam Bahasa C 43
2.11.3 Tipe data 43
2.11.4 Operator 44
2.11.5 Percabangan 44
2.11.6 Perulangan 45
2.11.7 Larik 45
2.11.8 Fungsi 45

BAB III PERANCANGAN SISTEM

3.1 Perancangan Sistem 46
3.2 Perancangan Sistem pemancar FM 47
3.2.1 Perancangan Sensor *Limit Switch* 49
3.2.2 Perancangan Mikrokontroler AT89S52 49
3.2.3 Perancangan *Buzzer* 50

3.2.4 Perancangan Pemancar FM 51
3.3 Perancangan Sistem Penerima FM 51
3.3.1 Perancangan Penerima FM 52
3.3.2 Perancangan *Pre Amp Mic*.....53
3.3.3 Perancangan Komparator 53
3.3.4 Perancangan Rangkaian Relay 54
3.3.5 Perancangan Tombol Menu.....55
3.3.6 Perancangan Mikrokontroler AT89S52 55
3.3.7 Perancangan *Display* 56
3.3.8 Perancangan Catu Daya 57
3.4 Perancangan Perangkat Lunak 58
3.4.1 Deklarasi Variabel 61
3.4.2 Program Inisialisasi LCD 62
3.4.3 Program Pemancar FM pada Sistem Keamanan Perumahan.....63
3.4.4 Program Penerima FM pada Sistem Keamanan Perumahan 65

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1 Pengujian dan Analisa Pemancar FM 68
4.2 Pengujian dan Analisa Penerima FM 71
4.3 Pengujian dan Analisa *Pre Amp Mic* 74
4.4 Pengujian dan Analisa Komparator 82
4.5 Pengujian dan Analisa *Relay* 86
4.6 Pengujian dan Analisa LCD 88
4.7 Pengujian dan Analisa Catu Daya 90
4.8 Pengujian dan Analisa Mikrokontroler AT98S52 91
4.9 Pengujian Monitoring Sistem Keamanan Kompleks Perumahan 93
4.9.1 Pengujian dan Analisa Sistem Keamanan Perumahan 93
4.9.2 Pengujian dan Analisa Sistem Keseluruhan 97

BAB V KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan 100

5.2 Saran 101

DAFTAR PUSTAKA 102

LAMPIRAN - LAMPIRAN L

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
UNISSULA
جامعة سلطان أجونج الإسلامية

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Blok Mikrokontroler 6
Gambar 2.2 Diagram Blok Mikrokontroler AT89S52 10
Gambar 2.3 Struktur Memori Mikrokontroler AT89S52 12
Gambar 2.4 Konfigurasi Mikrokontroler AT89S52 12
Gambar 2.5 Gelombang Modulasi Frekuensi 20
Gambar 2.6 Grafis dari suatu Gelombang Pembawa dengan Modulasi Frekuensi 21
Gambar 2.7 Diagram Blok Pemancar FM 22
Gambar 2.8 Ruang HF.....26
Gambar 2.9 Diagram Modulator-Demodulator 27
Gambar 2.10 Rangkaian *Common Base* (CB) 28
Gambar 2.11 Rangkaian *Common Collector (CC)*.....28
Gambar 2.12 Rangkaian *Common Emitter (CE)*.....29
Gambar 2.13 Penguat Daya Kelas A 31
Gambar 2.14 Penguat Daya Kelas B 35
Gambar 2.15 Penguat Daya Kelas C 36
Gambar 2.16 Simbol Komparator 37
Gambar 2.17 Fungsi Transfer Komparator 37
Gambar 2.18 Rangkaian *Schmitt Trigger input inverting* 38
Gambar 2.19 Rangkaian *Schmitt Trigger input non inverting* 39
Gambar 2.20 Rangkaian Penyearah Setengah Gelombang 41
Gambar 2.21 Rangkaian Dioda jembatan menggunakan empat Dioda 41
Gambar 2.22 Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh CT 42
Gambar 3.1 Diagram blok Monitoring Sistem Keamanan Kompleks Perumahan 46
Gambar 3.2 Perancangan dan Peletakan Sensor 47
Gambar 3.3 Diagram Blok sisi Pemancar FM 48
Gambar 3.4 Peletakan *Limit Switch* 49
Gambar 3.5 Sistem Mikrokontroler Unit Pemancar FM 50
Gambar 3.6 Rangkaian *Buzzer* 50

Gambar 3.7 Diagram Blok sisi Penerima FM 51
Gambar 3.8 Rangkaian *Pre Amp Mic* 1 Transistor 53
Gambar 3.9 Rangkaian Komparator 54
Gambar 3.10 Rangkaian *Relay* 54
Gambar 3.11 Rangkaian Tombol Menu.....55
Gambar 3.12 Sistem Mikrokontroler Unit Penerima FM 56
Gambar 3.13 Skema Rangkaian LCD M162 57
Gambar 3.14 Rangkaian Catu Daya 57
Gambar 3.15 Diagram Alir Program sisi Pemancar FM 59
Gambar 3.16 Diagram Alir Program sisi Penerima FM 60
Gambar 4.1 Pengujian Pemancar FM *i-tech* dan Radio FM digital Panasonic 67
Gambar 4.2 Pengujian Unit Penerima FM menggunakan Tuner FM 70
Gambar 4.3 Pengujian Frekuensi Penerima FM untuk Rumah satu 72
Gambar 4.4 Pengujian Frekuensi Penerima FM untuk Rumah dua 72
Gambar 4.5 Pengujian *Pre Amp Mic* 73
Gambar 4.6 Hasil Pengujian *Pre Amp Mic* Berlogika 0 dengan Skala 16µs/div dan 1 v/div 73
Gambar 4.7 Hasil Pengujian *Pre Amp Mic* Berlogika 1 dengan Skala 16µs/div dan 1 v/div 74
Gambar 4.8 Pengujian *Pre Amp Mic* dengan AFG 75
Gambar 4.9 Pengujian *Pre Amp Mic* dengan AFG skala 1 KHz 75
Gambar 4.10 Pengujian *Pre Amp Mic* dengan AFG skala 2 KHz 77
Gambar 4.11 Pengujian *Pre Amp Mic* dengan AFG skala 3 KHz 78
Gambar 4.12 Pengujian *Pre Amp Mic* dengan AFG skala 4 KHz 79
Gambar 4.13 Pengujian Komparator 81
Gambar 4.14 Hasil Pengujian Komparator Berlogika 0 dengan Skala 0,50 ms/div dan 3 v/div 82
Gambar 4.15 Hasil Pengujian Komparator Berlogika 1 dengan Skala 0,50 ms/div dan 3 v/div 82

Gambar 4.16 Pengujian *Input Inverting* dan *Non Inverting* Komparator 83
Gambar 4.17 Pengujian dari Rangkaian *Relay* 85
Gambar 4.18 Hasil Pengujian *Relay* Berlogika 0
dengan Skala 0,50 ms/div dan 1 v/div 86
Gambar 4.19 Hasil Pengujian Komparator Berlogika 1
dengan Skala 0,50 ms/div dan 3 v/div 86
Gambar 4.20 Tampilan LCD setelah Program dijalankan 89
Gambar 4.21 Pengujian Regulator 89
Gambar 4.22 PCB Mikrokontroler AT89S52 91
Gambar 4.23 Pengujian Sensor Rumah menggunakan Osiloskop 92
Gambar 4.24 Pengujian Sensor dengan menggunakan Radio FM Digital 95
Gambar 4.25 Pengujian Sistem Keamanan Kompleks Perumahan 96

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
UNISSULA
جامعة سلطان أجونج الإسلامية

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan beberapa mikrokontroler Atmel Seri AT89S 9
Tabel 2.2 SFR pada Mikrokontroler AT89S52 11
Tabel 2.3 Rumus-rumus Konfigurasi Penguat 29
Tabel 2.4 Tipe Data SDCC 43
Tabel 2.5 Operator dalam Bahasa C 44
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Pemancar FM 68
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Pemancar FM berdasarkan Jarak dengan Penerima FM 69
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Penerima FM tuner 71
Tabel 4.4 Pegujian Pre Amp Mic terhadap perubahan Frekuensi 80
Tabel 4.5 Pengujian Komparator dengan tegangan *Input Inverting* diubah-ubah 84
Tabel 4.6 Pengujian Komparator dengan tegangan *Input Non Inverting* diubah-ubah 84
Tabel 4.7 Hasil Pengujian IC Catu Daya 90
Tabel 4.8 Pengukuran Rangkaian Mikrokontroler 91
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Mikrokontroler AT89S52 91
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Respon Sensor pada Mikrokontroler 95
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Monitoring Sistem Keamanan Kompleks Perumahan 97

ABSTRAK

Perkembangan teknologi menuntut hasil kerja yang optimal dengan cara yang sangat efektif. Hampir setiap lini kehidupan manusia telah tersentuh oleh perkembangan teknologi, yaitu teknologi otomatisasi peralatan. Dengan sistem otomatisasi, maka peralatan tidak harus dikontrol manual tetapi bekerja secara otomatis. Pada Tugas Akhir ini dibuat sebuah Alat Monitoring Sistem Keamanan Kompleks Perumahan dengan memanfaatkan Modulasi FM berbasis mikrokontroler.

Alat ini menggunakan mikrokontroler AT89S52 sebagai pusat pengolahan data dan pengendali keamanan rumah dengan bahasa C sebagai perangkat lunaknya. Mikrokontroler mendapat input dari sensor limit switch yang aktif. Jika sensor limit switch aktif maka mikrokontroler akan mengolah data dan diubah menjadi frekuensi rendah yang dikirimkan melalui pemancar FM dengan sinyal pembawa 90 Mhz rumah 1 dan 93 Mhz rumah 2. Sinyal informasi tersebut diterima oleh penerima FM tuner.

Setelah dilakukan pengujian alat yang dibuat, dapat diketahui bahwa jarak pancar pemancar FM dapat diterima dengan baik oleh penerima FM maksimal berjarak 27 meter. Jika sensor yang berada di salah satu rumah aktif, maka LCD pada penerima FM akan menampilkan kondisi yang terjadi yaitu pintu atau jendela terbuka dan alarm akan menyala.

Keywords: Mikrokontroler AT89S52, Sensor limit switch, LCD, Pemancar dan Penerima FM

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keamanan merupakan salah satu faktor penting dalam kehidupan manusia. Karena dengan adanya jaminan keamanan, manusia dapat melakukan aktivitas hidupnya dengan mudah dan tanpa khawatir adanya ancaman. Keamanan sangat diperlukan setiap saat baik di rumah maupun di tempat kerja. Salah satu tempat yang perlu keamanan adalah rumah. Pada umumnya rumah adalah tempat beraktivitas, menyimpan harta benda dan sebagainya. Ancaman terhadap harta benda sering berasal dari luar misalnya kasus pencurian. Untuk itu perlu adanya pemanfaatan sebuah teknologi untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Aksi pencurian banyak dilakukan pada rumah-rumah terutama pada kompleks perumahan. Hal ini sering terjadi pada rumah yang ditinggal pemiliknya. Padahal telah diketahui bahwa di kompleks perumahan terdapat *security*. Tetapi tidak mungkin seorang *security* dapat mengecek setiap rumah pada setiap saat. Untuk itu dibuatlah sebuah alat yang dapat menginformasikan keadaan setiap rumah pada *security* selama rumah itu ditinggal pemiliknya, sehingga dengan begitu maka dapat dipantau setiap saat dari satu tempat.

Atas dasar pemikiran di atas maka dibuatlah suatu perangkat Monitoring Sistem Keamanan Kompleks Perumahan dengan Menggunakan Modulasi FM (*Frequency Modulation*). Sistem ini menggunakan frekuensi radio dengan memanfaatkan pemancar FM yang akan mengirimkan sinyal pada saat sensor terdeteksi adanya suatu gerakan. Dari sensor akan diubah menjadi sinyal frekuensi oleh mikrokontroler. Sinyal frekuensi akan diteruskan ke pemancar FM dan diterima oleh penerima FM, kemudian sinyal tersebut akan diproses oleh mikrokontroler agar dapat terbaca di LCD dan dapat diketahui oleh *security* mengenai aman tidaknya rumah tersebut.

1.2 Perumusan Masalah

Melihat latar belakang dan masalah tersebut, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan yang berkaitan dengan *Monitoring* Sistem Keamanan Kompleks Perumahan sebagai berikut:

a) Bagaimana cara membuat sistem keamanan pada kompleks perumahan ?
b) Bagaimana cara mengirim informasi keamanan rumah melalui pemancar FM dan diterima oleh penerima FM ?
c) Bagaimana cara memonitoring rumah yang aman dan rumah yang tidak aman melalui tampilan LCD ?

1.3 Pembatasan Masalah

Untuk memperjelas pembahasan yang berkaitan dengan sistem yang dirancang ini, maka pokok-pokok bahasan dibatasi oleh hal yang dianggap penting, diantaranya:

a) Perealisasian Alat *Monitoring* Sistem Keamanan Kompleks Perumahan dengan Memanfaatkan Modulasi FM terdiri atas modul pemancar yaitu *limit switch,* mikrokontroler AT89S52, *buzzer* dan unit pemancar FM serta modul penerima yaitu unit penerima FM, penguat mic, komparator, *relay*, mikrokontroler AT89S52, *buzzer*, dan LCD.
b) Menggunakan pemancar FM merk *i-tech* dan penerima FM *tuner* merk gemus buatan pabrik dengan jarak jangkauan maksimal 27 meter dan dalam hal ini tidak membahas rangkaian penala tersebut.
c) Sistem yang dirancang terdiri dari 2 *prototype* rumah dan sebuah ruang *security*.

1.4 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan yang ingin dicapai dalam penyelesaian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

a) Memahami dan merealisasikan Alat *Monitoring* Sistem Keamanan Kompleks Perumahan dengan Memanfaatkan Modulasi FM.

b) Mengetahui perancangan *Monitoring* Sistem Keamanan kompleks perumahan agar dapat mengirimkan informasi sesegera mungkin pada *home security* pada saat rumah itu di datangi pencuri. Sehingga dengan begitu dapat meminimalisir aksi pencurian.

c) Mengetahui dan memahami cara memonitor rumah yang tidak aman melalui tampilan LCD berupa tulisan rumah 1 atau rumah 2 yang tidak aman dan jika dimonitoring salah satu rumah maka tampilan LCD berupa sensor yang aktif pada pintu ataupun jendela.

1.5 Manfaat Tugas Akhir

Manfaat yang ingin dicapai dalam penyelesaian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

a) Dapat mengetahui cara kerja Alat *Monitoring* Sistem Keamanan Kompleks Perumahan dengan Memanfaatkan Modulasi FM sehingga dengan begitu akan dapat mengaplikasikannya pada perumahan-perumahan.

b) Alat *Monitoring* Sistem Keamanan Kompleks Perumahan dengan Memanfaatkan Modulasi FM diharapkan dapat meminimalisir aksi pencurian pada kompleks perumahan.

1.6 Metode Penelitian

Untuk menyempurnakan Tugas Akhir ini, maka diperlukan data yang lengkap. Metode penelitian yang digunakan adalah:

1. Studi Pustaka

   Yaitu dengan mempelajari dari berbagai referensi dan buku sebagai pedoman untuk membuat Alat *Monitoring* Sistem Keamanan Kompleks Perumahan dengan Memanfaatkan Modulasi FM.

2. Metode Observasi

   Yaitu dengan mengamati dan memperhatikan komponen elektronika yang digunakan dalam pembuatan Alat *Monitoring* Sistem Keamanan Kompleks Perumahan dengan Memanfaatkan Modulasi FM.

3. Metode Perancangan dan Pembuatan Alat

   Merupakan metode perancangan *software* dan *hardware*, yaitu dengan mengimplementasikan ke miniatur Alat *Monitoring* Sistem Keamanan Kompleks Perumahan dengan Memanfaatkan Modulasi FM.

4. Metode Percobaan dan Pengujian.

   Merupakan metode untuk mengetahui alat yang dibuat telah bekerja sesuai dengan yang diharapkan, serta digunakan untuk mengamati sistem kerja alat tersebut.

5. Analisa

   Yaitu dengan melakukan pengamatan hasil pengujian dengan keadaan sebenarnya serta mencari solusi penyelesaian terhadap masalah yang mungkin terjadi dengan peralatan yang telah dibuat.

1.7 Sistematika Penulisan

Laporan Tugas Akhir ini disusun menurut sistematika dan pembahasan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini dibahas mengenai Latar Belakang, Perumusan Masalah, Pembatasan Masalah, Tujuan Tugas Akhir, Manfaat Tugas Akhir, Metode Penelitian, dan Sistematika Penulisan Laporan.

BAB II LANDASAN TEORI

Dalam bab ini dibahas mengenai teori pendukung dan peralatan yang dijadikan sebagai landasan penulisan laporan Tugas Akhir dan memuat materi-materi yang relevan dengan penulisan maupun pembuatan alat secara keseluruhan.

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Dalam bab ini dibahas mengenai perancangan yang terdiri atas perancangan alat dan pembuatan program pada mikrokontroler untuk menjalankan sistem rangkaian serta berisi penjelasan sistem kerja dari rangkaian secara menyeluruh.

BAB IV PENGUJIAN ALAT DAN ANALISA

Dalam bab ini dibahas mengenai hasil pengujian alat dan analisa. Berdasarkan hasil dari pengujian alat akan dianalisa kemudian dibandingkan dengan perencanaan.

BAB V PENUTUP

Dalam bab ini dibahas mengenai kesimpulan dan saran dari hasil analisa dalam pembuatan alat.

DAFTAR PUSTAKA

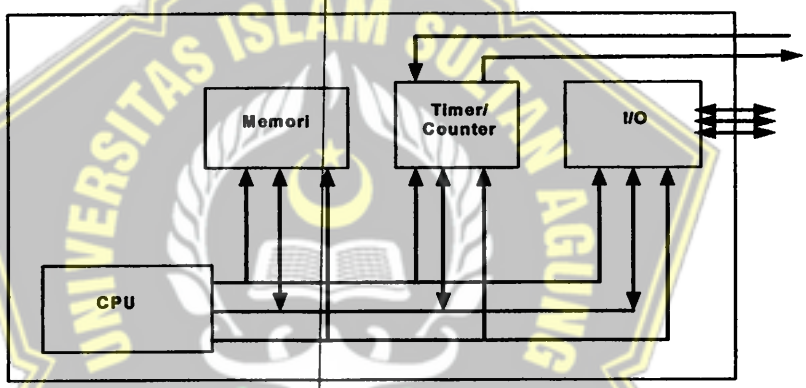
LAMPIRAN

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
UNISSULA
جامعة سلطان أجونج الإسلامية

BAB II
DASAR TEORI

2.1 Pengertian Dasar Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan SCM (*Single Chip Microcomputer*) yang di dalamnya terdapat unit pemroses CPU (*Control procesing Unit*) yang dikombinasikan dengan unit masukan atau keluaran I/O *(Input/Output)*, memori RAM *(Random Access Memory)* dan ROM *(Read Only Memory)* dan *timer/counter* dalam bentuk satu *chip*. Gambar diagram blok sebuah mikrokontroler seperti diperlihatkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Diagram blok Mikrokontroler

2.1.1 CPU *(Control Procesing Unit)*

Unit pengolah pusat (CPU) terdiri atas dua bagian, yaitu unit pengendali CU *(Control Unit)* serta unit aritmatika dan logika ALU *(Arithmatic Logic Unit)*. Fungsi utama unit pengendali adalah mengambil, mengkode, dan melaksanakan urutan instruksi sebuah program yang tersimpan dalam memori. Unit aritmatika dan logika (ALU) berfungsi untuk melakukan operasi matematis seperti pengurangan, penambahan, perkalian dan pembagian serta operasi logika seperti AND, OR, NOT, EX-OR. CPU juga berisi *address counter* yang berfungsi untuk mengambil perintah selanjutnya (Agfianto Eko Putra : 2006).

2.1.2 Memori

Memori merupakan tempat di mana mikrokontroler menyimpan program dan data. Memori dapat berupa register internal yang terdapat di dalam ALU, RAM yang dapat dibaca dan ditulisi yang bersifat sementara dan akan terhapus bila catu daya dihilangkan, atau ROM yang hanya dapat dibaca dan tidak akan hilang datanya walaupun catu dayanya dihilangkan.

2.1.3 Alamat

Bila suatu alamat dihubungkan dengan mikrokontroler maka harus ditetapkan dahulu alamat *(address)* dari alat tersebut untuk dapat mengakses atau menjangkaunya agar tidak terjadi kesalahan/kerusakan. Jumlah saluran alamat menentukan banyaknya lokasi memori yang dapat dijangkau oleh mikrokontroler. Misal mikrokontroler dengan 16 saluran alamat akan mampu menjangkau 2^{16} atau 65.536 lokasi memori. Sedangkan kumpulan saluran alamat disebut *bus* alamat.

2.1.4 Data

Mikrokontroler pada dasarnya adalah piranti digital yang menerima data dari sejumlah saluran masukan, mengolah data menurut ketentuan-ketentuan program yang tersimpan dan mengeluarkan data sebagai hasil pengolahan. Pada umumnya saluran masukan dan keluaran menjadi satu yang bersifat dua arah *(bidirectional)*. Kumpulan dari saluran masukan dan keluaran disebut bus data. Jumlah saluran masukan/keluaran menentukan jenis golongan dari mikrokontroler.

2.1.5 Pengendali

Mikrokontroler memerlukan saluran khusus untuk menunjukkan status mikrokontroler maupun untuk saluran pengendali menyerempakkan operasi mikrokontroler dengan operasi rangkaian luar. Kumpulan saluran-saluran status dan kendali ini disebut *bus* kendali.

2.1.6 I/O (*Input/Output*)

Untuk berhubungan dengan piranti luar dibutuhkan alat I/O. Ada dua perantara I/O yang dipakai, untuk hubungan serial (UART) dan untuk hubungan paralel (PIO). Perantara serial universal UART *(Universal Asynchronous Receiver-Transmitter)* merupakan penerima dan pengirim tak serempak universal. UART mengubah masukan serial menjadi keluaran paralel dan mengubah masukan paralel menjadi keluaran serial. PIO (Paralel *Input Output*) merupakan perantara untuk hubungan data dalam format paralel. PIO adalah alat yang dapat diprogram dan menyediakan perantara masukan dan keluaran dasar data paralel 8-bit.

2.1.7 *Counter* dan *Timer*

Pada dasarnya sarana masukan ini merupakan seperangkat pencacah biner (*binary counter*) yang terhubung langsung ke saluran data mikrokontroler, sehingga mikrokontroler bisa membaca kondisi pencacah dan bila diperlukan mikrokontroler dapat merubah kondisi pencacah tersebut.

Seperti layaknya pencacah biner, saat sinyal detak (*clock*) yang diberikan sudah melebihi kapasitas pencacah, maka pencacah akan memberikan sinyal *overflow* atau limpahan, sinyal ini merupakan suatu hal yang penting dalam pemakaian pencacah dan terjadinya limpahan pencacah ini dicatat dalam suatu register. Selain itu, sinyal detak yang diberikan ke pencacah bisa dikendalikan dengan mudah.

Sinyal detak yang diberikan ke pencacah dibedakan menjadi dua macam, yang pertama ialah sinyal detak dengan frekuensi tetap yang sudah diketahui besarnya dan yang kedua adalah sinyal detak dengan frekuensi yang bervariasi. Baik bekerja dengan frekuensi tetap maupun variatif, sumber detak utamanya sama yaitu dari frekuensi kristal yang terpasang.

Jika sebuah pencacah bekerja dengan frekuensi tetap, dikatakan pencacah tersebut bekerja sebagai *timer* atau pewaktu, karena pencacah

tersebut bekerja mirip dengan jam atau pewaktu yang memiliki detak sendiri, detak pada pencacah mikrokontroler ini berasal dari rangkaian isolator dan kristal yang terpasang.

Jika sebuah pencacah bekerja dengan frekuensi yang bervariasi, dikatakan pencacah tersebut bekerja sebagai *counter* atau pencacah, kondisi pencacah tersebut menyatakan banyaknya pulsa detak yang sudah diterima. Untai pencacah biner tersebut merupakan pencacah biner naik (*count up binary counter*).

2.2 Mikrokontroler AT89S52

Mikrokontroler adalah sistem komputer yang sebagian atau seluruh elemennya dikemas dalam satu *chip* IC, sehingga sering pula disebut dengan *single chip microcomputer*. Elemen-elemen tersebut antara lain CPU, ROM, RAM, *clock*, dan *Input-Output*. Mikrokontroler biasa dikelompokkan dalam keluarga-keluarga. Satu kelompok ini memiliki kemiripan, misalnya dalam pemrogramannya atau mempunyai spesifikasi yang sama. Contoh keluarga mikrokontroler adalah MCS-51 yang diproduksi oleh ATMEL seperti AT89S51, AT89S52, AT89S2051, dan sebagainya (Agfianto Eko Putra : 2006). Perbandingan tipe mikrokontoler ini dapat dilihat pada Tabel 2.1.

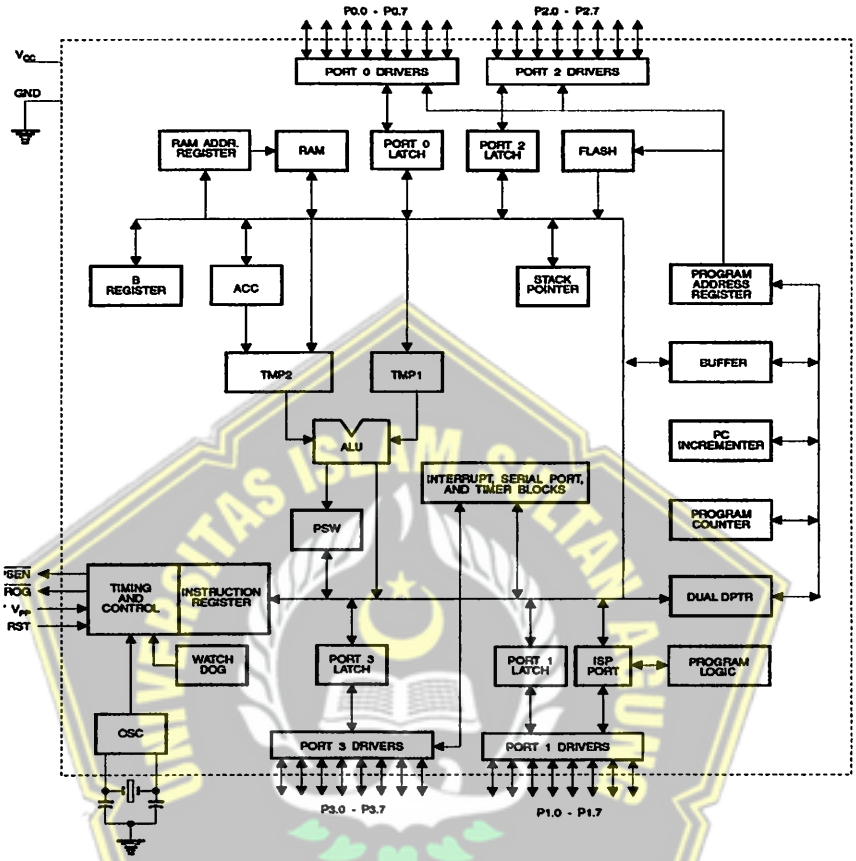
Tabel 2.1 Perbandingan beberapa mikrokontroler Atmel Seri AT89S

Nama	Memori Program ROM	Memori Data RAM	Memori Data EEPROM	Timer/Counter
AT89S2051	2k	128-byte	-	2
AT89S51	4k	128-byte	-	2
AT89S52	8k	256-byte	-	3
AT89S53	12k	256-byte	-	3
AT89S55	20k	256-byte	-	3
AT89S8252	8k	256-byte	2k	3

Sumber : Agfianto Eko Putra : 2006

AT89S52 merupakan salah satu mikrokontroler 8-bit keluarga MCS-51 yang memiliki 8-kbyte memori program (*flashperom*), 256-byte RAM, 32 jalur I/O, 3 *timer/counter*, 6 interupsi dan fasilitas *In System*

Programming (ISP). Dengan menggunakan kristal 12 MHz satu siklus membutuhkan waktu 1µs. Diagram blok dari AT89S52 dapat dilihat pada Gambar 2.2 (Agfianto Eko Putra : 2006).



Gambar 2.2 Diagram blok Mikrokontroler AT89S52

Memori data pada AT89S52 sebesar 256-byte dengan pembagian 128-byte bawah sebagai keperluan umum sedangkan 128-byte atas sebagai memori fungsi khusus yang sering disebut *Special Function Register* (SFR) (diperlihatkan pada Tabel 2.2). *Special Function Register* digunakan untuk keperluan khusus, misalnya alamat I/O *port*, *timer*, akumulator, *pointer*, register pengaturan *timer*, PSW (*Program Status Word*), register interupsi, *serial buffer*, dan *serial control*. Sedangkan pada memori keperluan umum terdapat 7 bank register yang dapat diakses secara per byte (R0-R7), memori teralamati bit (20H – 2FH) dan memori serbaguna (30H – 7FH). Pembagian memori AT89S52 dapat dilihat pada Gambar 2.3.

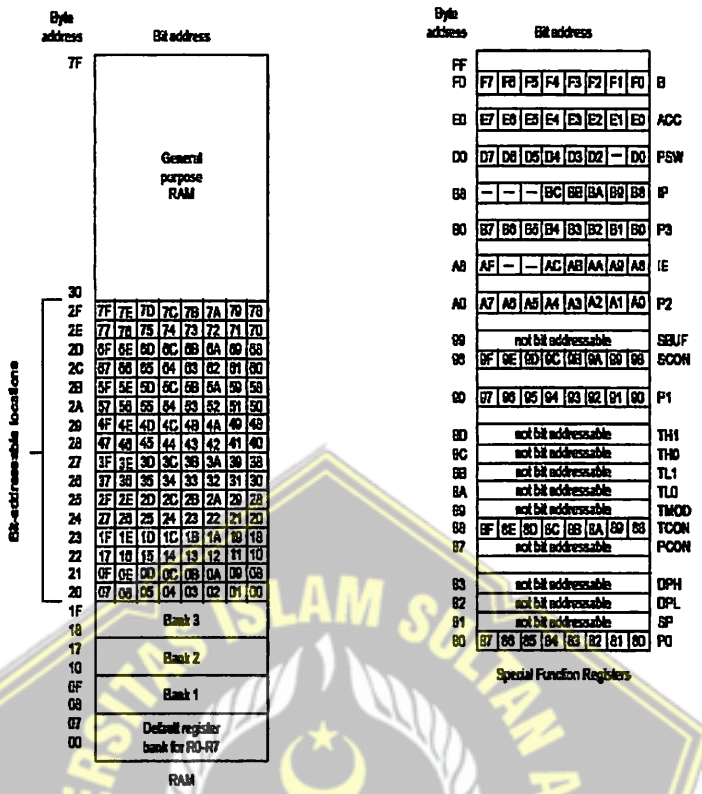
Tabel 2.2 SFR pada AT89S52

0F8H									0FFH
0F0H	B 00000000								0F7H
0E8H									0EFH
0E0H	ACC 00000000								0E7H
0D8H									0DFH
0D0H	PSW 00000000								0D7H
0C8H	T2CON 00000000	T2MOD XXXXXX00	RCAP2L 00000000	RCAP2H 00000000	TL2 00000000	TH2 00000000			0CFH
0C0H									0C7H
0B8H	IP XX000000								0BFH
0B0H	P3 11111111								0B7H
0A8H	IE 0X000000								0AFH
0A0H	P2 11111111		AUXR1 XXXXXXX0				WDTRST XXXXXXXX		0A7H
98H	SCON 00000000	SBUF XXXXXXXX							9FH
90H	P1 11111111								97H
88H	TCON 00000000	TMOD 00000000	TL0 00000000	TL1 00000000	TH0 00000000	TH1 00000000	AUXR XXX00XX0		8FH
80H	P0 11111111	SP 00000111	DP0L 00000000	DP0H 00000000	DP1L 00000000	DP1H 00000000		PCON 0XXX0000	87H

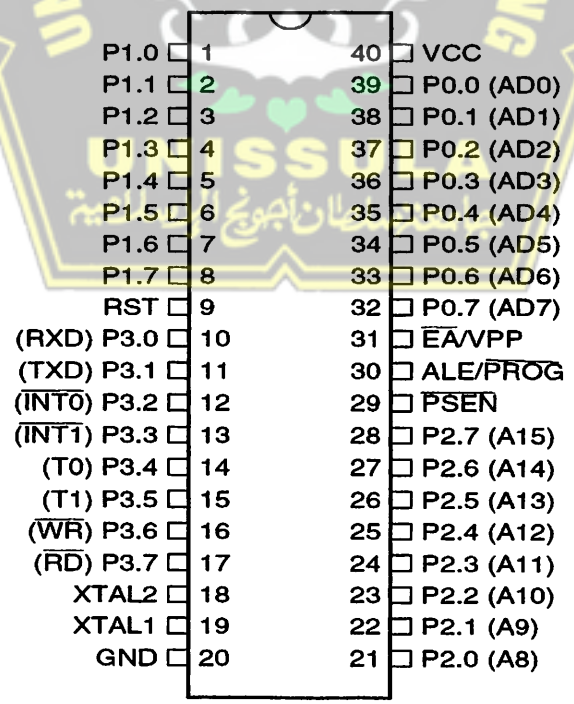
Sumber: Agfianto Eko Putra : 2006

Sebelum Atmel mengeluarkan mikrokontroler AT89Sxx, Atmel telah mengeluarkan seri AT89Cxx. Mikrokontroler seri C saat ini telah dihentikan produksinya. Fasilitas baru yang ada dalam seri S, tetapi tidak ada dalam seri C adalah:

1. *Watchdog Timer*, yaitu reset otomatis yang mencegah mikrokontroler dalam posisi *software upset* (berhenti bekerja karena kesalahan *software*, misalnya melakukan *looping* terus menerus).
2. *Dual* data *pointer*.
3. *Power Off Flag*, yaitu *flag* pada saat *power Off*.
4. *Interupsi* eksternal dari mode *power down*.
5. *In System Programming (ISP)* pada mode *page* atau byte.
6. Tegangan *power supply* 4.0 - 5.5 V.
7. Pilihan model 42-pin PDIP untuk mencegah *EMI Emission*.



Gambar 2.3 Struktur memori Mikrokontroler AT89S52



Gambar 2.4 Konfigurasi Mikrokontroler AT89S52

Gambar 2.4 adalah konfigurasi pin dari mikrokontroler AT89S52. Penjelasan pin dari mikrokontroler AT89S52 sebagai berikut (Agfianto Eko Putra : 2006) :

1. V_{CC}

   V_{CC} merupakan pin *power supply*.

2. GND

   GND merupakan pin *ground*.

3. *Port* 0

   Port 0 adalah *port* I/O *open drain* dua arah 8-bit. *Port* 0 dapat berfungsi sebagai *port* I/O biasa, *Low Order multiplex address*/data ataupun menerima kode byte saat *Flash Programming*.

   Saat berfungsi sebagai I/O biasa *port* ini dapat memberikan *output sink* ke delapan buah TTL *input* atau dapat diubah sebagai *input* dengan memberikan logika 1 pada *port* tersebut. Pada saat berfungsi sebagai *low order multiplex address*/data *port* ini akan mempunyai *internal pull up*. Pada saat *flash programming* diperlukan *external pull up* terutama saat verifikasi program.

4. *Port* 1

   Port 1 adalah *port* I/O dua arah 8-bit dengan *internal pull up*. *Port* ini berfungsi sebagai I/O biasa atau menerima *low order address bytes* saat *flash programming*.

   Port ini mempunyai *internal pull up* dan berfungsi sebagai *input* dengan memberikan logika 1. Sebagai *output*, *port* ini dapat memberikan *output sink* pada keempat *input* TTL. Pada *port* ini memiliki pin alternatif yaitu pin 1.5 sebagai MOSI, pin 1.6 sebagai MOSI, dan pin 1.7 sebagai SCK yang digunakan saat *system programming*.

5. *Port* 2

   Port 2 merupakan *port* I/O dua arah 8-bit dengan *internal pull up*. *Port* 2 berfungsi sebagai I/O biasa atau *high order address* pada saat mengakses memori secara 16-bit (MOVx @ DPTR). Saat

mengakses memori secara 8-bit (MOVx @ RI) *port* ini mengeluarkan isi *special function register*. Sebagai *input*, *port* ini diberi logika 1 karena *port* ini mempunyai *internal pull up*. Sedangkan saat sebagai *output*, *port* ini memberikan *output sink* keempat *input* TTL. *Port* 2 juga berfungsi sebagai *high order address* dan kontrol sinyal saat *flash programming* dan verifikasi.

6. *Port* 3

Port 3 merupakan port I/O 8-bit dengan *internal pull up*. Sebagai *output*, *port* ini memberikan *output sink* pada ke empat *input* TTL. Sebagai *input*, *port* ini diberi logika 1 karena *port* ini mempunyai internal *pull up*. *Port* 3 berfungsi sebagai kontrol sinyal selama *flash programming* dan verifikasi. Selain fungsi di atas *port* 3 memiliki beberapa fungsi spesial yaitu sebagai berikut:

P3.0 berfungsi sebagai RXD (*Port Serial Input*)
P3.1 berfungsi sebagai TXD (*Port Serial Output*)
P3.2 berfungsi sebagai INT 0 (*Port External Interrupt 0*)
P3.3 berfungsi sebagai INT 1 (*Port External Interrupt 1*)
P3.4 berfungsi sebagai T0 (*Port External Timer 0 Input*)
P3.5 berfungsi sebagai T1 (*Port External Timer 1 Input*)
P3.6 berfungsi sebagai WR (*External Data Memory Write Strobe*)
P3.7 berfungsi sebagai RD (*External Data Memory Read strobe*)

7. RST

Reset akan aktif dengan memberikan *input* tinggi selama 2 *cycle*. Pin ini juga aktif yaitu dengan memberikan 98 periode osilator setelah *Watchdog timer* keluar. DISRTO bit dalam SFR AUXR (*address* 8EH) dapat digunakan untuk men-*disable* fitur ini. Dalam kondisi DISRTO bit *default*, *reset* aktif.

8. ALE

ALE (*Address Latch Enable*) berfungsi menahan alamat bit rendah saat mengakses memori eksternal. Saat *Flash Programming*

(PROG) berfungsi sebagai pulsa *input*. Pada operasi normal ALE akan mengeluarkan sinyal *clock* sebesar 1/16 frekuensi osilator kecuali saat mengakses memori eksternal sinyal *clock* pada pin ini dapat pula di *disable* dengan men-set bit 0 dari SFR *(Special Function Register)* di alamat 8EH. ALE hanya akan aktif saat mengakses memori eksternal (MOVX & MOVC). Pengaturan bit ALE-*disable* tidak berpengaruh jika mikrokontroler dalam eksekusi eksternal.

9. PSEN

   PSEN (*Program Store Enable*) adalah pembacaan *strobe* ke program yang terletak pada memori eksternal. Pada saat AT89S52 mengeksekusi kode program yang terletak pada memori eksternal, PSEN akan aktif dua kali setiap *cycle*, kecuali dua aktivasi PSEN terlompati setiap akses ke memori data eksternal.

10. EA/VPP

    EA (*External Access*) pada kondisi *low*, mikrokontroler akan menjalankan program yang ada pada memori eksternal yang alamatnya dimulai dari 000H ke FFFH setelah sistem di-*reset*. Saat kondisi tinggi, pin ini akan berfungsi untuk menjalankan program yang ada pada memori.

11. X-tal 1

    X-tal 1 merupakan *input* osilator.

12. X-tal 2

    X-tal 2 merupakan *output* osilator.

2.3 Teknik Modulasi

Modulasi merupakan cara untuk membawa informasi yang telah diubah dalam bentuk listrik menjadi gelombang radio. Alat elektronika seperti halnya radio, televisi dan banyak sistem elektronika lainnya akan menjadi tidak mungkin tanpa modulasi, modulasi mengacu ke sinyal frekuensi rendah yang mengendalikan amplitude, frekuensi atau fasa dari sinyal frekuensi tinggi. Frekuensi tinggi yang membawa, dinamakan arus

carier atau bisa dikatakan juga proses penumpangan sinyal informasi ke gelombang/sinyal pembawa atau dinamakan gelombang *carier*.

Proses ini menyebabkan sifat-sifat sinyal pembawa berubah-ubah sebanding dengan perubahan sifat sinyal informasi (Sutanto:1989). Proses modulasi pada sistem komunikasi ini dilakukan karena:

1. Transmisi langsung sinyal informasi akan mengalami permasalahan interferensi selama gelombang radio yang ditransmisikan berada pada frekuensi yang sama atau mendekati.
2. Pada umumnya sinyal informasi akan mempunyai frekuensi yang rendah. Hal ini tidak memungkinkan terjadinya pengiriman dan penerimaan gelombang radio berfrekuensi rendah sampai ke tujuan.

Tujuan dari modulasi itu sendiri adalah untuk memindahkan posisi spektrum sinyal data, dari pita spektrum yang rendah (*base band*) ke pita spektrum yang jauh lebih tinggi (*band pass*). Hal ini dilakukan pada transmisi data tanpa kabel (antena), dimana dengan membesarnya frekuensi data yang dikirim, maka dimensi antena yang digunakan akan mengecil. Radiasi gelombang elektromagnetik akan berlangsung dengan efisien, jika ukuran antenanya sebanding dengan panjang gelombang.

Kegunaan lain dari modulasi adalah dimungkinkan proses pengiriman data/informasi melalui media yang sama secara bersamaan. Proses modulasi terjadi dengan melakukan variasi pada salah satu besaran karakteristik dari sinyal pembawa (yang berfrekuensi tinggi) seirama dengan sinyal data (yang berfrekuensi rendah). Sinyal pembawa yang telah dimodulasikan ini disebut sinyal termodulasi. Sinyal data disebut juga sinyal pemodulasi. Sinyal pembawa bisa didefinisikan dengan rumus:

$$X_c(t) = A(t)\,Cos(\omega_c t + \theta(t)) \quad \text{..... (2.1)}$$

Dengan $\omega_c = 2\pi f_c$, dan sinyal data dinyatakan dengan m(t), jika:

$A(t) \propto m(t)$	modulasi amplitude
$\theta(t) \propto m(t)$	modulasi phasa
$\frac{d\,\theta(t)}{dt} \propto m(t)$	modulasi frekuensi

Peralatan untuk melakukan proses modulasi disebut modulator, sedangkan peralatan untuk memperoleh informasi-informasi awal disebut demodulator dan peralatan yang melakukan kedua proses modulator dan demodulator disebut dengan modem. Informasi yang dikirim berupa data analog maupun digital, berdasarkan bentuk sinyal yang dimodulasi dan sinyal informasi maka modulasi terbagi menjadi 3, yaitu:

1. Modulasi analog

   Modulasi ini menghasilkan sinyal modulasi berupa sinyal analog, sinyal informasi, dan sinyal *carrier* analog. Dalam modulasi analog, proses modulasi merupakan respon atas informasi sinyal analog. Teknik umum yang dipakai dalam modulasi analog:

   a. Modulasi berdasarkan sudut:
      - Modulasi Fase (*Phase Modulation*-PM)
      - Modulasi Frekuensi (*Frequency Modulation*-FM)

   b. Modulasi Amplitudo (*Amplitudo Modulation*-AM)

2. Modulasi digital

   Modulasi ini menghasilkan sinyal modulasi berupa sinyal digital dan sinyal *carrier*. Dalam modulasi digital, suatu sinyal analog dimodulasi berdasarkan aliran data digital. Perubahan sinyal pembawa dipilih dari jumlah terbatas simbol alternatif. Teknik yang umum dipakai adalah:

   a. *Phase Shift Keying* (PSK), digunakan untuk suatu jumlah terbatas berdasarkan fasa. *Phase Shift Keying* (PSK) adalah modulasi yang menyatakan sinyal digital 1 sebagai suatu nilai tegangan tertentu dengan beda fase tertentu pula (misalnya tegangan 1 volt dengan beda fasa 0 derajat), dan sinyal digital 0 sebagai nilai tegangan tertentu (yang sama dengan nilai tegangan sinyal PSK bernilai 1, misalnya 1 volt) dengan beda fase yang berbeda (misalnya beda fasa 180 derajat).

   b. *Frequency Shift Keying* (FSK), digunakan untuk suatu jumlah terbatas berdasarkan frekuensi. *Frequency Shift Keying* (FSK)

adalah modulasi yang menyatakan sinyal digital 1 sebagai suatu nilai tegangan dengan frekuensi tertentu (misalnya f1=1200Hz), sementara sinyal digital 0 dinyatakan sebagai suatu nilai tegangan dengan frekuensi tertentu yang berbeda (misalnya f2=2200 Hz). Sama seperti modulasi fasa, pada modulasi frekuensi yang lebih rumit dapat dilakukan dengan beberapa frekuensi sekaligus dengan cara ini pengiriman data lebih efisien.

c. *Amplitudo Shift Keying* (ASK), digunakan untuk suatu jumlah terbatas berdasarkan amplitude. *Amplitudo Shift Keying* (ASK) adalah modulasi yang menyatakan sinyal digital 1 sebagai suatu nilai tegangan tertentu (misalnya 1 volt) dan sinyal digital 0 sebagai sinyal digital dengan tegangan 0 volt. Sinyal ini yang kemudian digunakan untuk menyala matikan pemancar atau bias dikatakan mirip dengan sinyal morse.

3. Modulasi Pulsa

   Sinyal modulasi berupa pulsa-pulsa yang ditimbulkan oleh sinyal informasi analog maupun digital dengan sinyal *carrier*.

Ketika menggunakan pembawa gelombang sinus untuk membawa data, ada tiga parameter yang dapat dimodulasikan yaitu amplitude, frekuensi, dan fasenya. Jadi ada tiga tipe dasar modulasi yang digunakan yaitu modulasi amplitude (AM, *Amplitudo Modulation*), modulasi frekuensi (FM, *Frequency Modulation*), dan modulasi fase (*Phase Modulation*) (Subiyantoro : 2009).

$$a_c = A_c \sin (2\pi f_c t + \theta_c) \quad \text{..... (2.2)}$$

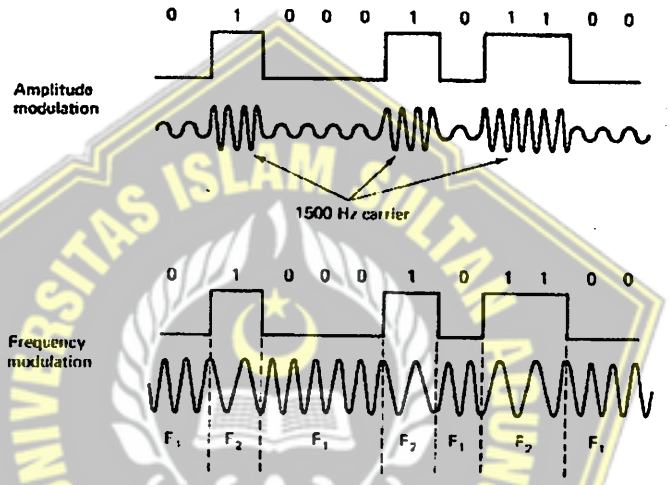
Dimana, a_c adalah harga seketika voltase pembawa pada waktu t

A_c adalah amplitude maksimum voltase *carrier*

f_c adalah frekuensi pembawa

θc adalah fasenya

Harga-harga tersebut dapat divariasi untuk membuat gelombang pembawa informasi, dilukiskan pada Gambar 2.5a Gelombang pembawa sinusoidal, misalkan 1500 Hz, yaitu frekuensi tengahnya *band channel* suara, dimodulasikan untuk membawa bit-bit informasi 0 1 0 0 0 1 0 1 1 0 0. Pada diagram sederhana ini, *channel*-nya dioperasikan secara tidak efisien karena semakin banyak bit yang dapat dikemas menjadi osilasi pembawa yang terlihat kerapatan pengemasan menentukan kecepatan operasi (Subiyantoro : 2009).

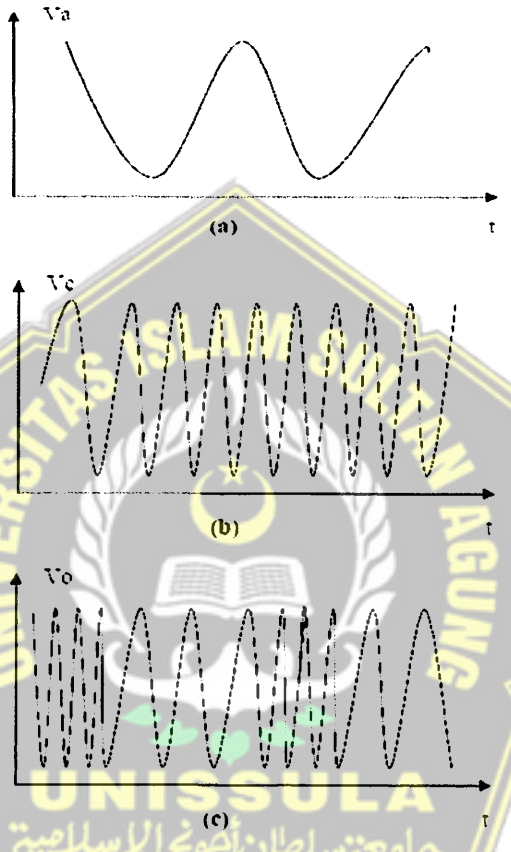


Gambar 2.5a. Metode Dasar Pemodulasian Pembawa Gelombang sinusoidal

2.4 Modulasi Frekuensi

Modulasi frekuensi adalah proses menumpangkan informasi pada *carrier* dengan cara mengubah-ubah frekuensi dari *carrier* sesuai dengan sinyal informasi. Modulasi frekuensi merupakan suatu proses modulasi dengan cara mengubah frekuensi gelombang pembawa sinusoidal yaitu dengan cara menyelipkan sinyal pemodulasi pada gelombang pembawa sebagaimana terlihat pada Gambar 2.5b. Jika sinyal informasi (sinyal pemodulasi) telah diselipkan maka frekuensi gelombang pembawa akan naik menuju harga maksimum, sesuai dengan amplitude dari sinyal pemodulasi yang naik menuju harga maksimum dalam arah positif. Kemudian frekuensi gelombang pembawa akan turun kembali menuju harga nol. Selanjutnya pada setengah siklus berikutnya, frekuensi gelombang pembawa akan turun

ke harga minimum, sesuai dengan harga amplitude sinyal pemodulasi yang menuju negatif, kemudian frekuensi gelombang pembawa akan naik kembali munuju harga aslinya sesuai dengan harga amplitude sinyal pemodulasi yang turun kembali ke harga nol. Bentuk gelombang modulasi frekuensi dapat digambarkan sebagai berikut :



(a) Sinyal informasi pada modulasi frekuensi

(b) Sinyal pembawa tanpa modulasi pada frekuensi

(c) Sinyal pembawa dengan modulasi FM

Gambar 2.5b Gelombang Modulasi Frekuensi

Pada modulasi frekuensi, amplitude sinyal pembawa selalu tetap (tidak berubah-ubah), sedangkan frekuensinya berubah-ubah tergantung pada amplitude sinyal modulasi. Perubahan naik turunnya amplitude pemodulasi akan berpengaruh pada simpangan frekuensi sinyal pembawa yang disebut dengan frekuensi deviasi. Di dalam teknik FM terdapat tiga jenis frekuensi yaitu:

1. Frekuensi *carrier* (pembawa)

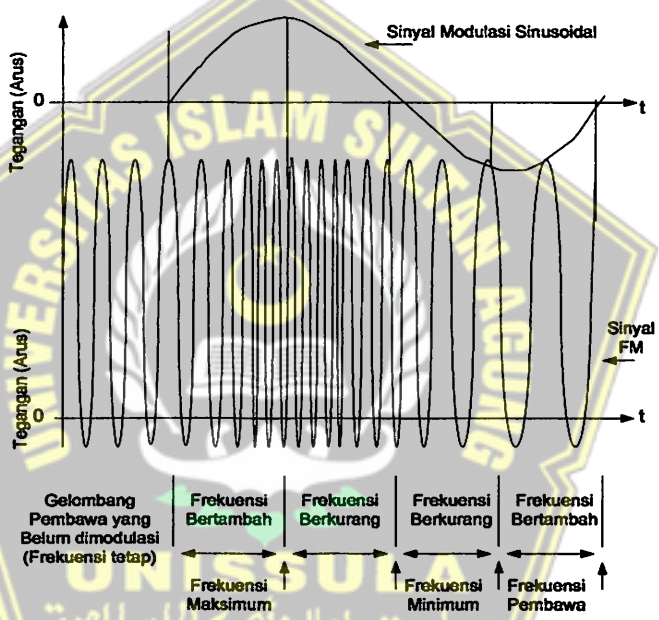
   Gelombang radio yang mempunyai frekuensi yang lebih tinggi dari frekuensi sinyal informasi.

2. Frekuensi simpangan

   Perubahan frekuensi *carrier* dinamakan frekuensi simpangan yang mewakili kekuatan amplitude dari sinyal informasi.

3. Frekuensi informasi

   Kecepatan perubahan frekuensi simpangan dalam satu detik dinamakan frekuensi informasi.



Gambar 2.6 Grafis dari suatu Gelombang Pembawa dengan Modulasi Frekuensi

2.5 Gelombang *Carrier*

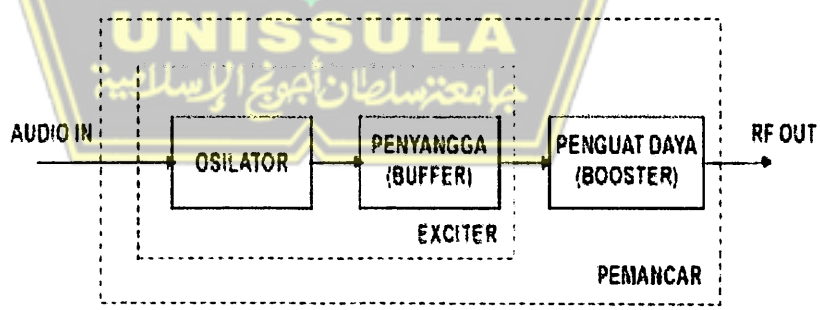
Gelombang atau sinyal *carrier* adalah gelombang radio yang mempunyai frekuensi jauh lebih tinggi dari frekuensi sinyal informasi. Berbeda dengan sinyal suara yang mempunyai frekuensi beragam dengan range 20 Hz hingga 20 KHz, sinyal *carrier* ditentukan pada satu frekuensi saja. Frekuensi sinyal *carrier* ditetapkan dalam suatu lokasi frekuensi yang ditentukan oleh badan yang berwewenang. Di Indonesia, alokasi frekuensi sinyal *carrier* untuk siaran FM ditetapkan pada frekuensi 87,5 Mhz hingga 108 Mhz. Alokasi itu terbagi untuk 204 k dengan kelipatan 100 Khz. Kanal

pertama berada pada frekuensi 87,6 Mhz, sedangkan kanal ke 204 berada pada frekuensi 107,9 Mhz. Karena berupa gelombang sinusoida, sinyal *carrier* mempunyai beberapa parameter yang dapat berubah. Perubahan itu dapat terjadi pada amplitude, frekuensi, atau parameter lainnya. Kemampuan untuk diubah inilah yang menjadi ide dari teknik modulasi.

Pada pemancar radio dengan teknik modulasi FM, frekuensi gelombang *carrier* akan berubah seiring perubahan sinyal suara atau informasi lainnya. Amplitude gelombang *carrier* relatif tetap. Seperti halnya gelombang termodulasi AM, gelombang ini juga akan mengalami redaman oleh udara dan mendapat interferensi dari frekuensi-frekuensi lain, noise, atau bentuk gangguan lainnya. Akan tetapi karena umumnya berbentuk variasi amplitude, kecil kemungkinan dapat mempengaruhi informasi yang menumpang dalam frekuensi gelombang *carrier*.

2.6 Pemancar FM

Pada sistem pemancar terdapat tiga bagian penting yaitu VCO (*Voltage Controlled Oscillator*), penyangga (b*uffer*) dan penguat akhir. Pemancar FM secara umum terdiri dari blok–blok bagian seperti Gambar 2.7.



Gambar 2.7. Diagram blok Pemancar FM

Pada pemancar FM (*Frequency Modulation),*untuk menghasilkan frekuensi 88MHz–108MHz dapat dipakai VFO (*Variable Frequency Oscillator*). Karena pada VFO dipakai induktor dan kapasitor sebagai penentu frekuensinya maka kestabilannya sangat tergantung dari kestabilan nilai induktor dan kapasitor. VFO yang frekuensinya bisa berubah karena

diberi besaran tegangan pada *input*-nya disebut sebagai VCO (*Voltage Controlled Oscillator*). VCO paling banyak dipakai pada rangkaian osilator FM karena sinyal suara langsung dapat dimasukkan pada *input* VCO.

Penyangga (*buffer*) berfungsi untuk menstabilkan amplitude osilator akibat dari pembebanan tingkat selanjutnya. Biasanya penyangga terdiri dari 1 atau 2 tingkat penguat transistor yang dibias sebagai kelas A. Dengan penguat kelas A akan didapatkan penguatan dan linearitas yang tinggi meskipun demikian penguat kelas A memiliki efisiensi yang paling rendah dibandingkan kelas yang lain. Pada referensi untuk penyangga ini menggunakan penguat kelas C.

Sinyal yang didapat dari penyangga masih relatif lemah. Untuk mendapatkan daya yang lebih besar dibutuhkan penguat daya frekuensi radio. Parameter-parameter yang perlu diperhatikan pada penguat daya frekuensi radio adalah:

1. *Bandwidth* dan faktor kualitas
2. Daya *input output* tiap tingkat
3. Impedansi *input output* tiap tingkat
4. Linearitas dan efisiensi

Inti dari sebuah pemancar adalah osilator. Untuk membangun komunikasi yang baik harus dimulai dengan osilator yang dapat bekerja dengan sempurna. Pada sistem komunikasi osilator menghasilkan gelombang sinus yang dipakai sebagai sinyal pembawa (*carrier*), sinyal informasi kemudian ditumpangkan pada sinyal pembawa (*carrier*) dengan proses modulasi. Tujuan dari pemancar FM adalah untuk merubah satu atau lebih sinyal *input* berupa *Audio Frekuensi* (AF) menjadi gelombang termodulasi dalam sinyal RF (*Radio Frequency*) yang dimaksudkan sebagai *output* daya kemudian diumpankan ke sistem antena untuk dipancarkan.

Sebelum sinyal RF diumpankan ke antena, daya yang ada pada *exciter* dikuatkan oleh penguat akhir yaitu *booster*, dari *booster* inilah jangkauan penerimaan radio ditentukan, jika *booster* memiliki daya yang

besar, maka penerimaan dari pancaran radio pun semakin jauh. Sinyal yang didapat dari *exciter* masih relatif lemah. Untuk mendapatkan daya yang lebih besar dibutuhkan penguat daya frekuensi radio. Tiap kanal dari pemancar FM *stereo* membutuhkan *bandwidth* 75 kHz. Sedangkan *bandwidth* frekuensi kerja radio FM adalah 20 MHz (88 MHz – 108 MHz).

Pada penguat daya frekuensi radio impedansi sumber dan impedansi beban tiap tingkat harus sama. Dengan demikian semua daya yang dihasilkan sumber akan diserap seluruhnya oleh beban (terjadi transfer daya maksimal). Keadaan dimana terjadi kesamaan impedansi dinamakan keadaan *match*. Jika impedansi yang ada belum sama maka impedansi tersebut harus disamakan dengan *matching impedancy*.

Daya yang dihasilkan pemancar akan diradiasikan oleh antena. Saluran transmisi adalah bagian yang menghantarkan daya dihasilkan pemancar ke antena. Sebagai bagian yang menghantarkan daya, saluran transmisi yang ideal tidak akan mengurangi daya yang dihantarkannya dan tidak meradiasikan daya yang menjadi tugas antena. Pada kenyataannya, saluran transmisi juga mengurangi daya yang disalurkannya. Daya yang berkurang berubah menjadi panas dan sebagian kecil diradiasikan. Agar transfer daya terjadi secara maksimal maka saluran transmisi juga harus mempunyai impedansi karakteristik yang sama dengan sumber dan beban. Impedansi karaktesistik saluran transmisi yang umum adalah 50 Ω (kabel *coaxial* pada peralatan radio amatir).

2.6.1 Modulator FM

Modulator merupakan bagian utama dari pemancar FM yaitu suatu alat yang digunakan untuk melakukan modulasi, yaitu proses menumpangkan data pada frekuensi pembawa (*carrier*) agar bisa dikirim ke penerima melalui media tertentu (kabel atau udara). Jadi modulator FM dapat didefinisikan sebagai alat penghasil sinyal FM. Sinyal FM dapat diperoleh dari suatu rangkaian dengan komponen utama adalah osilator

dan piranti *non linear*. Piranti *non linear* yang sering digunakan antara lain adalah transistor dan dioda *varactor*.

Prinsip kerja dari modulator adalah adanya tegangan bias dari sinyal pemodulasi (informasi) akan berpengaruh pada nilai induktansi dari transistor ataupun nilai kapasitansi dari dioda *varactor*. Perubahan nilai induktansi maupun kapasitansi tersebut akan berpengaruh pada reaktansi osilator sehingga dihasilkan pula perubahan frekuensi ataupun fasa dari keluaran osilator sesuai dengan sinyal modulasi frekuensi yang dikehendaki.

2.7 Penerima FM

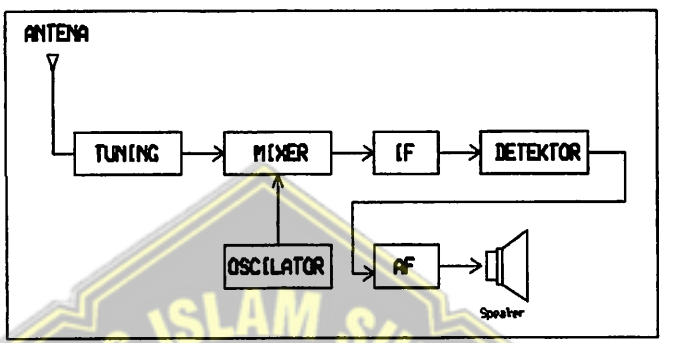
Dalam komunikasi radio, modulasi adalah suatu sistem atau cara mengirimkan sinyal informasi agar dapat dibawa oleh gelombang radio yang dipancarkan melalui pemancar. Maka penerima radio harus menyesuaikan dengan sistem modulasi yang dipakai oleh stasiun pemancar. Pada penerima radio AM hanya akan menerima gelombang yang dipancarkan dengan modulasi amplitude (AM) begitu pula untuk penerima radio FM (Frekuensi Modulasi) hanya dapat menerima gelombang radio dari pemancar yang menggunakan modulasi frekuensi (FM).

Pesawat penerima radio FM berfungsi untuk mendemodulasikan sinyal informasi yang telah dimodulasi frekuensi yang berasal dari pemancar radio FM. Detektor PLL(*Phase Locked Loop*) merupakan metode deteksi FM yang paling efektif dan stabil karena jika terjadi pergeseran/*drift* frekuensi *carrier* dari osilator local maka PLL secara otomatis akan segera menyesuaikan dirinya.

Penerima radio FM bagian depan berupa tuner yang berfungsi menerima sinyal radio dari antena serta menguatkannya. Osilator lokasi pada tuner ini juga berupa VCO, digunakan untuk membangkitkan osilasi sehingga diperoleh selisih 10.7 Mhz dengan sinyal radio yang dipilih. Setelah melalui penguat IF (*Intermediate Frequency*), limiter, dan detector, barulah diperoleh sinyal audio yang diinginkan. Penguat audio diperlukan

untuk menguatkan sinyal ini agar diperoleh sinyal audio yang jernih untuk disajikan ke speaker atau sebagai masukan bagi perangkat lainnya.

Pada dasarnya penerima radio terdiri dari tiga bagian pokok yang tersusun dalam satu kesatuan, di mana rangkaian bekerja sesuai fungsinya. Adapun diagram dari penerima FM seperti gambar dibawah ini :



Gambar 2.8 Ruang HF

1. Ruang HF (*High Frekuensi*)

   Ruang HF merupakan tempat pemroses getaran tinggi yang diperoleh dari luar pesawat penerima. Dalam ruang HF terdapat tiga buah blok, masing-masing adalah tuning penala, mixer dan oscilator.

2. Ruang MF (*Middle Frekuensi*)

   Ruang MF merupakan rangkaian penguat yang bertugas pemroses getaran tinggi yang diumpankan dari ruang HF. Pada ruang ini terdapat blok IF (*intermediate frekuensi*) dan alat pendeteksi. Keduanya berfungsi merubah frekuensi tinggi menjadi frekuensi menengah yang dipisahkan oleh alat pendeteksi.

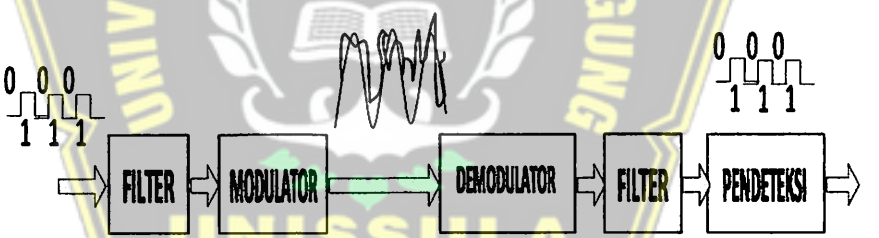
3. Ruang AF (*Audio Frekuensi*)

   Ruang AF atau sering disebut juga dengan *amplifier*. Ruang AF berfungsi sebagai ruang penguat suara.

2.7.1 Demodulator FM

Definisi demodulasi adalah proses suatu sinyal modulasi yang dibentuk kembali seperti aslinya dari suatu gelombang pembawa (*carrier wave*) yang termodulasi oleh suatu rangkaian. Sedangkan pengertian demodulator adalah rangkaian penerima komunikasi seperti (radio, televisi, dan radar) yang berfungsi memisahkan informasi asli dari gelombang campuran yaitu gelombang isyarat pembawa yang termodulasi. Sesudah isyarat informasi dipisahkan dari gelombang campuran, maka isyarat informasi itu dikuatkan dan ditampilkan sebagai bunyi atau tanda-tanda lain, misalnya bayangan seperti dalam televisi.

Peralatan untuk melaksanakan proses modulasi disebut modulator, sedangkan peralatan untuk memperoleh informasi informasi awal (kebalikan dari dari proses modulasi) disebut demodulator dan peralatan yang melaksanakan kedua proses tersebut disebut modem.



Gambar 2. 9 Diagram Modulator-Demodulator

2.8 Sistem Penguat

Sistem penguat merupakan sistem yang memungkinkan suatu piranti atau perangkat elektronika menambah amplitudo sebuah sinyal. Dalam penguatan linier, sinyal keluaran yang dihasilkan adalah salinan sinyal masukan yang diperbesar tanpa distorsi, namun dalam keadaan tertentu, misalnya dalam operasi kelas C, meskipun erat kaitannya dengan sinyal masukan, sinyal keluaran tidak memiliki bentuk gelombang yang sama. Jenis penguat dirancang untuk memperbesar arus sinyal, namun ada pula

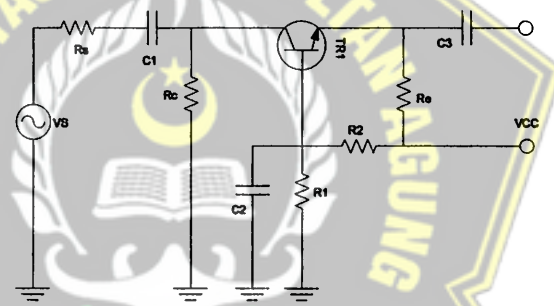
yang dirancang untuk memperbesar tegangan sinyal, sementara penguat yang disebut penguat daya (*power amplifier*) dirancang untuk menghasilkan keluaran dengan kuat arus dan tegangan yang sesuai dengan kebutuhan.

2.8.1 Penguat Transistor

Adalah suatu penguatan gelombang yang menggunakan konfigurasi dari transistor. Rangkaian penguat yang memakai transistor mempunyai tiga jenis rangkaian konfigurasi, yaitu :

a. *Common Base* (CB)

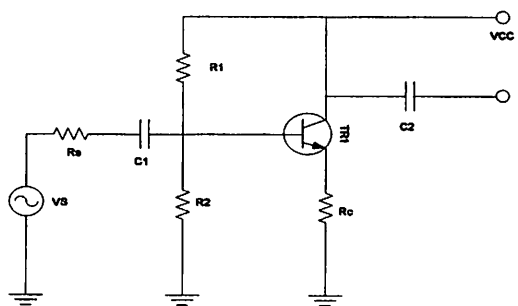
Sinyal *input* dimasukkan melalui rangkaian emitter-basis dan sinyal *output* diambil melalui rangkaian kolektor-basis. Gambar 2.10 memperlihatkan rangkaian *Common Base* (CB).



Gambar 2.10 Rangkaian *common base* (CB)

b. *Common Collector* (CC)

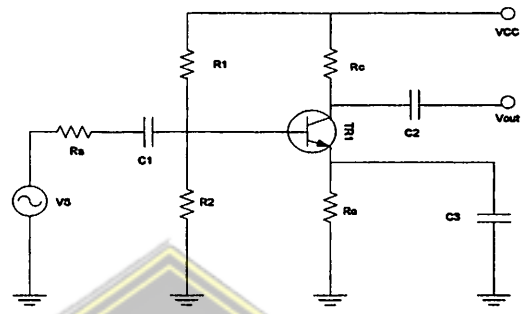
Sinyal *input* dimasukkan melalui rangkaian basis-kolektor dan sinyal *output* diambil melalui rangkaian emitter-kolektor. Rangkaian dari *Common Collector* (CC) diperlihatkan pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11 Rangkaian *common collector* (CC)

c. *Common Emitter* (CE)

Sinyal *input* dimasukkan melalui rangkaian basis-kolektor dan sinyal *output* diambil melalui rangkaian kolektor-emitter. Rangkaian dari *Common Emitter* (CE) akan diperlihatkan pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12 Rangkaian *common emitter* (CE)

Tabel 2.2 Rumus-rumus konfigurasi penguat

Jenis Penguat	Z_{in}	Z_{out}	A
Common Base (CB)	r'_e	Rc	$\frac{Rc}{r'e}$
Common Collector (CC)	$R1//R2//\beta R_E$ atau $R1//R2$	$r'e = \frac{Rth}{\beta}$ $Rth = R1//R2//R3$	$E1$
Common Emitter (CE)	$R1//R2\beta r'_e$	Rc	$\frac{Rc}{r'e}$

Keterangan :

Z_{in} = Impedansi input

Z_{in} = Impedansi output

A = Penguatan tegangan

r'_e = Resistansi emitter AC

Rc = Tahanan kolektor

R_E = Tahanan emitter

Rth = Tahanan Thevenin

β = penguatan transistor

Masing-masing jenis konfigurasi ini mempunyai karakteristik yang berlainan. Karakteristik utama yang diperlihatkan adalah impedansi input, impedansi output dan penguatan tegangan. Untuk setiap jenis konfigurasi penguat, nilai tahanan AC dari dioda emitternya adalah sama, yaitu :

$$r'e = \frac{25mV}{I_E} \quad \text{..... (2.3)}$$

Dimana I_E = arus emitter (Ampere)

2.8.2 Jenis-jenis Penguat

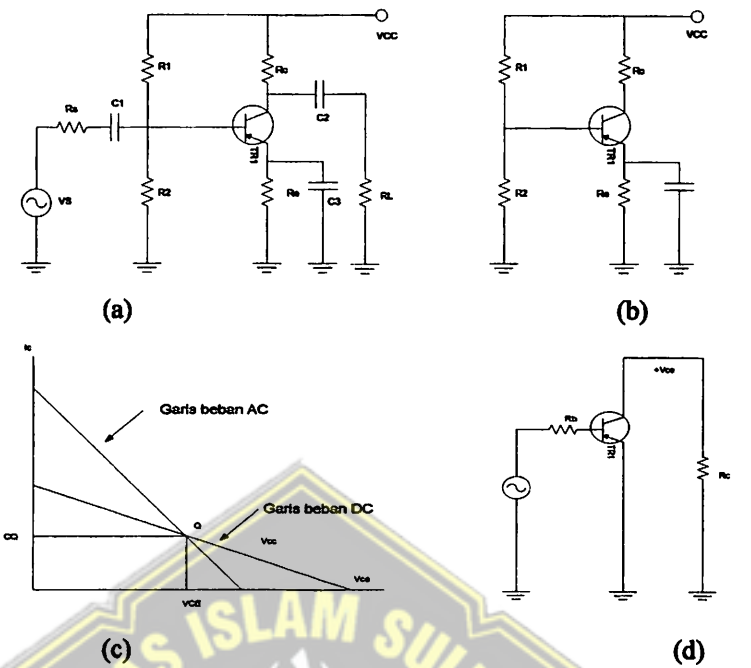
Berdasarkan lokasi kerja, jenis-jenis penguat dapat dibagi beberapa kelas, diantaranya adalah kelas A, kelas B dan kelas C.

1) Penguat Daya Kelas A

Operasi kelas A bahwa transistor selalu beroperasi di daerah aktif dan kolektor mengalir sepanjang 360 derajat dari siklus AC. Jadi untuk menggerakkan *amplifier* sinyal *input* dijaga cukup kecil untuk menghindari gerakan transistor ke daerah *cut off* atau dari keaadaan mati menjadi nyala. Penguat kelas A adalah penguat yang paling linier dari semua kelas. Suatu yang linier adalah jika sinyal *input* sebanding dengan sinyal *output*. Dalam hal ini sinyal *output* adalah dua kali sinyal *input* ke *output* berupa garis lurus. Penguat kelas A memiliki beberapa karakteristik, yaitu :

1) Linieritas lebih tinggi
2) Efisiensi relatif rendah
3) Distorsi relatif rendah

Penguat *Common Emitter* pada Gambar 2.13a mempunyai rangkaian ekivalen DC seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.13b. Dengan rangkaian ekivalen DC dapat menurunkan garis beban DC seperti Gambar 2.13c. Bila sebuah sinyal menggerakkan transistor pada Gambar 2.13d, kapasitor-kapasitor tampak seperti hubung singkat AC. Itulah sebabnya mengapa resistansi sumber dan resistansi beban dilihat berbeda oleh transistor.



Gambar 2.13 Penguat daya kelas A (a) Penguat CE (b) Rangkaian ekivalen DC (c) Garis beban DC dan AC (d) Rangkaian ekivalen AC

Untuk penjelasan parameter yang ada pada penguat transistor satu tingkat adalah sebagai berikut :

a. Arus bias

Ada tiga cara untuk memberi arus bias pada transistor, yaitu rangkaian CE (*Common Emitter*), CC (*Common Collector*) dan CB (*Common Base*). Namun saat ini akan lebih detail dijelaskan bias transistor rangkaian *Common Emitter*. Dengan menganalisa rangkaian *common emitter* dapat diketahui beberapa parameter dan berguna terutama untuk memilih transistor yang tepat dalam rangkaian.

b. Arus Emiter

Dari hukum *Kirchoff* diketahui bahwa jumlah arus yang masuk ke satu titik akan sama jumlahnya dengan arus keluar. Jika teorema tersebut diaplikasikan pada transistor, maka hukum itu menjelaskan hubungan :

$I_E = I_C + I_B$ ..... (2.4)

Persamanaan tersebut mengatakan arus emiter I_E adalah jumlah dari arus kolektor I_C dengan arus base I_B. Karena arus I_B sangat kecil disebutkan $I_B << I_C$, maka dapat di nyatakan:

$I_E = I_C$..... (2.5)

c. Alpha (a)

Pada tabel data transistor (*databook*) sering dijumpai spesifikasi a_{dc} (alpha dc) adalah :

$a_{dc} = I_C/I_E$..... (2.6)

Definisinya adalah perbandingan arus kolektor terhadap arus emitor. Karena besar arus kolektor umumnya hampir sama dengan besar arus emiter maka idealnya besar a_{dc} adalah 1. Namun umumnya transistor yang ada memiliki a_{dc} kurang lebih 0.95 sampai 0.99.

d. Beta (b)

Beta didefenisikan sebagai besaran perbandingan antara arus kolektor dengan arus base.

$b = I_C/I_B$..... (2.7)

Dengan kata lain, b adalah parameter yang menunjukkan kemampuan penguatan arus (*current gain*) dari suatu transistor. Parameter ini tertera di *databook* transistor dan sangat membantu para perancang rangkaian elektronika dalam merencanakan rangkaiannya.

e. *Common Emitter* (CE)

Rangkaian *common emitter* adalah rangkaian yang sering digunakan untuk berbagai aplikasi dengan transistor. Dinamakan rangkaian *Common Emitter*, sebab titik *ground* atau titik tegangan 0 volt dihubungkan pada titik emiter. Ada juga notasi dengan 2 *subscript* yang dipakai untuk menunjukkan besar tegangan antar 2 titik, yang disebut dengan tegangan jepit. Diantaranya adalah :

V_{CE} = tegangan jepit kolektor- emitor

V_{BE} = tegangan jepit base - emitor

V_{CB} = tegangan jepit kolektor - base

Notasi seperti V_{BB}, V_{CC}, V_{EE} berturut-turut adalah besar sumber tegangan yang masuk ke titik base, kolektor dan emitor.

f. Kurva Base

Hubungan antara IB dan VBE tentu saja akan berupa kurva dioda. Karena memang telah diketahui bahwa *junction* base-emitor tidak lain adalah sebuah dioda. Jika hukum Ohm diterapkan pada *loop base* diketahui adalah :

$I_B = (V_{BB} - V_{BE}) / R_B$ ..... (2.8)

V_{BE} adalah tegangan jepit dioda *junction* base-emitor. Arus hanya mengalir jika tegangan antara base-emitor lebih besar dari V_{BE}. Sehingga arus I_B mulai aktif mengalir pada saat nilai V_{BE} tertentu.

g. Kurva Kolektor

Sekarang sudah diketahui konsep arus base dan arus kolektor. Satu hal yang menarik adalah bagaimana hubungan antara arus base I_B, arus kolektor I_C dan tegangan kolektor-emiter V_{CE}.

h. Daerah Aktif

Daerah kerja transistor yang normal adalah pada daerah aktif. Dimana arus I_C konstans terhadap berapapun nilai V_{CE}. Dari kurva ini diperlihatkan bahwa arus I_C hanya tergantung dari besar arus I_B. Daerah kerja ini biasa juga disebut daerah linear (*linear region*). Jika hukum *Kirchoff* mengenai tegangan dan arus diterapkan pada *loop* kolektor (rangkaian CE), maka dapat diperoleh hubungan :

$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$ ..... (2.9)

Dapat dihitung disipasi daya transistor adalah :

$P_D = V_{CE}.I_C$ ..... (2.10)

i. Daerah Saturasi

Daerah saturasi adalah mulai dari $V_{CE} = 0$ volt sampai kira-kira 0.7 volt (transistor silikon), yaitu akibat dari efek dioda kolektor-base yang mana tegangan V_{CE} belum mencukupi untuk dapat menyebabkan aliran elektron.

j. Daerah *Cut-Off*

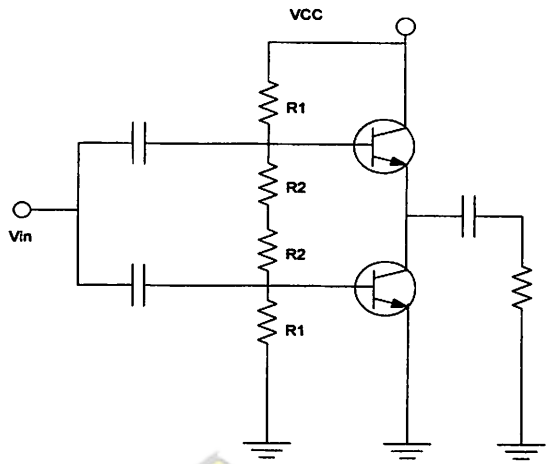
Jika kemudian tegangan V_{CC} dinaikkan perlahan-lahan, sampai tegangan V_{CE} tertentu tiba-tiba arus IC mulai konstan. Pada saat perubahan ini, daerah kerja transistor berada pada daerah *cut-off* yaitu dari keadaan saturasi (OFF) lalu menjadi aktif (ON). Perubahan ini dipakai pada sistem digital yang hanya mengenal angka biner 1 dan 0 yang tidak lain dapat direpresentasikan oleh status transistor OFF dan ON.

k. Daerah *Breakdown*

Transistor pada daerah ini disebut berada pada daerah *breakdown.* Seharusnya transistor tidak boleh bekerja pada daerah ini, karena dapat merusak transistor tersebut. Untuk berbagai jenis transistor nilai tegangan V_{CE} max yang diperbolehkan sebelum *breakdown* bervariasi.

2) Penguat Daya Kelas B

Operasi kelas B sebuah transistor berarti bahwa arus kolektor hanya mengalir 180 derajat dari siklus AC. Bila transistor dioperasikan pada kelas B maka menggunting setengah siklus. Untuk menghindari distorsi yang terjadi maka harus menggunakan dua transistor dalam susunan dorong tarik. Ini berarti satu transistor bekerja selama setengah siklus. Dengan rangkaian dorong tarik maka dapat membangun penguat kelas B yang mempunyai distorsi rendah daya beban besar, dan efisiensi tinggi, selain itu keuntungan operasi kelas B adalah rendahnya disipasi daya transistor. Rangkaian penguat kelas B akan diperlihatkan pada Gambar 2.14.



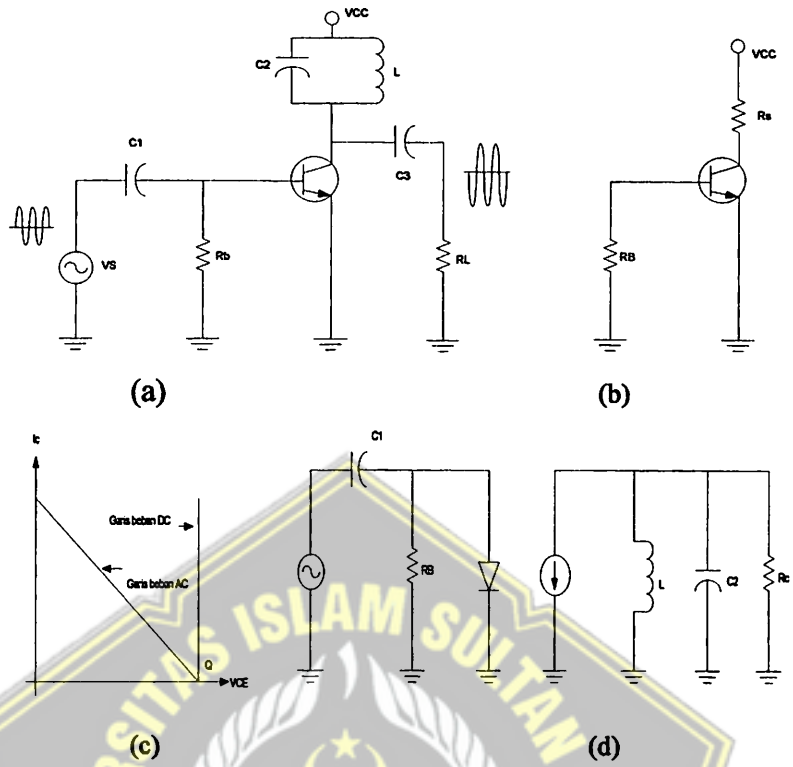
Gambar 2.14 Gambar penguat kelas B

3) Penguat Daya Kelas C

Daerah dengan arus kolektor yang mengalir kurang dari 180 derajat siklus AC disebut daerah operasi kelas C. Penguat kelas C merupakan penguat tanpa prategangan DC. Karena tanpa prategangan DC, maka tegangan V_{CE} berharga nol. Artinya tidak ada arus kolektor yang dapat mengalir sampai sinyal masuk lebih besar dari 0,7 Volt. Penguat kelas C memiliki beberapa karakteristik, sebagai berikut :

a. Linieritas relatif kecil.
b. Efisiensi relatif tinggi (85 %), sehingga tidak diperlukan catu daya yang besar.
c. Distorsi relatif besar (dapat diperbaiki dengan rangkaian filter).
d. Disipasi daya relatif rendah, sehingga mempermudah pencernaan perbandingan.

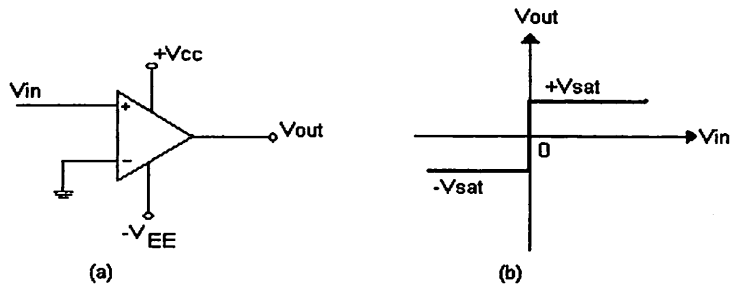
Gambar 2.15 berikut memperlihatkan rangkaian penguat kelas C beserta rangkaian ekivalen DC, rangkaian ekivalen AC dan garis beban AC dan DC.



Gambar 2.15 Penguat Daya Kelas C (a) Penguat Kelas C (b) Rangkaian Ekavalen DC (c) Garis Beban AC dan DC (d) Rangkaian Ekivalen AC

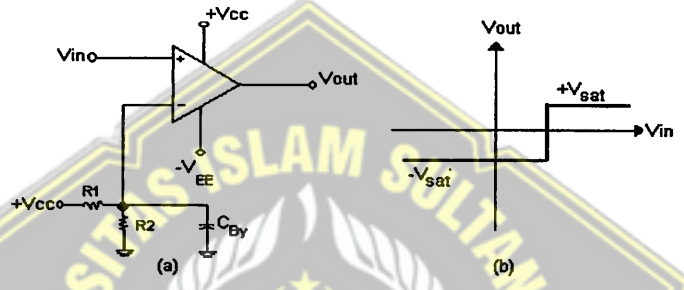
2.9 Komparator

LM 324 adalah sebuah keping IC yang di dalamnya terdapat empat buah gerbang *Op-Amp* yang masing-masing dapat dioperasikan sendiri. Komponen ini dapat *disuplay* dengan catu daya tunggal atau *double* tegangan, dari ±5V sampai ±15V. Komparator adalah sebuah rangkaian dengan dua tegangan masukan (*non-inverting* dan *inverting*) dan satu tegangan keluaran. Apabila tegangan dari *non-inverting* lebih besar daripada yang *inverting*, maka komparator menghasilkan tegangan keluaran yang tinggi. Apabila tegangan *non-inverting* lebih kecil daripada yang *inverting*, tegangan keluarannya rendah (Malvino Barmawi : 1994).



Gambar 2.16 (a) Komparator. (b) Karakteristik transfer.

$$V_{ref} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} Vcc \quad \text{..... (2.11)}$$



Gambar 2.17 (a) Detektor batas. (b) Karakteristik (fungsi) transfer.

Bila V_{in} lebih besar dari V_{ref}, maka tegangan kesalahannya negatif dan keluarannya rendah. Apabila V_{in} lebih kecil dari V_{ref}, maka tegangan kesalahannya positif dan keluarannya tinggi.

Sebuah kapasitor pintas biasanya digunakan pada masukan *inverting*, seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.17 (a). Ini memperkecil riak (*ripple*) catu daya dan derau yang muncul pada masukan *inverting*. Supaya efektif, frekuensi pancung dari rangkaian pintas ini harus lebih kecil daripada frekuensi riak.

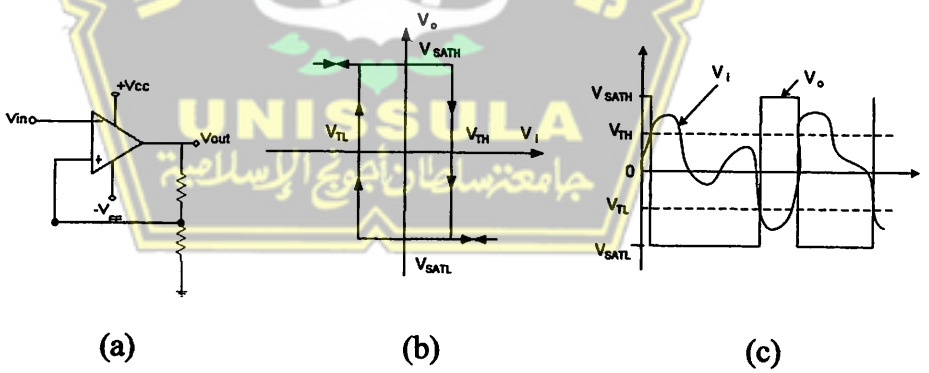
Gambar 2.17 (b) memperlihatkan fungsi dari transfernya. Titik lompatannya sekarang sama dengan V_{ref}. Bila V_{in} sedikit lebih besar dari V_{ref}, maka keluaran dari komparator akan memasuki kejenuhan positif. Bila V_{in} kurang dari V_{ref}, maka keluaran akan memasuki kejenuhan negatif. Komparator serupa ini kadang-kadang disebut detektor batas(*limit detector*), oleh karena keluaran yang positif menunjukkan bahwa tegangan masukan

melebihi suatu batas tertentu. Dengan nilai-nilai R_1 dan R_2 yang berbeda kita dapat menempatkan titik lompatan diantara 0 dan Vcc. Apabila titik lompatan negatif dikehendaki pembagi tegangan tersebut dihubungkan dengan catu daya negatif.

2.9.1 *Schmitt trigger*

Schmitt trigger adalah suatu rangkaian komparator dengan menggunakan sifat histerisis yang merupakan salah satu karateristik *op amp* sebagai komparator. Histerisis pada komparator adalah kejadian pendeteksian tegangan referensi menjadi lebih tinggi apabila sinyal *input* bergerak dari tegangan rendah menjadi tegangan yang lebih tinggi, atau sebaliknya sinyal *input* bergerak dari tegangan tinggi menuju tegangan rendah. Untuk mendapatkan histerisis dilakukan dengan menggunakan umpan balik positif. Penguatan *op amp* tetap mempunyai penguatan tinggi = A_{ol} atau *output* tetap mencapai kondisi saturasi. Jadi *op amp* tetap bersifat sebagai komparator, bukan sebagai penguat.

a. *Input Inverting*



(a) (b) (c)

Gambar 2.18 (a) Rangkaian *schmitt trigger input inverting*
(b) Karakteristik (fungsi) transfer
(c) Gambar gelombang

Gambar 2.18 menunjukan rangkaian *schmitt trigger* dengan *input* pada kaki *inverting*. Karena masukan dari *inverting* maka gelombang *output* akan berkebalikan fasanya dengan gelombang *input*. Dapat dilihat dari gambar gelombang, bahwa tegangan yang

mengambang atau pada titik histerisis akan sama dengan gelombang hasil *schmitt trigger* sebelumnya.

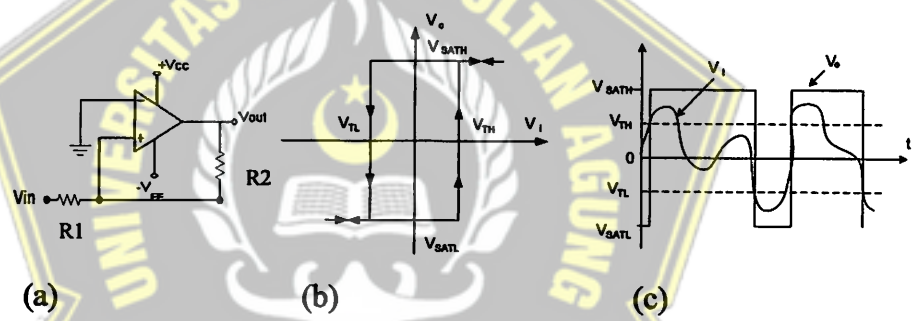
Untuk *inverting schmitt trigger*, dapat diketahui tegangan ambang atas (V_{TH}) dan tegangan ambang bawah (V_{TL}) dengan rumus sebagai berikut :

$$V_{TH} = \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2} \right) V_{SATH} \quad \text{..... (2.12)}$$

$$V_{TL} = \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2} \right) V_{SATL} \quad \text{..... (2.13)}$$

$$V_H = \textit{tegangan histerisis} = V_{TH} - V_{TL} \quad \text{..... (2.14)}$$

b. *Input Non Inverting*



Gambar 2.19 (a) Rangkaian *schmitt trigger input non inverting*
(b) Karakteristik (fungsi) transfer
(c) Gambar gelombang

Gambar 2.19 menunjukkan rangkaian *schmitt trigger* dengan *input* kaki *non inverting*. Karena masukan dari *non inverting* maka gelombang *output* akan sama fasanya dengan gelombang *input*. Dapat dilihat dari gambar gelombang di atas bahwa tegangan yang mengambang atau pada titik histerisis akan sama dengan gelombang hasil *schmitt trigger* sebelumnya.

Untuk *non inverting schmitt trigger* dapat diketahui tegangan ambang atas (V_{TH}) dan tegangan ambang bawah (V_{TL}) dengan rumus sebagai berikut :

$$V_{TH} = -\left(\frac{R_1}{R_2}\right) V_{SATL} \quad \text{..... (2.15)}$$

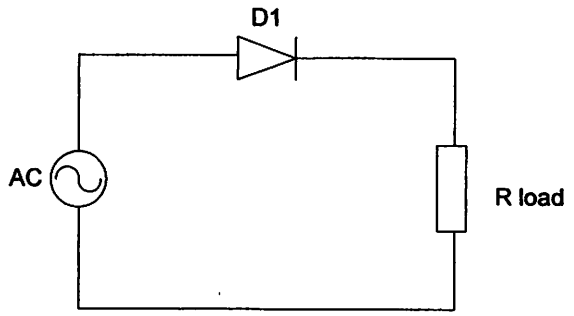
$$V_{TL} = -\left(\frac{R_1}{R_2}\right) V_{SATH} \quad \text{..... (2.16)}$$

2.10 Catu Daya

Catu daya digunakan untuk mencatu rangkaian elektronika agar dapat berfungsi untuk mengoperasikan peralatan elektronika diperlukan daya searah. Dalam pencatu daya mula-mula tegangan bolak-balik 220 volt dari jaringan umum diturunkan sampai harga yang diperlukan, dengan transformator kemudian tegangan itu disearahkan dengan dioda. Tegangan yang dihasilkan dioda belum rata, masih berdenyut karena itu denyut-denyut ini pun diratakan dulu oleh tapis perata yang terdiri dari sebuah kondensor.

2.10.1 Penyearah Setengah Gelombang

Rangkaian penyearah yang paling sederhana adalah rangkaian penyearah setengah gelombang. Cara kerjanya adalah sebagai masukan AC menghasilkan gelombang bolak-balik di bagian sekunder transformator yang berusaha mendorong arus melalui rangkaian sekunder. Tanpa penyearah, AC akan mengalir melalui resistor beban. Dengan penyearah, arus dapat mengalir pada satu arah. Meskipun tegangan sekunder transformator adalah bolak-balik, arus yang mengalir melaluinya hanya berlangsung selama setengah siklus. Hal ini akan menghasilkan pulsa DC atau AC yang berpulsa. Jatuh tegangan pada titik A dan B berupa pulsa dan besarnya tegangan sama seperti setengah siklus AC yang berasal dari sekunder transformator.

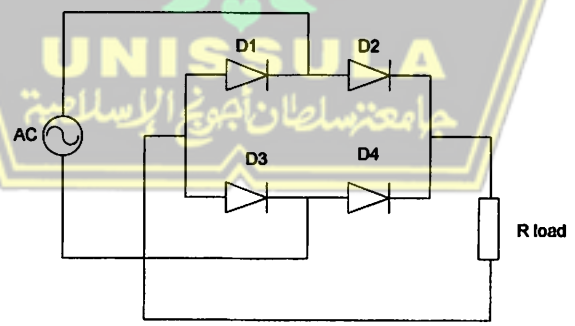


Ganbar 2.20 Rangkaian penyearah setengah gelombang

2.10.2 Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh

Rangkaian penyearah gelombang penuh dimana rangkaian penyearah dapat menyearahkan satu gelombang penuh (puncak dan lembah). Dua rangkaian penyearah gelombang penuh yang sering digunakan dalam dunia elektronika adalah penyearah gelombang penuh menggunakan rangkaian dioda jembatan dan penyearah gelombang penuh menggunakan *center tap design.*

Rangkaian dioda jembatan adalah rangkaian penyearah gelombang penuh yang populer dan paling banyak digunakan dalam rangkaian elektronika.



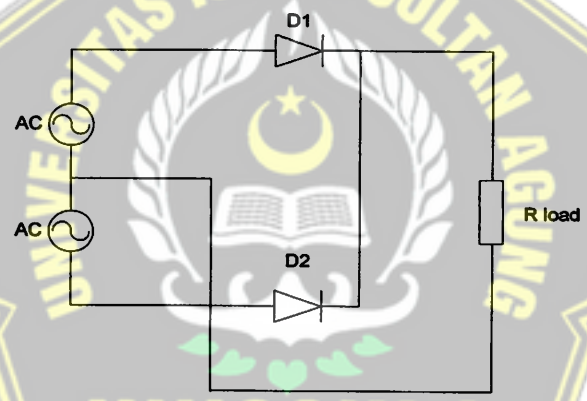
Gambar 2.21 Rangkaian dioda jembatan menggunakan empat dioda

Prinsip kerja dari rangkaian dioda jembatan adalah ketika arus setengah gelombang pertama terminal AC-*Source* bagian atas bernilai positif, sehingga arus mengalir ke beban R-*Load* melalui D2 *forward bias* dan dari R-*Load* akan dikembalikan ke AC-*Source* melalui D3.

Pada setengah gelombang kedua, terminal AC-*Source* bagian bawah yang kini bernilai positif sehingga arus yang mengalir ke beban R-*Load* akan melalui D4 *forward bias* dan dari R-*Load* akan dikembalikan ke AC-*Source* melalui D1. Sehingga setengah gelombang pertama dan kedua dapat di searahkan dan inilah mengapa rangkaian dioda jembatan disebut sebagai rangkaian penyearah gelombang penuh.

2.10.3 Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh CT

Pada rangkaian penyearah gelombang penuh *center tap design* hanya menggunakan dua dioda sebagai penyearah. Rangkaian penyearah *center tap design* diperlihatkan Gambar 2.22 berikut ini.



Gambar 2.22 Rangkaian penyearah gelombang penuh CT

Prinsip kerja dari rangkaian penyearah *center tap design* ini adalah pada saat arus setengah gelombang pertama pada AC-*Source 1* bernilai positif, maka arus akan mengalir ke beban R-*Load* melalui D1 *forward bias*. Sedangkan pada arus setengah gelombang pertama AC-*Source 2* bernilai negatif akan ditahan *blocking* oleh D2 *reverse bias* sehingga tidak dapat mengalir ke beban.

Pada saat arus setengah gelombang kedua AC-*Source 1* bernilai negatif sehingga arus ditahan *blocking* oleh D1 *reverse bias* dan tidak dapat mengalir ke beban, tetapi sebaliknya pada saat arus setengah gelombang kedua AC-*Source 2* bernilai positif, maka arus akan mengalir ke beban *R-Load* melalui D2 *forward bias* sehingga menghasilkan penyearah gelombang penuh dari AC ke DC.

2.11 Dasar Bahasa C

Bahasa C digunakan untuk menulis *source code* untuk selanjutnya di-*compile*. Pada subbab ini akan dibahas dasar pemrograman bahasa C.

2.11.1 Bentuk umum program bahasa C

Bentuk dasar program dalam bahasa C adalah:

```
#include <header>
deklarasi fungsi
deklarasi variabel global
void main(void)
{
          deklarasi variabel;
          pernyataan-pernyataan;
}
```

Contoh:

```
//Program contoh bahasa C
#include <at89x52.h>   //headermikrokontroler at89s52
void main(void)
     {
          P1=0;        //port 1 diberi nilai 0
     }
```

2.11.2 Pengenal (*identifier*) dalam bahasa C

Pengenal dalam bahasa C digunakan untuk menyatakan:

a. variabel dan konstanta
b. tipe data
c. fungsi
d. label

Penulisan pengenal dalam bahasa C membedakan huruf kecil dengan huruf besar (*case sensitive*). Kata kunci seperti *if, else, switch, case, for,* dan sebagainya tidak dapat digunakan sebagai pengenal.

2.11.3 Tipe data

SDCC mendukung tipe data seperti yang terlihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Tipe Data SDCC

Tipe data	Lebar data	Jangkauan
char (character)	8 bit	-128 s.d. 127
int (integer)	16 bit	-32768 s.d. 32.767
long (long integer)	32 bit	-2.147.438.648 s.d. 2.147.438.647
float (floating point)	32 bit	$3{,}4 \cdot 10^{-38}$ s.d. $3{,}4 \cdot 10^{+38}$
void	Tidak bertipe	-

2.11.4 Operator

Operator dalam bahasa C dapat dilihat pada tabel 2.4. Operator penugasan dalam bahasa C menggunakan tanda sama dengan (=).

Tabel 2.4 Operator dalam bahasa C

Operator	Keterangan
+	Operasi penjumlahan
-	Operasi pengurangan
*	Operasi perkalian
/	Operasi pembagian
%	Operasi sisa pembagian
<<	Geser kiri
>>	Geser kanan
(x<<1)|(x>>7)	Putar kiri
(x<<7)|(x>>1)	Putar kanan
&	Operasi manipulasi bit AND
|	Operasi manipulasi bit OR
^	Operasi manipulasi bit XOR
~	Operasi manipulasi bit NOT
&&	Operator logika AND
||	Operator logika OR
!	Operator logika NOT
==	Relasi sama dengan
>	Relasi lebih besar
>=	Relasi lebih besar atau sama dengan
<	Relasi lebih kecil
<=	Relasi lebih kecil atau sama dengan
!=	Relasi tidak sama dengan

Sumber : Jogiyanto : 2006

2.11.5 Percabangan

Percabangan dalam bahasa C dapat dilakukan dengan *if ... else ...* atau *switch ... case ....* Format *if ... else ... :*

```
if (kondisi)
        {
              pernyataan1;
        }

        else
        {
              pernyataan2;
        }
```

Format *switch*:

```
switch (ekspresi)
```

```
{
      case konstanta1:  pernyataan1;  break;
      case konstanta2:  pernyataan2;  break;
      default:          pernyataan; break;
}
```

2.11.6 Perulangan

Perulangan dapat dilakukan dengan *for, while, do ... while ....* Format:

```
for (inisialisasi; syarat; pernyataan_yang_dieksekusi)
   {
         pernyataan_yang_diulang;
   }
while (syarat)
   {
         pernyataan_yang_diulang;
   }
do {
         pernyataan_yang_diulang;
   }
while (syarat)
```

2.11.7 Larik

Larik merupakan sekumpulan data dengan tipe sama dan dikemas dalam satu nama. Yang membedakan antara data satu dengan lainnya adalah angka index. Larik atau *array* dapat berdimensi satu, dua, tiga, dan seterusnya.

Contoh:

```
data_kompas[1]              // array satu dimensi
data_koordinat[3][5]        // array dua dimensi
```

2.11.8 Fungsi

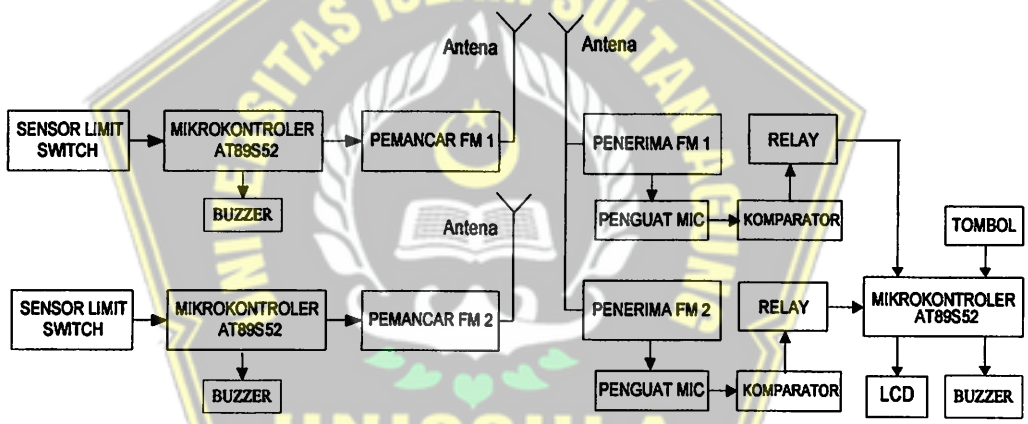
Fungsi merupakan suatu penggalan program yang mempunyai tugas tertentu. Fungsi diberi nama untuk dipanggil dan biasanya memiliki masukan (*input* variabel) dan memiliki hasil atau nilai balik (I Made Joni & Budi Raharjo : 2006). Contoh program dengan fungsi:

```
//program dengan fungsi
#include <at89x52.h>
int jumlah(int bil1,int bil2)  //definisi fungsi jumlah
         {
               return(bil1+bil2);
         }
void main()
   {
         P1=jumlah(20,50);     //pemanggilan fungsi jumlah
   }
```

BAB III
PERANCANGAN SISTEM

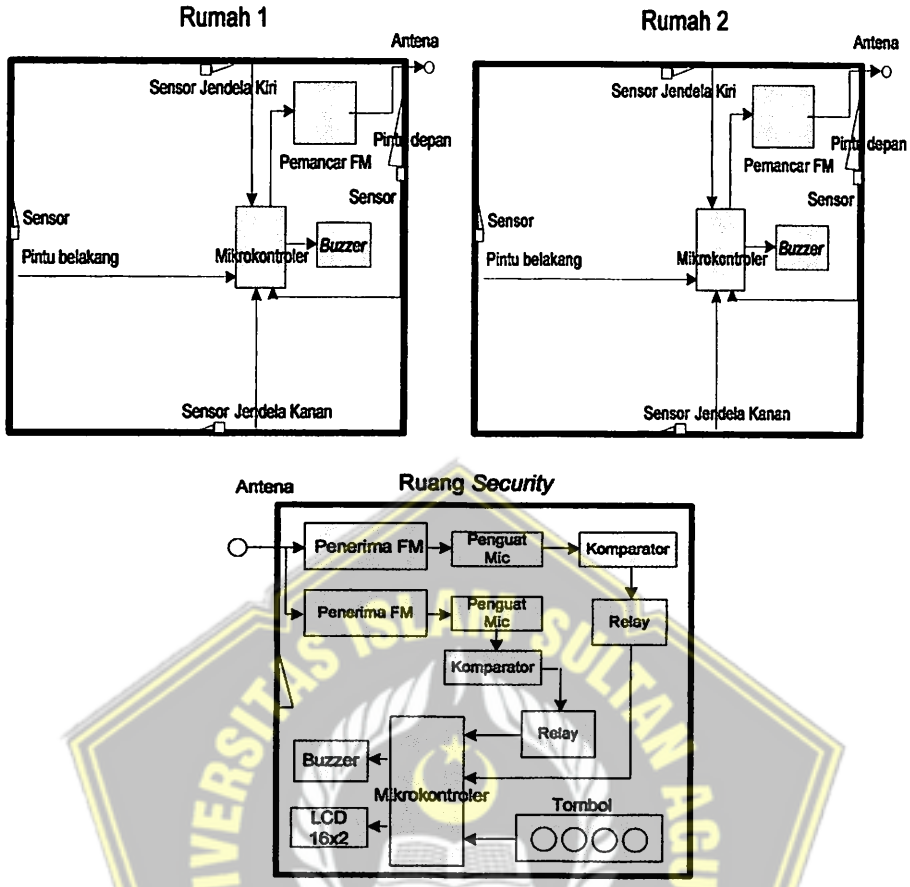
3.1 Perancangan Sistem

Pada bab ini akan dibahas mengenai perencanaan dan pembuatan alat Monitoring Sistem Keamanan Kompleks Perumahan dengan Memanfaatkan Modulasi FM, yang meliputi perangkat keras (*hardware*) maupun perangkat lunak (*software*). Diagram blok Monitoring Sistem Keamanan Kompleks Perumahan dengan Memanfaatkan Modulasi FM, secara keseluruhan seperti ditunjukkan Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram blok Monitoring Sistem Keamanan Kompleks Perumahan

Perangkat keras pada alat Monitoring Sistem Keamanan Kompleks Perumahan dengan Memanfaatkan Modulasi FM, meliputi beberapa rangkaian elektronika yaitu *limit switch,* sistem minimum mikrokontroler unit pemancar FM dan penerima FM, *buzzer*, LCD, penguat mic, komparator, *relay* dan rangkaian catu daya. Pada perancangan *hardware* alat Monitoring Sistem Keamanan Kompleks Perumahan dengan Memanfaatkan Modulasi FM dibuat tiap blok rangkaian agar mudah dalam pengamatan rangkaian jika terjadi kesalahan.



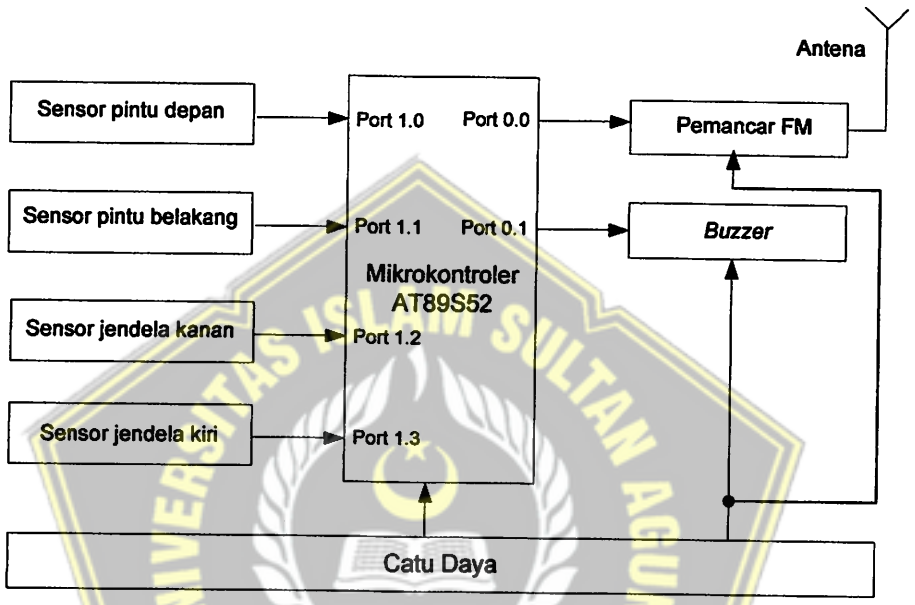
Gambar 3.2 Perancangan dan Peletakan Sensor

Sistem ini dikendalikan oleh mikrokontroler AT89S52. Jika sensor *limit switch* terkena halangan, maka akan mengirim sinyal informasi ke mikrokontroler, kemudian sinyal diteruskan ke unit pemancar FM. Dari pemancar FM informasi diterima oleh antena unit penerima FM dan diteruskan ke mikrokontroler kemudian ditampilkan ke LCD berupa informasi aman tidaknya rumah yang dimonitoring serta *buzzer* akan menyala.

3.2 Perancangan Sistem Pemancar FM

Sistem ini menggunakan frekuensi radio yang memanfaatkan modulator FM dengan mengirimkan sinyal informasi pada saat sensor terkena halangan. Dari pendeteksian tersebut, sinyal digital akan diubah menjadi sinyal frekuensi rendah oleh mikrokontroler. Sinyal tersebut

kemudian diteruskan ke unit pemancar FM dan ditransmisikan ke penerima FM melalui proses penumpangan sinyal *carrier* 90 MHz rumah 1 dan 93 MHz rumah 2. Sinyal informasi tersebut diproses oleh mikrokontroler agar terbaca di LCD mengenai aman tidaknya rumah tersebut dan akan ditindak lanjuti oleh *security* yang berwenang.



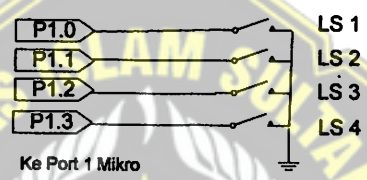
Gambar 3.3 Diagram blok sisi Pemancar FM

Dari diagram blok di atas, dapat diketahui cara kerja Monitoring Sistem Keamanan Rumah yang akan dibuat. Sensor yang dipakai adalah *limit switch* yang dipasang pada pintu depan, pintu belakang, jendela kanan dan jendela kiri. Ketika pintu maupun jendela dalam keadaan tertutup maka logika sensor adalah satu dan jika dalam keadaan terbuka logikanya nol. Sensor yang aktif berupa sinyal digital akan ditransmisikan ke mikrokontroler dan diubah menjadi sinyal frekuensi rendah oleh mikrokontroler unit pemancar.

Output dari mikrokontroler unit pemancar berupa sinyal frekuensi rendah yang diteruskan ke unit pemancar FM. Frekuensi *carrier* yang dipakai dalam modulator FM ini adalah 90 dan 93 MHz. Oleh modulator FM, frekuensi rendah dari *output* mikrokontroler pada unit pemancar FM ditransmisikan ke penerima FM.

3.2.1 Perancangan Sensor *Limit Switch*

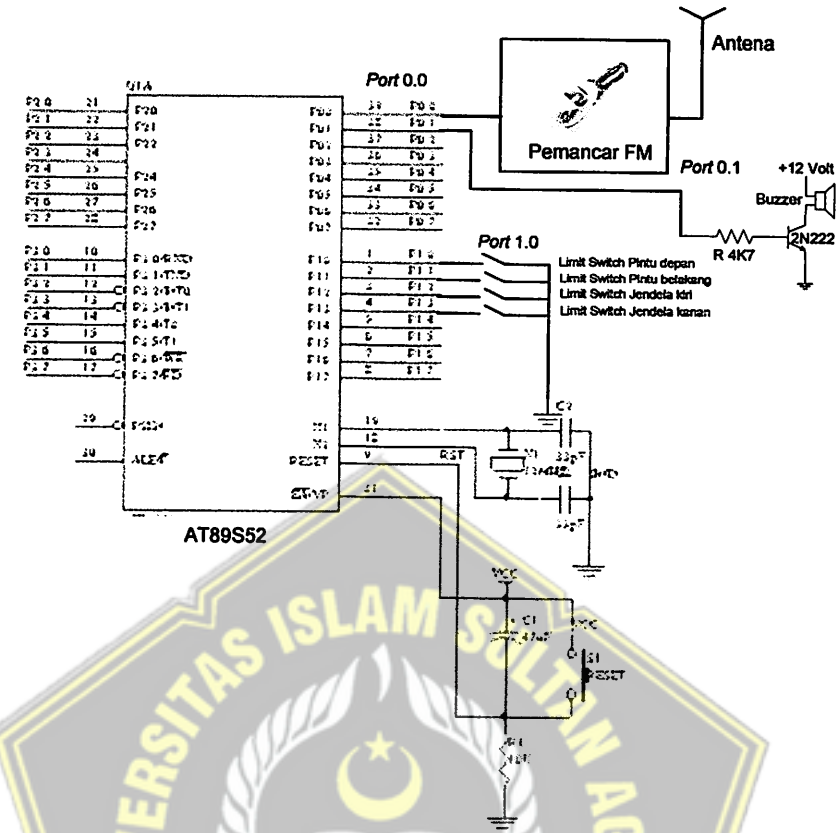
Saklar pembatas (*limit switch*) adalah saklar yang tidak mempunyai pengunci dan bekerja jika tuasnya tertekan oleh benda kerja. *Limit switch* pada aplikasi keamanan rumah ini terdiri dari 4 *limit switch*, yang dipasang pada pintu depan, pintu belakang, jendela kanan dan jendela kiri yang berfungsi mendeteksi adanya suatu gerakan tertentu. Ketika *limit switch* yang terpasang pada pintu maupun jendela dalam keadaan tertutup maka logika sensor adalah satu dan jika dalam keadaan terbuka logikanya nol. Setiap sensor yang aktif pada pintu maupun jendela, maka akan diteruskan ke mikrokontroler unit pemancar FM.



Gambar 3.4 Peletakan Sensor *Limit Switch*

3.2.2 Perancangan Mikrokontroler AT89S52

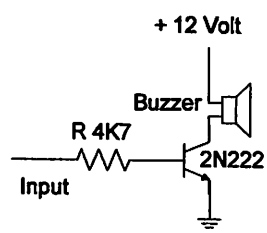
Mikrokontroler merupakan pusat pengendali logika rangkaian. Perancangan alat Monitoring Sistem Keamanan Kompleks Perumahan dengan Memanfaatkan Modulasi FM ini menggunakan mikrokontroler buatan ATMEL yang bertipe AT89S52. Mikrokontroler pada unit pemancar FM berfungsi untuk mengirim data melalui modulator FM, menerima data dari sensor *limit switch* serta melakukan pembacaan dan pengolahan data. Pada rangkaian pemancar ini, mikrokontroler akan membaca setiap sensor *limit switch* yang aktif kemudian masuk ke mikrokontroler *port* 1.0 – 1.3 dan hasil *output* pengolahan data dalam mikrokontroler tersebut berupa frekuensi rendah. *Output* mikrokontroler *port* 0.0 ditransmisikan secara *wireless* melalui unit pemancar FM dengan penumpangan sinyal *carrier* 90 MHz untuk unit rumah 1 dan 93 MHz untuk unit rumah 2. Sedangkan tegangan yang dibutuhkan mikrokontroler baik pada unit pemancar maupun penerima FM untuk bekerja secara aktif adalah +5 Volt.



Gambar 3.5 Sistem Mikrokontroler Unit Pemancar FM

3.2.3 Perancangan *Buzzer*

Buzzer adalah suatu rangkaian atau komponen yang terbuat dari piezoelektrik yang berfungsi menghasilkan bunyi jika diberi tegangan. Tegangan yang dipakai untuk mengaktifkan *buzzer* adalah 12 volt yang berasal dari tegangan catu daya. Pada alat ini, *buzzer* berfungsi sebagai indikator bahwa rumah yang berada di kompleks perumahan dalam posisi tidak aman.



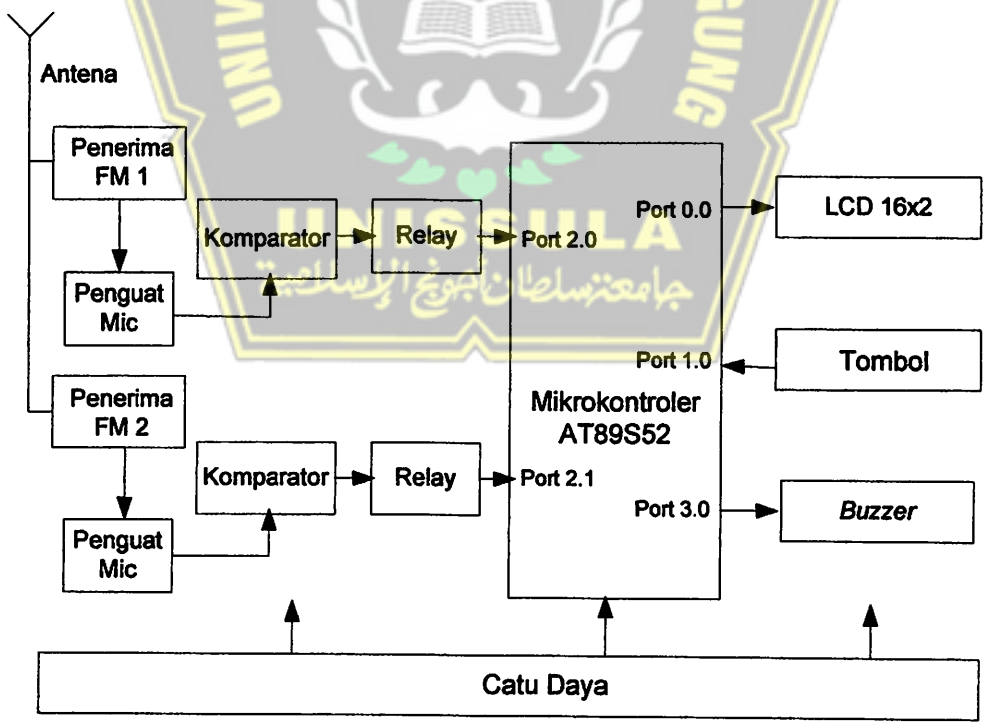
Gambar 3.6 Rangkaian *Buzzer*

3.2.4 Perancangan Pemancar FM

Dalam modul ini tidak dirancang sendiri, namun memanfaatkan pemancar FM kit yang telah ada di pasaran dengan merk *I-tech*. Unit pemancar FM digunakan untuk mengirimkan data atau sebagai sinyal pembawa (*carrier*) tentang terjadinya gangguan ataupun tidak pada kompleks perumahan kemudian diteruskan ke unit penerima FM. Sedangkan sinyal *carrier* yang digunakan pada alat Monitoring Sistem Keamanan Kompleks Perumahan adalah 90 MHz unit rumah 1 dan 93 MHz untuk unit rumah 2.

3.3 Perancangan Sistem Penerima FM

Fungsi dari sistem ini adalah untuk menerima kembali informasi yang telah dikirimkan oleh unit pemancar FM dan diterima unit penerima FM dengan penumpangan sinyal *carrier* 90 MHz unit rumah 1 dan 93 MHz unit rumah 2.



Gambar 3.7 Diagram blok sisi Penerima FM

Pada unit penerima FM, sinyal informasi yang ditumpangkan pada frekuensi *carrier* kemudian dipisah agar didapat informasi yang sebenarnya. Sinyal informasi tersebut masih lemah akibat dari gangguan derau atau sinyal luar yang tidak diinginkan maka dikuatkan oleh rangkaian penguat mic atau *pre amp mic* dan untuk dapat diproses sebagai sinyal masukan berupa sinyal digital pada rangkaian komparator.

Komparator berfungsi sebagai pembanding apabila tegangan *input* lebih besar dari tegangan referensi maka tegangan *output* yang dihasilkan adalah *low* dan sebaliknya apabila tegangan referensi lebih besar daripada tegangan *input* maka tegangan *output high*. Tegangan *input* adalah tegangan sesaat yang masuk ke komparator, tegangan ini dipengaruhi oleh *input* dari penguat mic. Kondisi ini mempengaruhi hasil dari eksekusi IC mikrokontroler. Jika tegangan *output* dalam kondisi *high* maka akan terhubung ke mikrokontroler dan memerintahkan untuk menyalakan *buzzer* dan tampilan LCD sedangkan pada kondisi *low* tidak terhubung ke mikrokontroler. Sinyal digital diterima mikrokontroler unit penerima FM dan *output*-nya ditampilkan pada LCD 16x2 karakter di ruang *security* untuk menampilkan keamanan rumah yang dimonitoring, jika rumah tersebut ada gangguan maka *alarm* akan menyala.

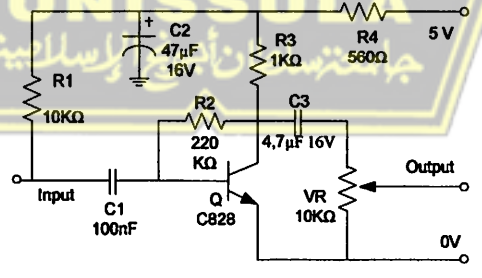
3.3.1 Perancangan Penerima FM

Dalam modul ini juga tidak dirancang sendiri, namun memanfaatkan penerima FM kit yang ada di pasaran. Penerima FM sendiri berfungsi mendemodulasikan sinyal informasi yang berasal dari unit pemancar FM. Sinyal *carrier* yang digunakan dalam alat Monitoring Sistem Keamanan Kompleks Perumahan sebesar 90 Mhz untuk rumah 1 dan 93 Mhz untuk rumah 2.

3.3.2 Perancangan *Pre Amp Mic*

Pre amp mic adalah rangkaian elektronika yang berfungsi sebagai penguat keluaran dari FM tuner untuk dapat diproses sebagai sinyal masukan pada komparator dan kemudian menjadi masukan pada IC mikrokontroler. Rangkaian ini bekerja sebagai penguat sinyal informasi yang telah dihasilkan oleh sensor *limit switch* untuk kemudian dikuatkan sesuai dengan kemampuan rangkaian *pre amp mic* menjadi sinyal listrik yang cukup kuat.

Rangkaian dari konfigurasi *pre amp mic* menggunakan 1 transistor sebagai satu-satunya komponen aktif yang tentu saja diharapkan mendapatkan kualitas sinyal audio yang baik. Sinyal audio dari penerima FM tuner digabungkan ke transistor Q yang bekerja sebagai *pre-amplifier* melalui kapasitor C1. Variable resistor (VR) digunakan untuk mengatur besarnya *output* dari *pre amp mic* tersebut. Komponen R4 digunakan untuk membatasi arus berlebih yang masuk ke rangkaian. Sedangkan komponen C2 digunakan sebagai filter tegangan yang masuk pada rangkaian. Dan untuk mengatur besarnya frekuensi yang keluar maka ditambahkan C3 dan VR pada *output* sehingga menjadi keluaran yang lebih baik tanpa noise yang tinggi.



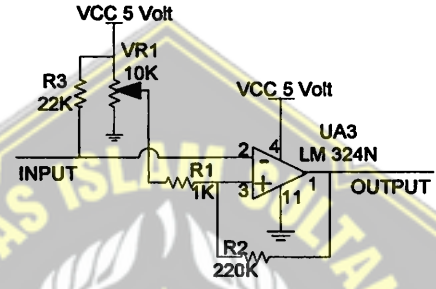
Gambar 3.8 Rangkaian *pre amp mic*

3.3.3 Perancangan Komparator

Sistem kerja *Op-Amp* sebagai *komparator* (pembanding) dengan jalan membandingkan tegangan masukan dengan tegangan referensi yang ada. Hasil perbandingan inilah yang dijadikan sebagai tegangan keluaran.

Dalam hal ini *input non inverting* digunakan sebagai sumber tegangan referensi dengan nilai tegangan telah ditentukan pada seting awal.

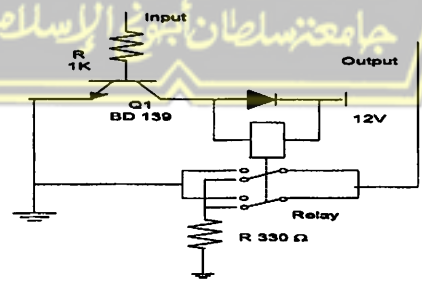
Untuk penggunaan sebagai komparator telah direkomendasikan menggunakan LM 324 karena *output* dari LM 324 ini mempunyai keadaan yang jelas antara kondisi *low* dan kondisi *high*. Dalam melaksanakan kerjanya, tegangan *input* dibandingkan dengan tegangan referensi (V_{reff}), jika tegangan *input* sedikit saja lebih tinggi dari tegangan referensi maka *output* dari pembanding ini akan berlogika *low*.



Gambar 3.9 Rangkaian Komparator

3.3.4 Perancangan Rangkaian Relay

Fungsi dari rangkaian relay ini untuk menyempurnakan sinyal gelombang kotak yang keluar dari *output* komparator agar bisa dibaca oleh mikrokontroler pada unit penerima FM.

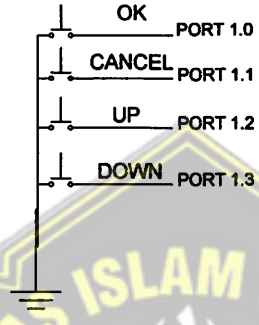


Gambar 3.10 Rangkaian Relay

Jika *output* dari komparator berlogika *high* maka lampu indikator pada relay akan berkedip-kedip sebagai tanda bahwa relay aktif sehingga akan tersambung ke mikrokontroler dan sebaliknya jika *output* dari komparator berlogika *low* maka relay tidak bekerja menghubungkan ke mikrokontroler.

3.3.5 Perancangan Tombol Menu

Tombol menu digunakan untuk mencari dan menentukan rumah yang akan dimonitoring, Terdapat tombol *up* untuk pilihan ke atas, tombol *down* untuk pilihan ke bawah, tombol *cancel* untuk membatalkan perintah dan tombol *ok* untuk memilih menu yang disetujui. Rangkaian tombol menu dapat dilihat pada Gambar 3.11.

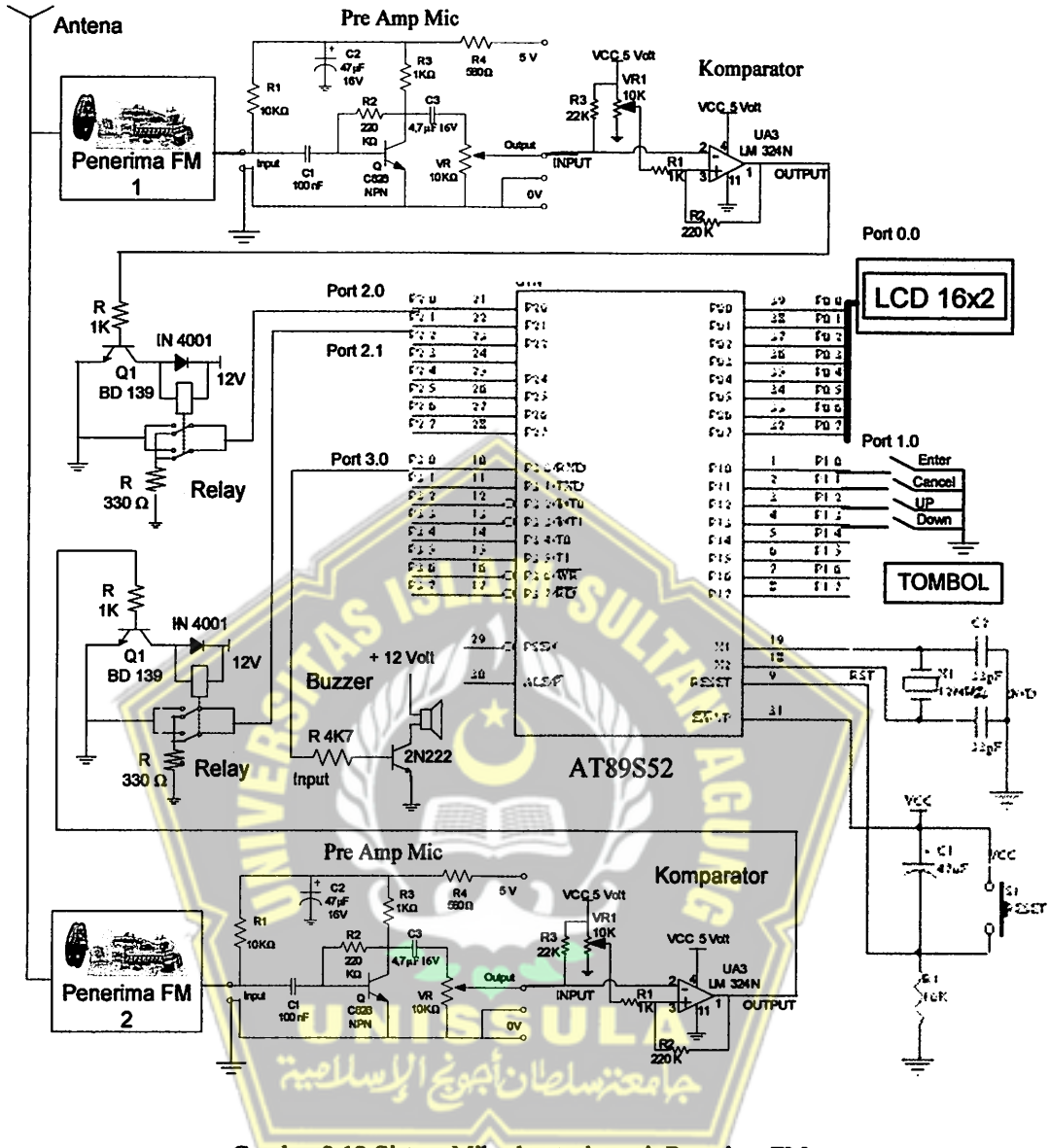


Gambar 3.11 Rangkaian Tombol Menu

3.3.6 Perancangan Mikrokontroler AT89S52

Pada unit penerima FM, sinyal informasi yang ditumpangkan pada frekuensi *carrier* kemudian dipisah agar didapat informasi yang sebenarnya. Sinyal informasi tersebut masih lemah akibat gangguan dari sinyal luar yang tidak diinginkan maka dikuatkan oleh rangkaian penguat mic dan untuk dapat diproses sebagai sinyal masukan berupa sinyal digital pada rangkaian komparator. Hasil pengolahan data dalam mikrokontroler akan dikeluarkan melalui *port* 0.0 – 0.3 yang terhubung dengan *port* data LCD dan *port* 0.4 – 0.6 yang digunakan sebagai data kontrol LCD sehingga nantinya data tentang aman tidaknya rumah pada kompleks perumahan dapat ditampilkan oleh LCD.

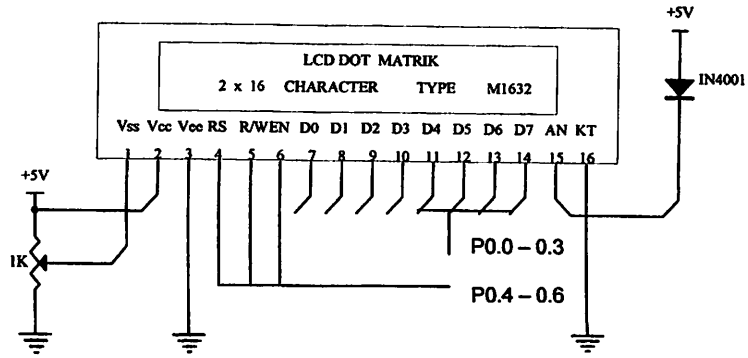
*M*ikrokontroler unit penerima FM juga dihubungkan ke tombol untuk memonitoring salah satu rumah atau semua rumah pada kompleks perumahan. Sedangkan tegangan yang dibutuhkan mikrokontroler pada unit penerima FM untuk bekerja secara aktif adalah +5 Volt.



Gambar 3.12 Sistem Mikrokontroler unit Penerima FM

3.3.7 Perancangan *Display*

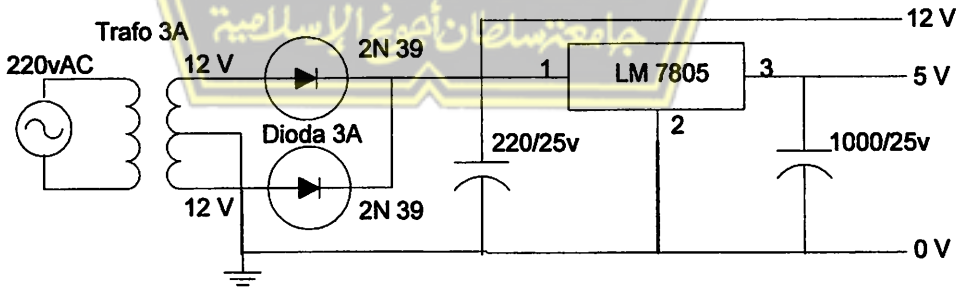
Rangkaian LCD 2 x 16 karakter ini adalah komponen *display* yang umum digunakan dengan tegangan kerja +5Volt. LCD M162 adalah *display* untuk mengetahui aman dan tidaknya rumah pada kompleks perumahan. Pengendalian LCD ini dilakukan dengan memberi logika pada kaki RS, RW, dan EN yang dilakukan oleh perangkat lunak, rangkaiannya seperti Gambar 3.13.



Gambar 3.13 Skema Rangkaian LCD M162

3.3.8 Perancangan Catu Daya

Pada alat ini menggunakan catu daya tegangan DC sebesar +5V dan +12V, untuk mendapatkan tegangan yang stabil dibutuhkan IC yang dapat meregulasi tegangan 5 Volt. IC regulator yang digunakan adalah IC regulator LM 7805 yang dapat meregulasi tegangan 5 Volt. Tujuan pemasangan regulator tegangan pada catu daya adalah untuk menstabilkan tegangan keluaran apabila terjadi perubahan tegangan *input* pada catu daya. Untuk menghilangkan riak, *output* dari rangkaian diberi suatu filter kapasitor sehingga diperoleh tegangan DC yang stabil.

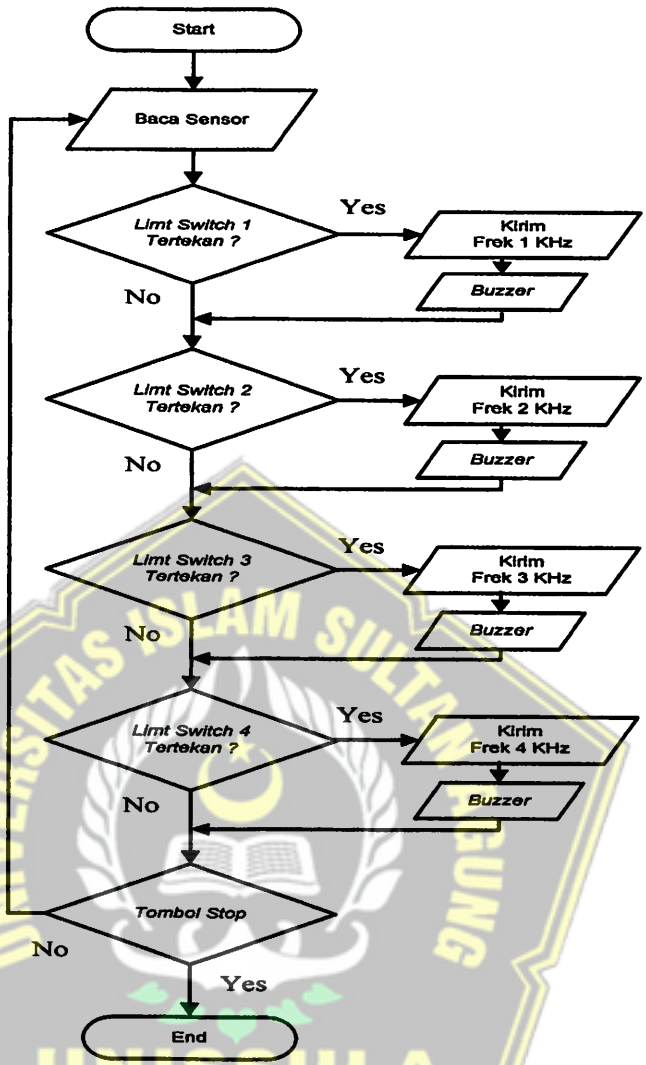


Gambar 3.14 Rangkaian Catu Daya

3.4 Perancangan Perangkat Lunak

Dalam perancangan perangkat lunak ini dibahas mengenai pembuatan program yang akan dijalankan oleh mikrokontroler. Program ini mengatur kerja dari mikrokontroler untuk menjalankan dan mengontrol fungsi kerja dari perangkat keras. Pada bagian perencanaan perangkat lunak ini, menggunakan pemrograman bahasa C.

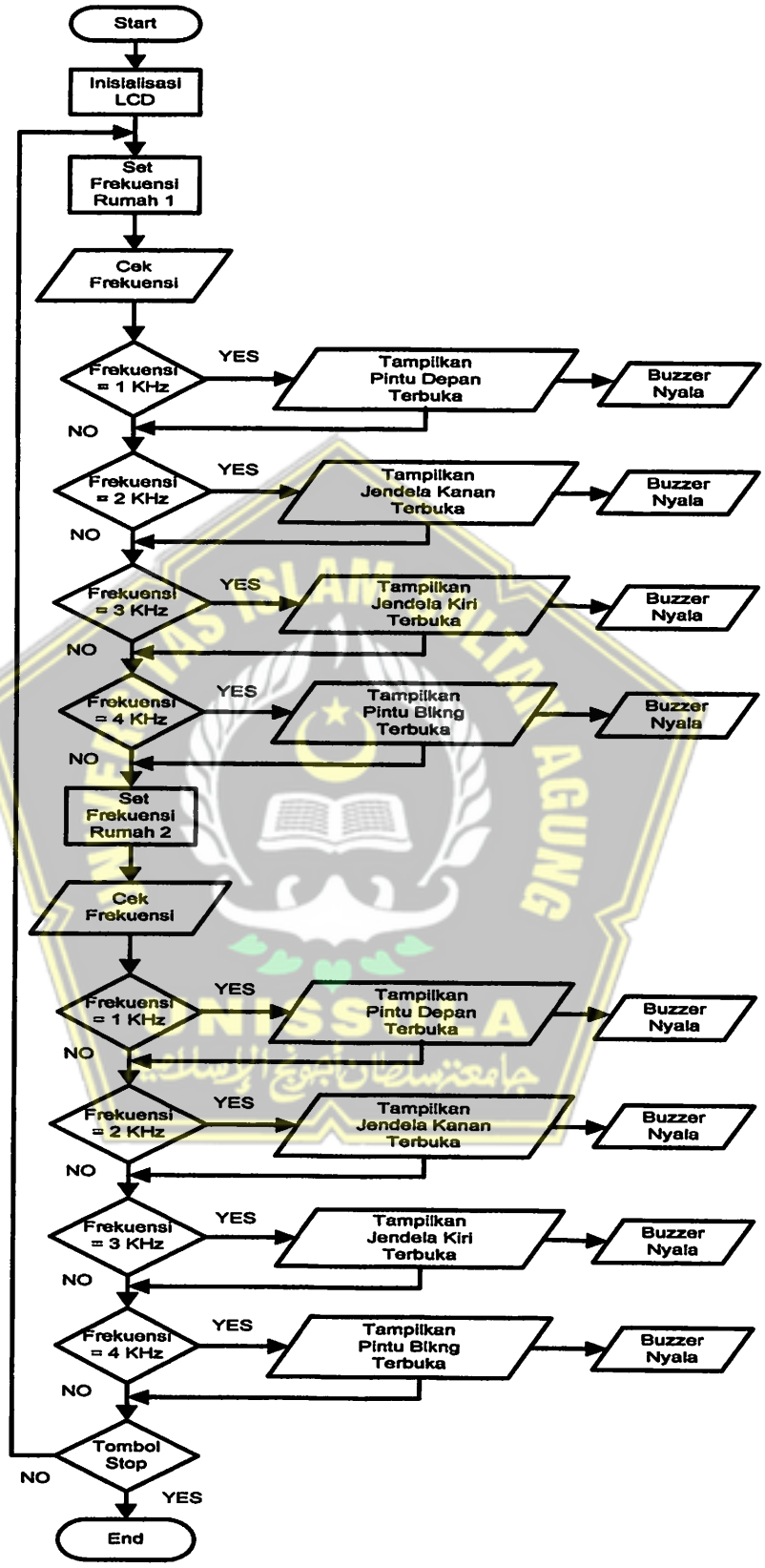
Program dirancang untuk menghasilkan program yang sempurna agar tidak terjadi *hang* saat dioperasikan. Waktu eksekusi program juga diperlukan, agar menghasilkan kecepatan pengolahan dan pengontrolan data. Agar perancangan perangkat lunak ini dalam pemahamannya lebih mudah, maka digunakan pemahaman dengan diagram alir (*flowchart*). Jika terjadi *trouble shooting* maka akan lebih mudah dalam memecahkan permasalahannya. Dan untuk mendukung dalam pemahaman *software* dan mempermudah dalam pembuatan *software*, maka dibutuhkan alur dari program tersebut. Diagram alir dari program tersebut ditunjukkan pada Gambar 3.15.



Gambar 3.15 Diagram alir Program Sisi Pemancar FM

Program dan rutin baca sensor akan diproses sebagai berikut:

1. Program akan menunggu hingga sensor *limit switch* terkena halangan.
2. Setelah salah satu sensor *limit switch* terkena halangan, maka program akan mengeksekusi rutin baca sensor. Pada kondisi 0 sensor *limit switch* dalam keadaan tidak aktif sedangkan pada kondisi 1 sensor *limit switch* dalam keadaan aktif.
3. Jika sensor *limit switch* dalam keadaan aktif maka akan mengirimkan frekuensi rendah yaitu 1 KHz untuk *limit switch* pintu depan, 2 KHz untuk *limit switch* jendela kanan, 3 KHz untuk *limit switch* jendela kiri, dan 4 KHz untuk *limit switch* pintu belakang.



Gambar 3.16 Diagram alir Program Sisi Penerima FM

Program dan inisialisasi LCD akan diproses sebagai berikut:

1. Bila tombol monitoring keamanan rumah ditekan maka program akan melakukan proses permintaan pengiriman data. Data serial masuk ditandai dengan adanya kode *start* pada data tersebut di mana kode *start* adalah permulaan program melakukan inisialisasi.
2. Selama data serial masuk, program mikrokontroler akan melakukan pencarian frekuensi *carrier* yang telah disetting pada penerima FM dan harus sinkron dengan data pemancar FM.
3. Program melakukan inisialisasi pada LCD. Setelah proses inisialisasi selesai maka program selanjutnya akan melakukan pengecekan yaitu apakah dimonitoring semua rumah atau salah satu rumah saja.
4. Jika berada pada frekuensi rumah 1 maka program akan mengecek frekuensi rendah yang telah disetting sebelumnya. Jika frekuensi rendah yang terdeteksi 1 KHz tampilan pada LCD adalah pintu depan terbuka, frekuensi 2 KHz tampilan pada LCD adalah jendela kanan terbuka, frekuensi 3 KHz tampilan pada LCD adalah jendela kiri terbuka, dan frekuensi rendah yang terdeteksi 4 KHz tampilan pada LCD adalah pintu belakang terbuka.
5. Jika set pada frekuensi rumah 2 maka program akan mengecek frekuensi rendah yang telah di *setting* sebelumnya. Jika frekuensi rendah yang terdeteksi 1 KHz tampilan pada LCD adalah pintu depan terbuka, frekuensi 2 KHz tampilan pada LCD adalah jendela kanan terbuka, frekuensi 3 KHz tampilan pada LCD adalah jendela kiri terbuka, dan frekuensi rendah yang terdeteksi 4 KHz tampilan pada LCD adalah pintu belakang terbuka.

3.4.1 Deklarasi Variabel

Merupakan program yang menjelaskan tentang komponen pemrograman berisi *port-port* yang digunakan dan dihubungkan dengan perangkat keras, register, dan kontrol *hardware*. *Listing* program deklarasi *define* dan variabelnya adalah sebagai berikut:

```
#include <at89x52.h>
#define output              P0_0
#define buzzer              p0_1
#define pintu_depan         P1_0
#define pintu_blkng         P1_1
#define jendela_knan        P1_2
#define jendela_Kri         P1_3
```

Bagian *define* ini digunakan untuk memudahkan dalam penulisan program, sehingga *user* tidak perlu menghafalkan kode-kode angka heksadesimal yang diketikkan dalam program. *Listing* program deklarasi variabel di atas digunakan pada unit pemancar FM yang terdiri dari sensor *limit switch* sebagai *input*, *buzzer* dan pemancar FM sebagai *output* dari mikrokontroler.

3.4.2 Program Inisialisasi LCD

Pada program inisialisasi LCD menampilkan data Monitoring Sistem Keamanan Kompleks Perumahan Dengan Memanfaatkan Modulasi FM dan menginstruksikan penulisan karakter pada 2 buah baris pada LCD. Inisialisasi LCD dibutuhkan karena setiap jenis LCD mempunyai data inisialisasi tersendiri, sedangkan *listing program* sebagai berikut:

```
// Inisialisasi LCD mode 4bit
void lcd_init()
{
    delay_ms(50);
    P2=0x03; //00100011
    send;
    delay_ms(25);
    send;
    delay_us(200);
    send;
    delay_ms(7);
    P2=0x02;
    send;
    delay_us(40);
    write_ins(0x28); //00101000 display line and dot
    write_ins(0x08); //00001000 Display off
    write_ins(0x01); //LCD Clear
    write_ins(0x06); //entry mode
```

```
    write_ins(0x0F); //display,cursor,blink "on"
}
// Menulis karakter pada LCD
void print_LCD(unsigned char *text)
{
    while (*text)
    {
      write_data(*text++);
     };
     return;
}
void print_char(unsigned char text1)
{
    write_data(text1);
    LCD_ready();
}
```

Dari *listing* program di atas dapat dijelaskan bahwa sebelum mengirimkan data yang ingin ditampilkan pada LCD terlebih dahulu dilakukan proses inisialisasi pada *port* 0 dengan nilai 0x03. Sebelum mengirim beberapa perintah, harus dilakukan pengecekan apakah LCD sudah siap menerima data atau belum hal ini dapat ditunjukkan pada bagian *listing* program:

```
LCD_ready();
```

LCD yang digunakan dalam program di atas adalah LCD matrik 2 baris x 16 kolom. Setiap kolomnya memiliki alamat masing-masing yang telah ditentukan oleh pabrik pembuatnya dengan pengalamatan seperti yang ditunjukkan pada bagian *listing* program :

```
write_ins(0x28); //00101000 display line and dot
write_ins(0x08); //00001000 Display off
write_ins(0x01); //LCD Clear
write_ins(0x06); //entry mode
write_ins(0x0F); //display,cursor,blink "on"
```

3.4.3 Program Pemancar FM pada Sistem Keamanan Perumahan

Program ini digunakan untuk pengaturan frekuensi rendah dari mikrokontroler AT89S52. Penggunaan frekuensi ini dimaksudkan agar dapat membedakan *limit switch* yang dipasang pada pintu maupun jendela.

```
. . . . . .
void main()
{
  while(1)
  {
    if (pintu_depan==0)//t=1ms (f=1/t=1000/1=1000Hz)
      {
        output=1;delay_us(500);output=0;delay_us(500);
        output=1;delay_us(500);output=0;delay_us(500);
        output=1;delay_us(500);output=0;delay_us(500);
        goto metu1;
      }
        metu:
    if (jendela_knn==0)//t=500us (f=1/t=1000/0.5=2000 Hz)
      {
        output=1;delay_us(250);output=0;delay_us(250);
        output=1;delay_us(250);output=0;delay_us(250);
        output=1;delay_us(250);output=0;delay_us(250);
        goto metu2;
      }
        metu1:
    if (jendela_kri==0)//t=330us (f=1/t=1000/0.33=3000Hz)
      {
        output=1;delay_us(165);output=0;delay_us(165);
        output=1;delay_us(165);output=0;delay_us(165);
        output=1;delay_us(165);output=0;delay_us(165);
        goto metu1;
      }
        metu2:
    if (pintu_blkng==0)//t=250us (f=1/t=1000/0.25=4000Hz)
      {
      output=1;delay_us(125);output=0;delay_us(125);
      output=1;delay_us(125);output=0;delay_us(125);
      output=1;delay_us(125);output=0;delay_us(125);
      goto metu2;
      }
        metu3:
  }
}
```

Dari *listing* program di atas dapat dijelaskan bahwa untuk membedakan *limit switch* yang dipasang pada pintu maupun jendela maka menggunakan frekuensi 1 KHz, 2 KHz, 3 KHz, dan 4 KHz. Frekuensi tersebut didapat dari perhitungan sebagai berikut:

Frekuensi dari sensor *limit switch* pintu depan:

T= 1 ms, maka f = 1/T

= 1000/1 = 1000 Hz

Frekuensi dari sensor *limit switch* jendela kanan:

T= 500 μs=0.5 ms, maka f = 1/T

= 1000/0.5 = 2000 Hz

Frekuensi dari sensor *limit switch* jendela kiri:

T= 330 μs=0.33 ms, maka f = 1/T

= 1000/0.33 = 3000 Hz

Frekuensi dari sensor *limit switch* pintu belakang:

T= 250 μs=0.25 ms, maka f = 1/T

= 1000/0.25 = 4000 Hz

Jadi untuk menentukan frekuensi berapa yang diinginkan maka harus mengubah waktunya terlebih dahulu. Dengan begitu maka program akan berjalan sesuai yang telah ditentukan sebelumnya. Penentuan frekuensi ini digunakan untuk membedakan sensor yang terpasang pada pintu dan jendela sehingga dengan demikian, eksekusi IC mikrokontroler tidak akan salah menanggapi sensor mana yang terkena gangguan.

Ketika sensor *limit switch* yang aktif terkena gangguan, misalnya pada pintu depan maka sensor akan mengirimkan sinyal digital ke mikrokontroler dan hal ini akan dieksekusi oleh program mikrokontroler sehingga *output* dari mikrokontroler tersebut dalam bentuk sinyal frekuensi 1 KHz. Sinyal frekuensi atau informasi inilah yang ditumpangkan ke pemancar FM untuk dikirim ke bagian penerima FM.

3.4.4 Program Penerima FM pada Sistem Keamanan Perumahan

Dalam program pengaturan Monitoring Sistem Keamanan Kompleks Perumahan ini, membaca data apakah aman atau tidak dalam perumahan yang dimonitoring dan ditampilkan pada LCD. Sedangkan *listing* programnya sebagai berikut:

```
. . . . . .
while(1)
{
    cek_rumah1:
    clear_LCD();
    goto_LCD(0x00);
    print_LCD("-monitor rumah1-");
    goto_LCD(0x40);
    slowprint("---rumah aman---");

    while(terima1==0){rumah10++;delay_us(1);}
    while(terima1==1){rumah11++;delay_us(1);}
    while(terima1==0){rumah10++;delay_us(1);}

        if(rumah11==500)
           {
             goto_LCD(0x01);
             print_LCD("PINTU DPN TRBUKA");
             delay_ms(1000);
           }
        if(rumah11==250)
           {
             goto_LCD(0x01);
             print_LCD("JNDLA KNN TRBUKA");
             delay_ms(1000);
           }
          if(rumah11==165)
           {
             goto_LCD(0x01);
             print_LCD("JNDLA KRI TRBUKA");
             delay_ms(1000);
           }
            if(rumah11==125)
           {
             goto_LCD(0x01);
             print_LCD("PINTU BLK TRBUKA");
             delay_ms(1000);
           }

    cek_rumah2:
    clear_LCD();
    goto_LCD(0x00);
    print_LCD("-monitor rumah2-");
    goto_LCD(0x40);
    slowprint("---rumah aman---");

    while(terima2==0){rumah20++;delay_us(1);}
    while(terima2==1){rumah21++;delay_us(1);}
    while(terima2==0){rumah20++;delay_us(1);}
```

```
if(rumah21==500)
   {
     goto_LCD(0x01);
     print_LCD("PINTU DPN TRBUKA");
     delay_ms(1000);
   }
if(rumah21==250)
   {
     goto_LCD(0x01);
     print_LCD("JNDLA KNN TRBUKA");
     delay_ms(1000);
   }
  if(rumah21==165)
   {
     goto_LCD(0x01);
     print_LCD("JNDLA KRI TRBUKA");
     delay_ms(1000);
   }
    if(rumah21==125)
   {
     goto_LCD(0x01);
     print_LCD("PINTU BLK TRBUKA");
     delay_ms(1000);
   }
goto cek_rumah1;
}
```

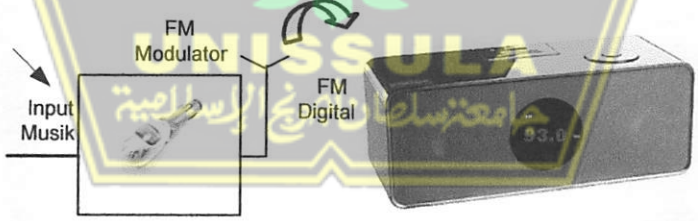
Dari *listing* program di atas dapat dijelaskan bahwa jika berada pada frekuensi rumah 1 maupun rumah 2, program akan mengecek frekuensi rendah yang telah di *setting* pada mikrokontroler unit pemancar FM. Jika frekuensi rendah yang terdeteksi 1 KHz atau berada pada *delay* 500 µs maka tampilan pada LCD adalah pintu depan terbuka, frekuensi 2 KHz atau berada pada *delay* 250 µs tampilan pada LCD adalah jendela kanan terbuka, sedangkan jika pada frekuensi 3 KHz atau berada pada *delay* 165 µs maka tampilan pada LCD adalah jendela kiri terbuka, dan frekuensi rendah yang terdeteksi 4 KHz atau berada pada *delay* 125 µs maka tampilan pada LCD adalah pintu belakang terbuka.

BAB IV
PENGUJIAN DAN ANALISA ALAT

Pada bab ini akan dijelaskan tentang pengujian *hardware* yang digunakan serta sistem secara keseluruhan. Pengujian alat dilakukan setelah seluruh rangkaian elektronika selesai dibuat. Pengujian yang dilakukan adalah menguji nilai-nilai yang terukur dengan alat ukur. Alat yang digunakan untuk melakukan pengujian adalah multimeter, regulator tegangan, dan osiloskop.

4.1 Pengujian dan Analisa Pemancar FM

Pengujian pemancar FM ini dilakukan untuk mengetahui pemancar yang digunakan telah berfungsi mengirimkan informasi dengan metode pancaran FM. Karena alat keamanan rumah ini merupakan sebuah rancang bangun, maka digunakan FM modulator dengan merk *i-tech*. Pemilihan FM modulator ini dikarenakan pengaturan frekuensi lebih mudah dan lebih stabil. Gambar 4.1 menunjukkan pengujian pemancar FM.



Gambar 4.1 Pengujian pemancar FM *i-tech* dan radio FM digital *Panasonic*

Pengujian dilakukan dengan memberikan masukan FM modulator *i-tech* berupa suara musik, kemudian mengubah gelombang pembawa dari 88 MHz hingga 100 MHz dan mencocokkan dengan penerima FM berupa radio digital merk *panasonic*. Berikut hasil pengujian dari pemancar FM.

Tabel 4.1 Hasil pengujian pemancar FM

NO	Gelombang Pembawa FM (MHz)	Gelombang Pencarian Frekuensi Pemancar (MHz)
1	88	88
2	89	89
3	90	90
4	91	91
5	92	92
6	93	93
7	94	94
8	95	95
9	96	96
10	97	97
11	98	98
12	100	100

Dari hasil pengujian di atas, dapat diketahui bahwa pemancar FM telah bekerja dengan baik. Hal ini dikarenakan ketika pemancar FM diubah ke frekuensi pembawa dari 88 MHz – 100 MHz, kemudian dicari dengan radio FM digital sehingga didapatkan frekuensi yang sama dengan frekuensi pemancar.

Setelah pemancar FM berfungsi sesuai dengan apa yang diinginkan, maka pengujian berikutnya berupa jarak pancar antara pemancar dan penerima FM dengan masukan FM modulator *i-tech* yaitu suara musik. Hal ini menjadikan pemancar FM dapat dijangkau penerima FM. Pengujian dilakukan dengan mengatur FM modulator *i-tech* pada frekuensi 93.0 MHz dan radio FM digital 93.00 MHz, kemudian menguji kondisi radio FM digital tersebut dengan memberikan jarak tertentu dari FM modulator *i-tech*. Berikut hasil pengujian jarak pancar pada FM modulator *i-tech*.

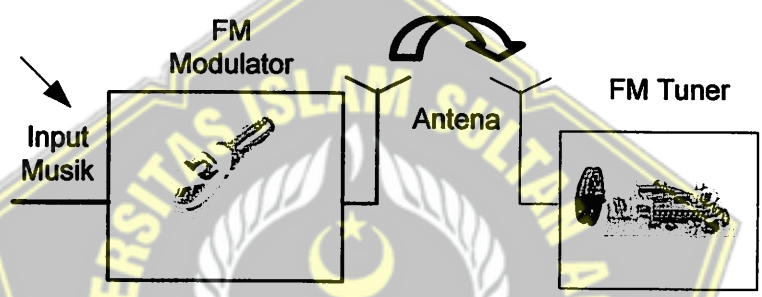
Tabel 4.2 Hasil pengujian pemancar FM berdasarkan jarak dengan penerima FM

No	Jarak Pemancar dan Penerima (m)	Kondisi Penerima FM
1	1	Informasi dari pemancar diterima jelas
2	3	Informasi dari pemancar diterima jelas
3	5	Informasi dari pemancar diterima jelas
4	7	Informasi dari pemancar diterima jelas
5	9	Informasi dari pemancar diterima jelas
6	11	Informasi dari pemancar diterima jelas
7	13	Informasi dari pemancar diterima jelas
8	15	Informasi dari pemancar diterima jelas
9	17	Informasi dari pemancar diterima jelas
10	19	Informasi dari pemancar diterima jelas
11	21	Informasi dari pemancar diterima jelas
12	22	Informasi dari pemancar diterima jelas
13	23	Informasi dari pemancar diterima jelas
14	24	Informasi dari pemancar diterima jelas
15	25	Informasi dari pemancar diterima jelas
16	26	Informasi dari pemancar diterima jelas
17	27	Informasi dari pemancar diterima jelas
18	28	Informasi dari pemancar diterima kurang jelas

Pemancar FM ini menggunakan FM modulator merk *i-tech* dan radio FM digital merk *Panasonic* sebagai penerima FM. Sinyal yang terdeteksi diterima oleh radio FM digital merk *Panasonic* berupa suara musik yang dipancarkan dari FM modulator *i-tech*. Setelah dilakukan pengujian, maka dapat diketahui bahwa jarak pancar pemancar FM dapat diterima dengan baik oleh radio FM digital *Panasonic* maksimal berjarak 27 meter. Sehingga dengan demikian untuk membuat rancang bangun dengan menggunakan FM modulator tidak dianjurkan melebihi jarak maksimal jangkauan pemancar FM tersebut.

4.2 Pengujian dan Analisa Penerima FM

Penerima FM yang digunakan pada alat ini adalah FM tuner buatan Gemus. Penggunaan tuner FM ini dikarenakan kepekaan FM tuner untuk menerima gelombang FM dari pemancar. Di samping itu, suara yang dihasilkan jernih dan lebih lebar frekuensinya dalam pemilihan frekuensi dari pemancar FM. Gambar 4.2 memperlihatkan pengujian penerima FM menggunakan modul FM tuner buatan Gemus.



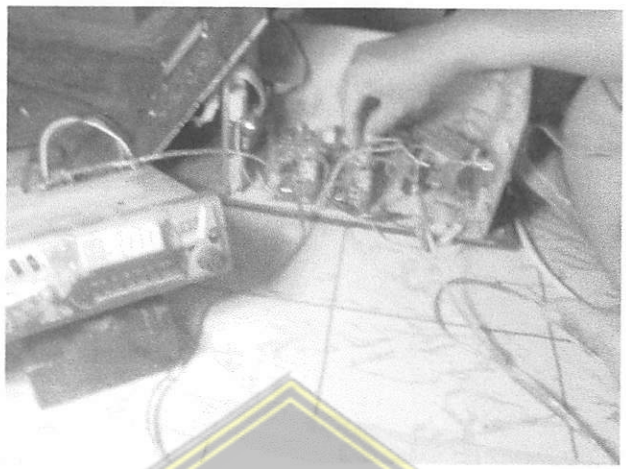
Gambar 4.2 Pengujian unit penerima FM menggunakan tuner FM

Pengujian pada FM tuner dengan cara mengatur frekuensinya terlebih dahulu menggunakan sebuah alat frekuensi meter yang disetting manual dari 88 MHz hingga 100 MHz dan kemudian mencari frekuensi yang telah disetting pada pemancar FM modulator *i-tech*. Jika penerima FM mampu menerima sinyal *input* berupa suara musik yang dikirimkan oleh pemancar FM modulator berarti penerima FM telah bekerja dengan baik. Sebagai tanda jika sinyal telah diterima oleh FM tuner adalah lampu LED yang berkedip-kedip yang terletak pada FM tuner tersebut. Berikut ini adalah hasil pengujian penerima FM.

Tabel 4.3 Hasil pengujian penerima FM tuner

NO	Gelombang pemancar FM (MHz)	Gelombang pencarian frekuensi penerima FM (MHz)
1	88	88
2	89	89
3	90	90
4	91	91
5	92	92
6	93	93
7	94	94
8	95	95
9	96	96
10	97	97
11	98	98
12	100	100

Dari data pengujian penerima FM tuner, maka dapat diketahui bahwa penerima FM tuner dapat bekerja dalam memilih frekuensi pembawa dari pemancar FM modulator. Dengan demikian pemancar FM dan penerima FM tuner telah dapat digunakan pada alat yang telah dirancang. Setelah penerima FM tuner bekerja dengan baik, selanjutnya penerima FM diset sama seperti frekuensi pemancar FM modulator yaitu 90.0 MHz untuk rumah 1 dan 93.0 MHz untuk rumah 2. Gambar 4.3 dan 4.4 merupakan hasil pengaturan frekuensi FM pada FM tuner dengan menggunakan frekuensi meter.



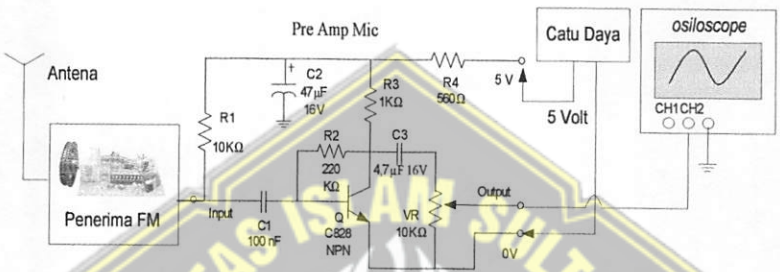
Gambar 4.3 Pengujian frekuensi Penerima FM untuk rumah 1

Gambar 4.4 Pengujian frekuensi Penerima FM untuk rumah 2

Pada gambar di atas, FM tuner yang berjumlah 2 buah tersebut diset pada frekuensi 90.0 Mhz dan 93.0. Hal ini dilakukan karena untuk dapat menerima informasi dari pemancar FM modulator. Penggunaan 2 buah FM tuner ini dimaksudkan untuk membedakan rumah satu dengan rumah 2, sehingga *delay* yang dibutuhkan untuk proses monitoring tidak terlalu lama. Dengan demikian pemancar FM modulator dan penerima FM telah dapat digunakan pada alat yang telah dirancang.

4.3 Pengujian dan Analisa *Pre Amp Mic*

Untuk mengetahui sinyal informasi yang dikirim oleh pemancar dari rumah yang dimonitoring, maka perlu diukur menggunakan osiloskop. Dari hasil pengukuran untuk setiap informasi dari sistem keamanan tersebut hasil yang diperoleh berupa gelombang cacat, sehingga sangat sulit untuk dibaca oleh osiloskop.



Gambar 4.5 Pengujian *Pre Amp Mic*

Data yang ditampilkan untuk semua frekuensi informasi diwakili dengan satu macam, yaitu pada waktu sinyal informasi berlogika 0 dan sinyal informasi berlogika 1. Gambar 4.6 dan 4.7 merupakan hasil pengujian *pre amp mic*.

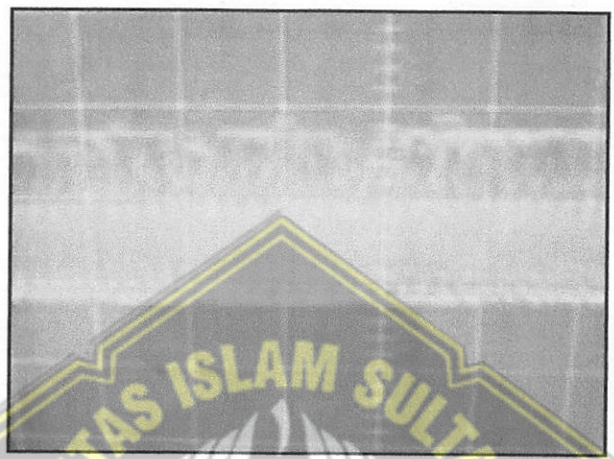
Gambar 4.6 Hasil pengujian *Pre Amp Mic* berlogika 0 dengan skala 16 µs/div dan 1 v/div

Hasil pengukuran adalah sebagai berikut:

Time/div = 16 µs

Volt/div = 1 volt

Amplitudo (A) = 1 div x 1 vpp/div
= 1 vpp



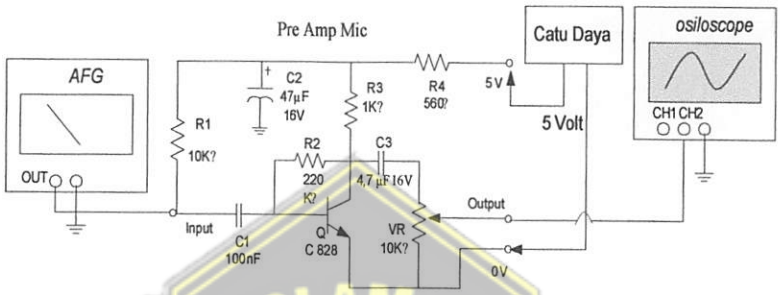
Gambar 4.7 Hasil pengujian *Pre Amp Mic* berlogika 1 dengan skala 16 µs/div dan 1 V/div

Hasil pengukuran adalah sebagai berikut:
Time/div = 16 µs
Volt/div = 1 v
Amplitudo (A) = 2 div x 1 vpp/div
= 2 vpp

Dari hasil pengujian *pre amp mic* dengan menggunakan osiloskop didapatkan hasil berupa gelombang cacat. Jika informasi yang terima berlogika 0 maka gelombang mempunyai amplitude 1 vpp, sedangkan untuk informasi dari pemancar berlogika 1 mempunyai amplitude 2 vpp. Karena gelombang dari *pre amp mic* masih cacat sehingga tidak dapat dibaca secara langsung oleh mikrokontroler AT89S52. Untuk itu perlu ditambahkan rangkaian komparator yang dapat mengubah tegangan analog menjadi digital.

Untuk mengetahui keluaran p*re amp mic* yang sebenarnya maka akan diuji menggunakan AFG (Audio Frekuensi Generator) yaitu alat pembangkit

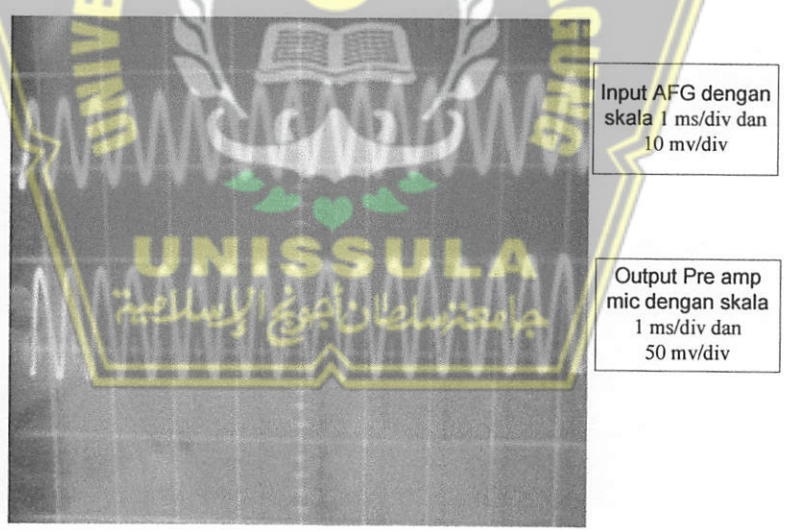
sinyal gelombang yang menghasilkan gelombang berbentuk sinusoidal maupun persegi. Pada pengujian ini, AFG (Audio Frekuensi Generator) diset pada frekeunsi 1 KHz, 2 KHz, 3 KHz, dan 4 KHz atau sesuai dengan perumpamaan sinyal informasi pada pemancar unit FM.



Gambar 4.8 Pengujian *Pre Amp Mic* dengan AFG

Berikut ini data yang ditampilkan pada pengujian *pre amp mic* dengan menggunakan AFG (Audio Frekuensi Generator) :

1. AFG (Audio Frekuensi Generator) diset pada 1 KHz.



Gambar 4.9 Pengujian *Pre Amp Mic* dengan AFG skala 1 KHz

Hasil pengukuran V*input* adalah sebagai berikut:

Time/div = 1 ms/div

Volt/div = 10 mv/div

V*input* = 1 div x 10 mv/div

= 10 mvpp

Periode (T) = 1 div x 1 ms/div

= 1 ms

Frekuensi (F) = 1/T = $1 / 1x10^{-3}$

= 1 KHz

Hasil pengukuran V*output* adalah sebagai berikut:

Time/div = 1 ms/div

Volt/div = 50 mv/div

V*output* = 1,2 div x 50 mv/div

= 60 mvpp

Periode (T) = 1 div x 1 ms/div

= 1 ms

Frekuensi (F) = 1/T = $1 / 1x10^{-3}$

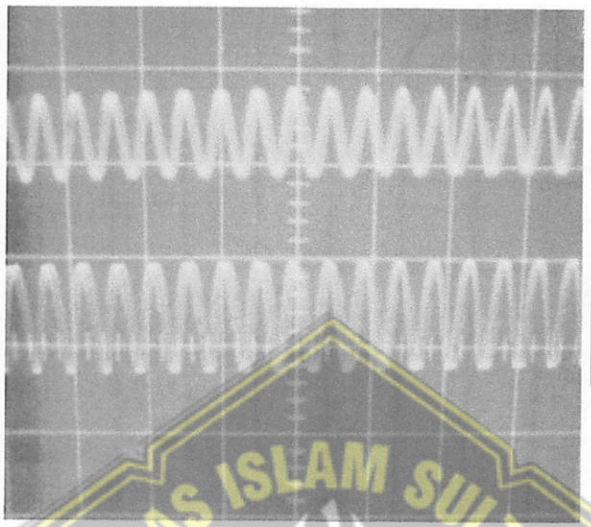
= 1 KHz

Penguatan penguat = V*out* / V*inp*

= 60 mvpp / 10 mvpp

= 6 kali

2. AFG (Audio Frekuensi Generator) diset pada 2 KHz.



Gambar 4.10 Pengujian *Pre Amp Mic* dengan AFG skala 2 KHz

Hasil pengukuran V*input* adalah sebagai berikut:

Time/div = 0,50 ms/div

Volt/div = 10 mv/div

V*input* = 1 div x 10 mv/div

= 10 mvpp

Periode (T) = 1 div x 0,50 ms/div

= 0,50 ms

Frekuensi (F) = $1/T = 1 / 0{,}50 \times 10^{-3}$

= 2 KHz

Hasil pengukuran V*output* adalah sebagai berikut:

Time/div = 0,50 ms/div

Volt/div = 50 mv/div

V*output* = 1,2 div x 50 mv/div

= 60 mvpp

Periode (T) = 1 div x 0,50 ms/div

= 0,50 ms

Frekuensi (F) = 1/T = $1 / 0{,}50 \times 10^{-3}$

= 2 KHz

Penguatan penguat = V*out* / V*inp*

= 60 mvpp / 10 mvpp

= 6 kali

3. AFG (Audio Frekuensi Generator) diset pada 3 KHz.

Gambar 4.11 Pengujian *Pre Amp Mic* dengan AFG skala 3 KHz

Hasil pengukuran V*input* adalah sebagai berikut:

Time/div = 0,50 ms/div

Volt/div = 10 mv/div

V*input* = 1 div x 10 mv/div

= 10 mvpp

Periode (T) = 0,6 div x 0,50 ms/div

= 0,3 ms

Frekuensi (F) = 1/T = $1 / 0{,}3 \times 10^{-3}$

= 3,3 KHz

Hasil pengukuran V*output* adalah sebagai berikut:

Time/div = 0,50 ms/div

Volt/div = 0,1 v/div

V*output* = 1,2 div x 0,1 v/div

= 0,12 vpp = 120 mvpp

Periode (T) = 0,6 div x 0,50 ms/div

= 0,3 ms

Frekuensi (F) = $1/T = 1 / 0{,}3x10^{-3}$

= 3,3 KHz

Penguatan penguat = V*out* / V*inp*

= 120 mvpp / 10 mvpp

= 12 kali

4. AFG (Audio Frekuensi Generator) diset pada 4 KHz.

Gambar 4.12 Pengujian *Pre Amp Mic* dengan AFG skala 4 KHz

Hasil pengukuran V*input* adalah sebagai berikut:

Time/div = 0,50 ms/div

Volt/div = 0,1 v/div

V*input* = 1 div x 10 mv/div

= 10 mvpp

Periode (T) = 0,4 div x 0,50 ms/div
= 0,2 ms
Frekuensi (F) = 1/T = 1 / 0,2x10^{-3}
= 5 KHz

Hasil pengukuran V*outputt* adalah sebagai berikut:
Time/div = 0,50 ms/div
Volt/div = 0,1 v/div
V*outputt* = 1,2 div x 0,1 v/div
= 0,12 vpp = 120 mvpp
Periode (T) = 0,4 div x 0,50 ms/div
= 0,2 ms
Frekuensi (F) = 1/T = 1 /0,2 x10^{-3}
= 5 KHz
Penguatan penguat = V*out* / V*inp*
= 120 mvpp / 10 mvpp
= 12 kali

Setelah melakukan pengujian *pre amp mic* dengan menggunakan AFG (Audio Frekuensi Generator) dari frekuensi 1 KHz hingga 4 KHz maka didapat hasil pengujian seperti pada Tabel 4.4 berikut ini.

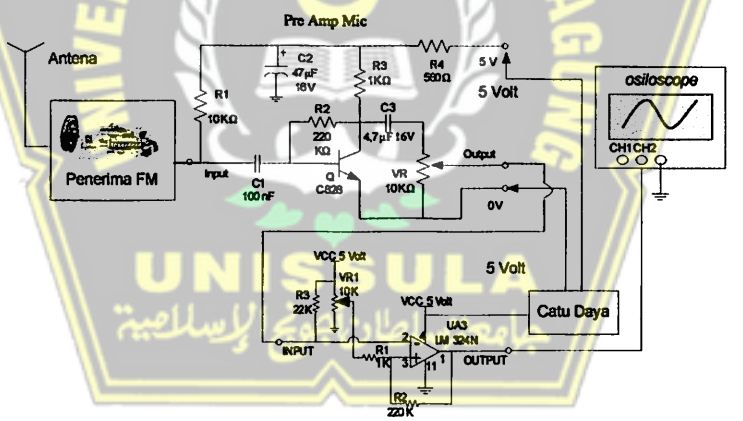
Tabel 4.4 Pengujian *pre amp mic* terhadap perubahan frekuensi

NO	Frekuensi pengujian (Hz)	V*input* (mvpp)	V*outputt* (mvpp)	Penguatan
1	1 KHz	10	60	6
2	2 KHz	10	60	6
3	3 KHz	10	120	12
4	4 KHz	10	120	12

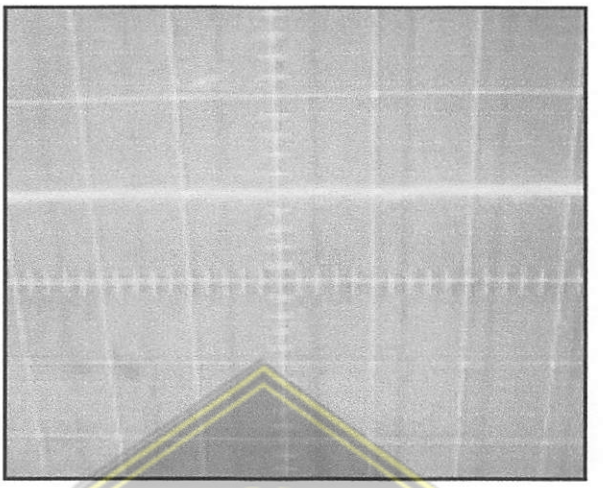
Pada hasil pengujian *pre amp mic* dengan menggunakan AFG (Audio Frekuensi Generator) terlihat bahwa semakin besar frekuensi yang digunakan maka penguatannya juga semakin besar. Hal ini dipengaruhi oleh besar kecilnya V*inp* dan V*out* yang terlihat pada hasil tampilan osiloskop. Gambar osiloskop menunjukkan semakin besar frekuensi yang digunakan maka time/div akan semakin rapat atau mengecil dan berbanding terbalik dengan volt/div yang tidak mengalami perubahan.

4.4 Pengujian dan Analisa Komparator

Komparator digunakan untuk membandingkan tegangan masukan dengan tegangan referensi agar hasil keluarannya yang berupa gelombang kotak atau digital dapat dibaca oleh mikrokontroler. Gambar 4.13 merupakan pengujian dari rangkaian penguat komparator.



Gambar 4.13 Pengujian komparator



Gambar 4.14 Hasil pengujian komparator berlogika 0 dengan skala 0,50 ms/div dan 3 v/div

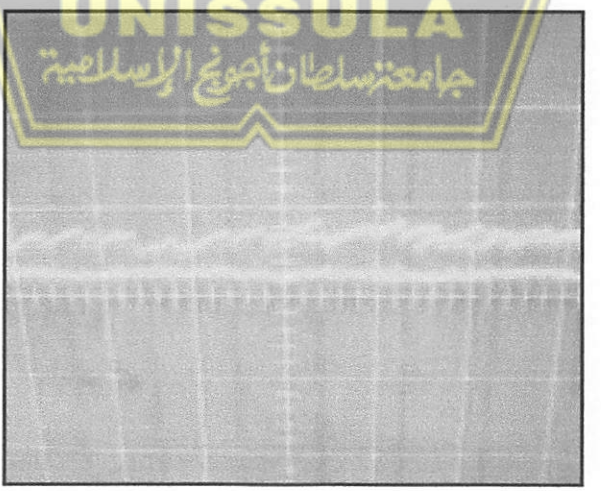
Hasil pengukuran adalah sebagai berikut:

Time/div = 0,50 ms

Volt/div = 3 volt

Amplitudo (A) = 0,2 div x 3 vpp/div

= 0,6 mvpp



Gambar 4.15 Hasil pengujian komparator berlogika 1 dengan skala 0,50 ms/div dan 3 v/div

Hasil pengukuran adalah sebagai berikut:

Time/div = 0,50 ms

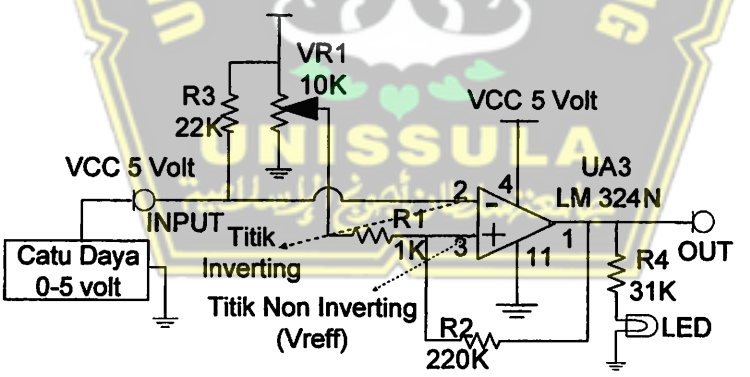
Volt/div = 3 volt

Amplitudo (A) = 0,8 div x 3 vpp/div

= 2,4 mvpp

Dari hasil pengujian komparator menggunakan osiloskop didapatkan hasil seperti pada Gambar 4.14 dan 4.15. Dari gambar hasil pengujian dapat diketahui bahwa gelombang yang dihasilkan cukup baik dibanding *output* dari *pre amp mic*. Namun gelombang yang dihasilkan masih terdapat gelombang cacat yang menyebabkan pembacaan mikrokontroler belum begitu tepat sehingga memerlukan rangkaian *relay* untuk mengatasi hal tersebut.

Setelah melakukan pengujian dengan osiloskop, maka langkah selanjutnya adalah melakukan pengukuran pada *input inverting* dan *non inverting* seperti ditunjukkan Gambar 4.16.



Gambar 4.16 Pengujian *input inverting* dan *non inverting* komparator

Tabel 4.5 Pengujian komparator dengan tegangan *input inverting* berubah-ubah

V inverting (Volt)	Vnon inverting (Volt)	V output (Volt)	Kondisi LED
0	3	4,83	Nyala
1	3	4,83	Nyala
2	3	4,83	Nyala
3	3	4,83	Nyala
4	3	0	Mati
5	3	0	Mati

Tabel 4.6 Pengujian komparator dengan tegangan *input non inverting* berubah-ubah

V inverting (Volt)	V non inverting (Volt)	Voutput (Volt)	Kondisi LED
3	0	0	Mati
3	1	0	Mati
3	2	0	Mati
3	3	4,83	Nyala
3	4	4,83	Nyala
3	5	4,83	Nyala

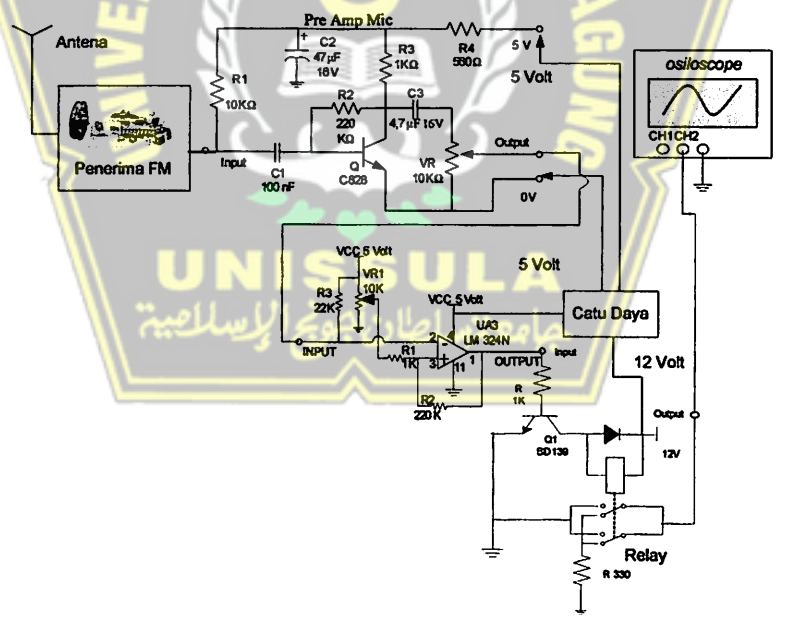
Dari data hasil pengujian dapat diketahui bahwa jika tegangan *input* dari rangkaian komparator kurang dari tegangan referensi maka tegangan *output* mendekati Vcc sehingga lampu akan menyala. Sedangkan ketika tegangan *input* komparator melebihi titik referensi maka tegangan *output* adalah 0 volt sehingga lampu tidak menyala. Hal ini karena masukan diletakkan pada *input inverting op amp* dan tegangan referensi pada *input non inverting op amp* sehingga komparator tersebut memiliki masukan pada bagian *inverting* atau pembalik.

Pada pengujian sebelumnya yaitu pada bagian *non inverting* dianggap sebagai tegangan referensi yang memiliki nilai tetap, namun pada pengujian berikutnya tegangan *inverting* diberi masukan tetap sebesar 3 volt pada *input inverting*-nya. Dari hasil pengujian dapat dilihat bahwa ketika tegangan *non*

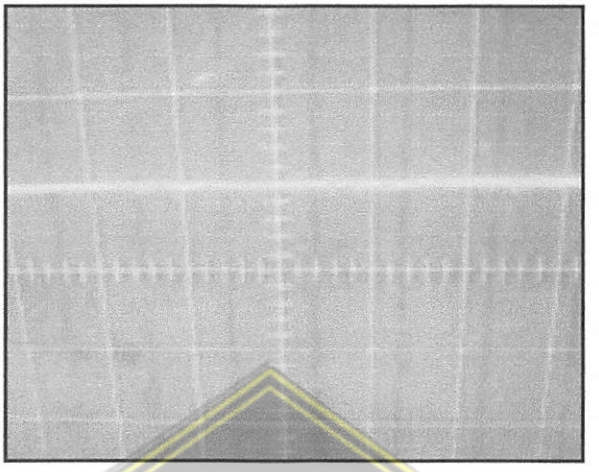
inverting diberi masukan dibawah tegangan *inverting* maka keluarannya adalah *low* atau lampu tidak menyala. Sedangkan jika diberi tegangan di atas tegangan *inverting* maka keluaran komparator adalah *high* atau lampu menyala. Hal ini dapat disimpulkan bahwa komparator tersebut dalam kondisi baik dan dapat digunakan sebagaimana mestinya.

4.5 Pengujian dan Analisa *Relay*

Relay merupakan saklar elektronik yang bekerja dengan masukan berupa tegangan dan arus yang kecil. *Relay* dihubungkan dengan tegangan 12 volt dan untuk kaki *Normally Open (NO)* dihubungkan ke mikrokontroler. Dengan sistem ini akan didapatkan logika yang tepat sehingga dapat dibaca oleh mikrokontroler AT89S52 dengan baik. Gambar 4.17 merupakan pengujian dari rangkaian *relay*.



Gambar 4.17 Pengujian dari rangkaian *relay*



Gambar 4.18 Hasil pengujian *relay* berlogika 0 dengan skala 0,50 ms/div dan 1 v/div

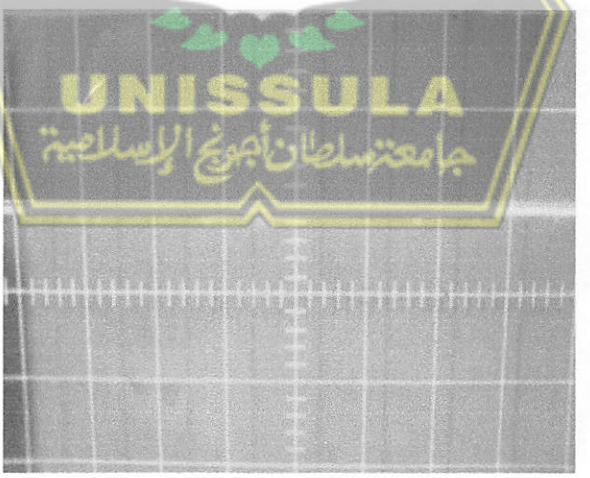
Hasil pengukuran adalah sebagai berikut:

Time/div = 0,50 ms

Volt/div = 1 volt

Amplitudo (A) = 0 div x 1 vpp/div

= 0 vpp



Gambar 4.19 Hasil pengujian *relay* berlogika 1 dengan skala 0,50 ms/div dan 3 v/div

Hasil pengukuran adalah sebagai berikut:

Time/div = 0,50 ms

Volt/div = 1 volt

Amplitudo (A) = 0,2 div x 1 vpp/div

= 0,2 vpp

Dari hasil pengujian rangkaian relay didapatkan hasil yang lebih baik. Jika logika 0 maka tampilan logika pada osiloskop adalah 0 vpp, dan jika berlogika 1 maka hasilnya 0,2 vpp.

Pada rangkaian *relay* ini memanfaatkan sifat transistor yang digunakan sebagai saklar. *Output* dari komparator yang berlogika *high* menuju ke transistor yang akan menyebabkan transistor menjadi saklar tertutup sehingga *relay* terkunci oleh tegangan dan akan mengontakkan konektor *Normally Open (NO)* menjadi terhubung. Dengan demikian sinyal informasi dari pemancar FM yang diterima oleh unit penerima FM telah menunjukkan perubahan dan dapat dibaca mikrokontroler AT89S52.

4.6 Pengujian dan Analisa LCD

LCD merupakan komponen yang berfungsi memberikan informasi kepada pengguna mengenai kondisi alat. Karena pentingnya LCD sebagai papan informasi maka perlu dilakukan pengujian sistem. Untuk mengetahui cara menggunakan LCD pada alat, maka perlu diuji program yang telah dibuat dengan tampilan pada LCD. Dengan demikian dapat diketahui penggunaan LCD 16x2. Berikut program untuk inisialisasi LCD.

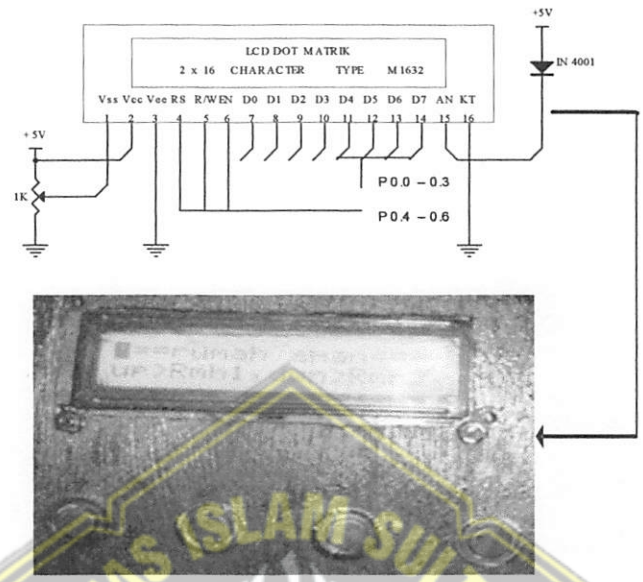
```
// Inisialisasi LCD mode 4bit
void lcd_init()
{
```

```
delay_ms(50);
 P2=0x03; //00100011
 send;
 delay_ms(25);
 send;
 delay_us(200);
 send;
 delay_ms(7);
 P2=0x02;
 send;
 delay_us(40);
 write_ins(0x28); //00101000 display line and dot
 write_ins(0x08); //00001000 Display off
 write_ins(0x01); //LCD Clear
 write_ins(0x06); //entry mode
 write_ins(0x0F); //display,cursor,blink "on"
}
```

Program untuk menulis karakter pada LCD dapat dilihat pada listing program berikut:

```
lcd_init();
LCD_ready();
print_LCD("==rumah aman== ");
delay_ms(300);
goto_LCD(0x40);
slowprint("up>rmh1,dwn>rmh2");
```

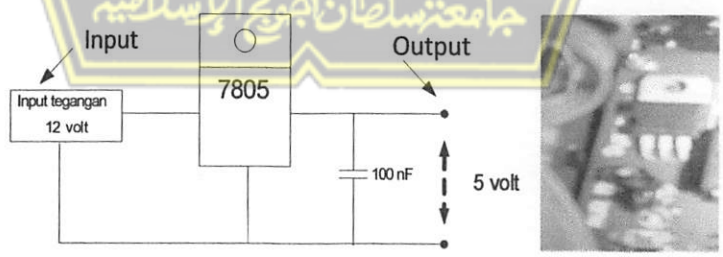
Setelah program diketik dengan menggunakan *syntax editor*, langkah selanjutnya program didownload pada mikrokontroler AT89S52. Hasil tampilan LCD dan program yang telah dibuat dapat di lihat pada Gambar 4.20.



Gambar 4.20 Tampilan LCD setelah program dijalankan

4.7 Pengujian dan Analisa Catu Daya

Pengujian dilakukan pada IC 7805 yang menyuplay semua kebutuhan sistem. Cara pengujiannya yaitu dengan memberikan tegangan variabel mulai 0 volt sampai 10 volt dan diukur nilai tegangan keluarannya. Adapun hasil pengukurannya adalah sebagai berikut:



Gambar 4.21 Pengujian Regulator

Tabel 4.7 Hasil pengujian IC catu daya

Tegangan Input	Tegangan Output
0 Volt	0,00 Volt
1 Volt	0,00 Volt
2 Volt	0,00 Volt
3 Volt	1,34 Volt
4 Volt	3,22 Volt
5 Volt	4,11 Volt
6 Volt	4,20 Volt
7 Volt	4,87 Volt
8 Volt	5,03 Volt
9 Volt	5,03 Volt
10 Volt	5,03 Volt

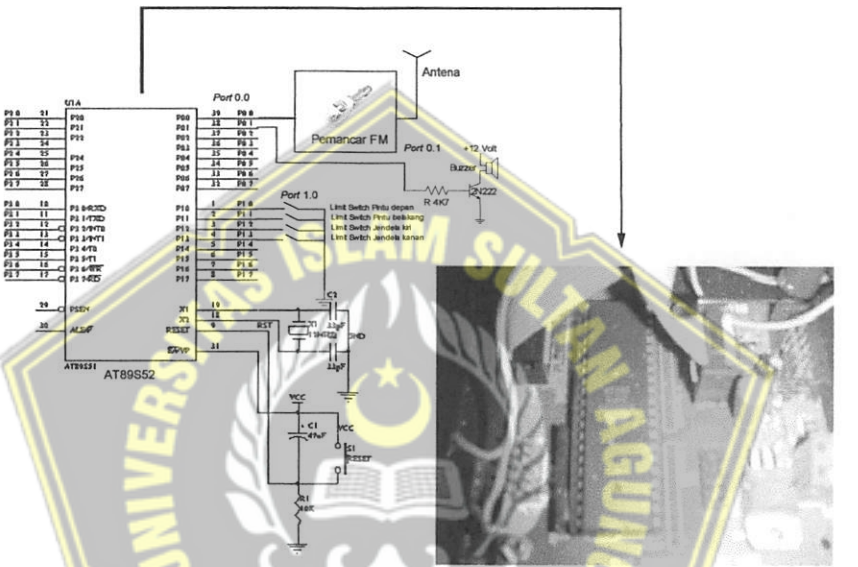
Catu daya dengan IC 7805 sebagai regulatornya diimplementasikan untuk sumber daya utama pada sistem. Catu daya yang stabil ini dibutuhkan oleh sistem, karena apabila catu daya yang digunakan tidak stabil maka sistem akan terjadi suatu kesalahan.

4.8 Pengujian dan Analisa mikrokontroler AT89S52

Pada pengujian mikrokontroler dengan memberikan tegangan 5 volt dari catu daya yang telah dibuat kemudian diukur berapa tegangan yang keluar pada mikrokontroler. Untuk pengujian pada mikrokontroler dilakukan dengan menguji kondisi masing–masing *port* yang dihubungkan ke LED sebagai indikator apakah terdapat sinyal atau tidak yang dikirim dari masing-masing *port* dengan indikator LED menyala berkedip-kedip karena telah diberi logika sinyal tinggi dan kemudian diberi logika rendah. Sedangkan hasil pengukuran pada masing-masing titik keluaran mikrokontroler secara berulang-ulang di dapat hasil sebagai berikut:

Tabel 4.8 Pengukuran rangkaian mikrokontroler

Tegangan *Output* AT89S52	Logika tinggi	Logika rendah	Uji pertama	Uji kedua	Uji ketiga
	4,4 Volt	0 Volt	4,5 Volt	4,4 Volt	4,4 Volt



Gambar 4.22 PCB Mikrokontroler AT89S52

Tabel 4.9 Hasil pengujian mikrokontroler AT89S52

Data	*Port* 0	*Port* 1	*Port* 2	*Port* 3
00H	0000 0000	0000 0000	0000 0000	0000 0000
01H	0000 0001	0000 0001	0000 0001	0000 0001
02H	0000 0010	0000 0010	0000 0010	0000 0010
04H	0000 0100	0000 0100	0000 0100	0000 0100
08H	0000 1000	0000 1000	0000 1000	0000 1000
10H	0001 0000	0001 0000	0001 0000	0001 0000
20H	0010 0000	0010 0000	0010 0000	0010 0000
40H	0100 0000	0100 0000	0100 0000	0100 0000
80H	1000 0000	1000 0000	1000 0000	1000 0000

Dari pengujian dan pengukuran di atas, dapat disimpulkan bahwa data yang dikomunikasikan oleh mikrokontroler tepat dan tidak terjadi kesalahan. Sehingga dengan demikian rangkaian mikrokontroler AT89S52 telah bekerja dan dapat dipakai dengan baik.

4.9 Pengujian Monitoring Sistem Keamanan Kompleks Perumahan

Untuk mengetahui hasil akhir dari sistem, maka akan diuji secara keseluruhan sesuai dengan tujuan dari pembuatan sistem tersebut. Berikut hasil pengujian monitoring sistem keamanan kompleks perumahan.

4.9.1 Pengujian dan Analisa Sistem Keamanan Kompleks Perumahan

Untuk mengetahui frekuensi informasi dari setiap sensor yang ada pada rumah, maka perlu diuji dengan menggunakan osiloskop. Sehingga akan diketahui bahwa setiap sensor mempunyai frekuensi yang berbeda-beda. Dengan frekuensi yang berbeda-beda maka oleh mikrokontroler akan dengan mudah dideteksi sensor mana yang bekerja.

Gambar 4.23 Pengujian sensor rumah menggunakan osiloskop

Sebelum informasi dari sensor dipancarkan oleh pemancar, perlu dilakukan pengujian menggunakan osiloskop untuk mengetahui frekuensi yang dipancarkan dari setiap sensor. Sehingga akan diketahui bahwa frekuensi yang diterima harus sesuai dengan frekuensi yang dipancarkan. Berikut hasil pengujian sensor rumah menggunakan osiloskop:

1. Respon sensor pada pintu depan ketika terbuka

   Time/div = 1 ms

   Volt/div = 10 mv

   Amplitudo (A) = 1 div x 10 mvpp/div

   = 10 mvpp

   Periode (T) = 1 div x 1 ms/div

   = 1 ms

   Frekuensi (F) = 1/T

   = 1 / 1 x 10^3 ms

   = 1000 Hz

2. Respon sensor pada jendela kanan ketika terbuka

   Time/div = 0,50 ms

   Volt/div = 10 mv

   Amplitudo (A) = 1 div x 10 mvpp/div

   = 10 mvpp

   Periode (T) = 1 div x 0,50 ms/div

   = 0,50 ms

   Frekuensi (F) = 1 / T

   = 1 / 0,50 x 10^3 ms

   = 2000 Hz

3. Respon sensor pada jendela kiri ketika terbuka

   Time/div = 0,35 ms

   Volt/div = 10 mv

   Amplitudo (A) = 1 div x 10 mvpp/div

   = 112 mVpp

   Periode (T) = 1 div x 0,35 ms/div

   = 0,35 ms

   Frekuensi (F) = 1/T

   = 1 / 0,35 x 10^3 ms = 2857 Hz

4. Respon sensor pada pintu belakang ketika terbuka

   Time/div = 0,25 ms

   Volt/div = 10 mv

   Amplitudo (A) = 1 div x 10 mvpp/div

   = 10 mvpp

   Periode (T) = 1 div x 0,25 ms/div

   = 0,25 ms

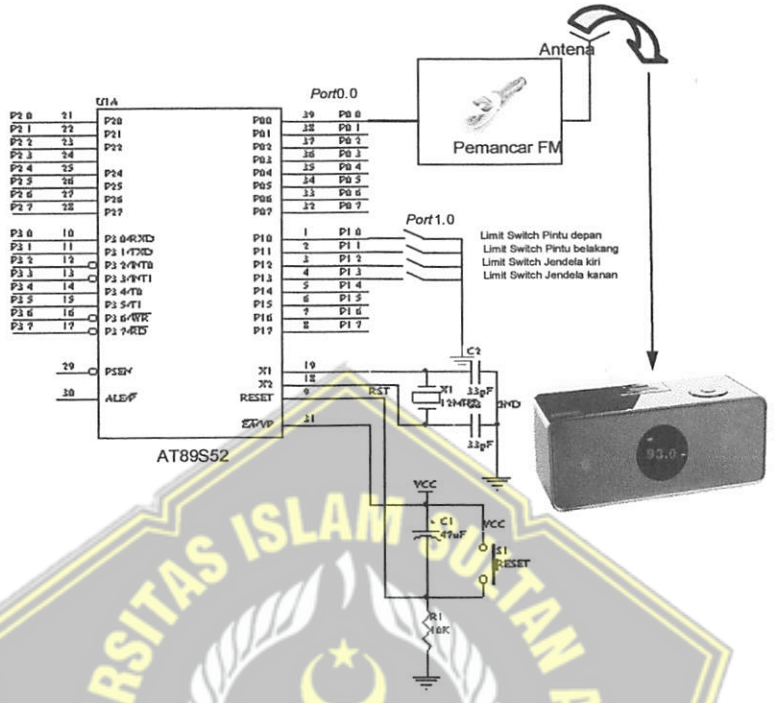
   Frekuensi (F) = 1/T

   = 1 / 0,25 x 10^3 ms

   = 4000 Hz

Dari hasil pengujian menggunakan osiloskop dapat diketahui bahwa setiap sensor mempunyai frekuensi yang berbeda. Frekuensi tersebut yang selanjutnya akan dikirim melalui pemancar FM. Dan akan diterima oleh penerima FM yang selanjutnya informasi tersebut diterjemahkan kembali berupa informasi keamanan rumah.

Setelah sistem keamanan rumah diuji dan setiap sensor mempunyai frekuensi yang berbeda, maka akan diuji dengan radio FM digital apakah frekuensi tersebut sudah terpancar dan mampu diterima oleh radio FM digital atau belum. Jika setiap perubahan sensor yang bekerja dapat diterima oleh radio FM digital, maka dapat dikatakan rancang bangun sistem keamanan kompleks perumahan ini telah berfungsi dengan baik. Berikut hasil pengujian sensor dengan radio FM digital.



Gambar 4.24 Pengujian sensor dengan menggunakan radio FM digital

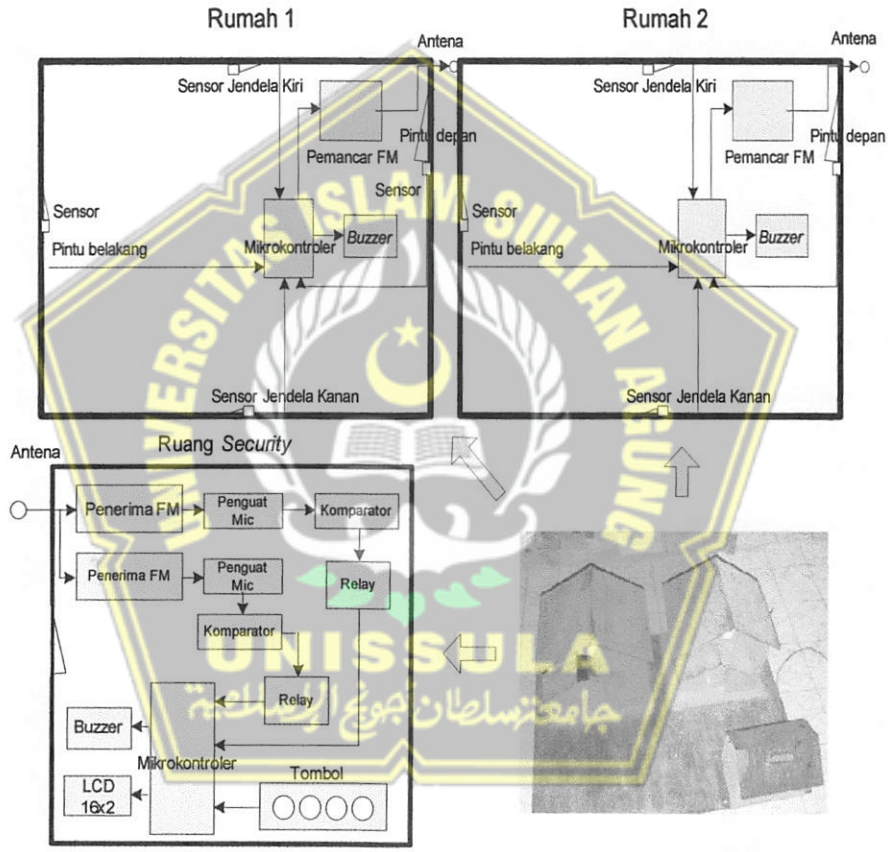
Tabel 4.10 Hasil Pengujian respon sensor pada mikrokontroler

NO	Sensor yang bekerja	Kondisi penerima FM
1	Jendela kanan	Keluar bunyi seperti detak jantung
2	Jendela kiri	Keluar bunyi seperti detak jantung
3	Pintu depan	Keluar bunyi seperti detak jantung
4	Pintu belakang	Keluar bunyi seperti detak jantung

Sebelum melakukan pengujian sensor dengan menggunakan radio FM digital, maka terlebih dahulu radio FM digital diset frekuensi 93 MHz agar pemancar FM modulator dengan radio FM digital saling terhubung dengan baik. Dari pengujian sensor yang tepasang pada rumah, dapat diketahui bahwa sensor telah bekerja. Hal ini dikarenakan respon dari sensor berupa sinyal frekuensi yang dapat ditangkap oleh penerima FM. Dengan demikian untuk rumah telah siap untuk dimonitoring.

4.9.2 Pengujian dan Analisa Sistem Keseluruhan

Setelah semua sistem keamanan kompleks perumahan diuji dan telah bekerja sesuai dengan fungsinya, maka selanjutnya menguji sistem secara keseluruhan apakah sudah bekerja sesuai dengan diharapkan atau belum. Gambar 4.25 merupakan hasil akhir alat Monitoring Sistem Keamanan Kompleks Perumahan.



Gambar 4.25 Pengujian Sistem Keamanan Kompleks Perumahan

Pengujian sistem dilakukan dengan membuka jendela dan pintu pada masing-masing rumah. Bagaimana respon sensor terhadap papan informasi LCD 16x2. Berikut ini data hasil percobaan Monitoring Sistem Keamanan Kompleks Perumahan.

Tabel 4.11 Hasil Pengujian Monitoring Sistem Keamanan Kompleks Perumahan.

No	Kondisi rumah	Pengguna sensor	Tampilan LCD
1	Jendela kanan terbuka	Rumah 1	JNDL KNN TERBUKA
2	Jendela kiri tarbuka	Rumah 1	JNDL KRI TERBUKA
3	Pintu depan terbuka	Rumah 1	PNTU DPN TERBUKA
4	Pintu belakang terbuka	Rumah 1	PNTU BLK TERBUKA
5	Jendela kanan terbuka	Rumah 2	JNDL KNN TERBUKA
6	Jendela kiri tarbuka	Rumah 2	JNDL KRI TERBUKA
7	Pintu depan terbuka	Rumah 2	PNTU DPN TERBUKA
8	Pintu belakang terbuka	Rumah 2	PNTU BLK TERBUKA

Pada gambar 4.25 di atas, dapat diketahui tentang hasil akhir alat perancangan Monitoring Sistem Keamanan Kompleks Perumahan dengan Memanfaatkan Modulasi FM yang telah dibuat. Cara kerja sistem ini berdasarkan isyarat dari sensor yang terpasang pada pintu dan jendela. Sehingga dari mikrokontroler akan diubah menjadi frekuensi dan selanjutnya dijadikan sinyal informasi untuk dikirimkan ke ruang *security* mengenai aman tidaknya kompleks perumahan tersebut.

Untuk setiap sensor yang terpasang pada pintu maupun jendela, frekuensi yang dikirim berbeda-beda. Hal ini agar pembacaan mikrokontroler lebih mudah dalam membedakan sensor satu dengan yang lainnya. Sedangkan untuk membedakan rumah satu dengan yang lainnya adalah frekuensi pembawanya.

Dari data hasil pengujian alat, dapat diketahui bahwa jarak pancar pada pemancar FM dapat diterima oleh penerima FM tuner maksimal berjarak 27 meter. Ketika sensor pada salah satu rumah yang aktif, maka tampilan pada LCD adalah pintu atau jendela terbuka. Jika alat ini dalam kondisi *defaulf* dan ada gangguan, maka akan menampilkan kondisi yang

terjadi yaitu rumah 1 tidak aman atau rumah 2 tidak aman sehingga *alarm* pada rumah yang tidak aman akan menyala.

Jika miniatur alat ini diterapkan pada rumah sebenarnya, maka memerlukan pemancar FM dengan penguatan yang lebih besar sehingga jangkauan cukup luas dan akan mampu menjangkau seluruh rumah pada kompleks perumahan. Monitoring rumah pada perumahan ini sangat berguna bagi orang-orang yang sibuk dan sering meninggalkan rumah. Dengan menggunakan sistem keamanan ini rumah menjadi lebih aman. Di samping keuntungan perorangan tingkat kepercayaan pada pembuat perumahan semakin besar dan pastinya akan menambah keuntungan.

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
UNISSULA
جامعة سلطان أجونج الإسلامية

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisa yang dilakukan terhadap *Monitoring* Sistem Keamanan Kompleks Perumahan dengan Memanfaatkan Modulasi FM, maka dapat disimpulkan:

1. *Monitoring* Sistem Keamanan Kompleks Perumahan dirancang menggunakan frekuensi gelombang radio yang terdiri dari modul pemancar dan penerima FM.
2. Jika salah satu sensor aktif, maka mikrokontroler akan mengolah data itu menjadi frekuensi rendah dan mengirimkan sinyal informasi dari pemancar FM melalui penumpangan sinyal pembawa dan diterima oleh modul penerima FM.
3. Jika rumah pada kompleks perumahan di monitoring semua maka jika terjadi gangguan, tampilan pada LCD adalah rumah yang tidak aman dan jika salah satu rumah yang dimonitoring maka tampilannya pintu atau jendela yang terbuka.
4. Setelah dilakukan pengujian alat yang dibuat, dapat diketahui bahwa jarak pancar pemancar FM dapat diterima dengan baik oleh penerima FM maksimal berjarak 27 meter.

5.2 Saran

Berdasarkan proses pembuatan alat dan hasil penulisan Tugas Akhir ini, penulis menyarankan:

1. Rancang bangun *Monitoring* Sistem Keamanan Kompleks Perumahan ini untuk ke depannya agar dikembangkan dengan beberapa sensor yang lebih kompleks sehingga keamanan rumah benar-benar terjamin dan dengan segera mungkin untuk mengetahui keadaan rumah tersebut jika terjadi gangguan keamanan.

2. Rancang bangun *Monitoring* Sistem Keamanan Kompleks Perumahan ini masih memanfaatkan petugas untuk memantau keamanan pada setiap rumah dengan melihatnya melalui papan informasi berupa LCD. Hal ini dapat membantu pemilik rumah untuk mengetahui kondisi rumah sehingga pemilik rumah dapat meninggalkan rumah dengan tenang dan nyaman.
3. Dengan menggunakan metode pancaran FM, maka frekuensi gelombang radio mempunyai kelemahan jarak rendah dan sudah banyak yang memakai sehingga dapat menyebabkan interferensi. Untuk itu akan lebih baik jika menggunakan frekuensi di atas 2 GHz.

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
UNISSULA
جامعة سلطان أجونج الإسلامية

DAFTAR PUSTAKA

Barmawi, Malvino. 1994. ***"Aproksimasi Rangkaian Semikonduktor Edisi 4"***. Jakarta : Erlangga.

Eko Putra, Agfianto. 2006. ***"Belajar Mikrokontroler AT89C51/52/55 Teori dan Aplikasi"***. Yogyakarta : Gava Media.

Dwi Mathaliul, Anwar. 2010. ***"Rangkaian AM/ FM Radio Receiver"***. http://elkakom.telkompoltek.net/2010/07/rangkaian-am-fm-radio receiver.html. Dikutip tanggal 8 Maret 2011.

HM., MBA., Akt., Jogiyanto, Prof. Dr. 2006. **"Konsep Dasar Pemrograman Bahasa C"**. Yogyakarta : ANDI.

Jono, I Made, Dkk. 2006. ***"Pemrograman C dan implementasinya"***. Bandung : Informatika.

Roddy, Dennis, Dkk. 1993. ***"Komunikasi Elektronika Edisi 1"***. Jakarta : Erlangga.

Subiyantoro. 2009. ***"Bab 13 modulasi dan demodulasi"***. http://elearning.gunadarma.ac.id/docmodul/telekomunikasi_&_komputer /bab13_modulasi_dan_demodulasi.pdf. Dikutip tanggal 24 Maret 2011.

Sutanto, Dkk. 1989. ***"Dasar Elektronika"***. Jakarta : Universitas Indonesia.

Warsito S. 2001. ***"Vademekum Elektronika Edisi 2"***. Jakarta : Gramedia Pustaka.

Wiranata, irzan. 2011. " ***Modulasi dan bagian-bagiannya Modulasi "***. http://wiranatairzan.blogspot.com/2011/03/modulasi-dan-bagian-bagiannya.html. Dikutip tanggal 23 Maret 2011.

www.atmel.com

www.datasheetcatalog.com

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA)
Jl. Raya Kaligawe Km 4 024-6583584 Psw. 364 Faks. 024-6582445
Semarang 50112 Http ://www.unissula.ac.id

LEMBAR ASISTENSI
TUGAS AKHIR

NAMA : Indra Wahyudi
NIM : 06.208-1027
JUDUL : Monitoring Sistem Keamanan Kompleks Perumahan Dengan Memanfaatkan Modulasi FM

NO.	TANGGAL	KETERANGAN	TTD
1.	03 Juli 2010	Perbaiki latar belakang Hindari kata ganti orang spt "kita, penulis, penyusun."	
2.	29 Januari 2011	- Perbaiki penulisan acuan pustaka pd bab 2. sistem Harvard (nama tahun) bukan nama, judul buku & penerbit) - Teori bab 2 ttl banyak → dikurangi - bedakan awalan di & kata depan/hubung di	
3.	16 Februari 2011	- Tulisan listing program dibedakan dgn tulisan lainnya - jelaskan program pd bab 3	
4.	31 Mei 2011	Blok diagram → diganti diagram blok Lanjutkan ke bab 4.	
5.	10 Juni 2011	Perbaiki awal bab 4 foto hasil osiloskop	
6.	14 Juli 2011	Perbaiki foto osiloskop Bawa alat ke lab	

Semarang, ...

Pembimbing 1

(Bustanul Arifin, S.T, M.T)

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA)
Jl. Raya Kaligawe Km 4 024-6583584 Psw. 364 Faks. 024-6582445
Semarang 50112 Http ://www.unissula.ac.id

LEMBAR ASISTENSI
TUGAS AKHIR

NAMA : Indra Wahyudi
NIM : 06.208.1027
JUDUL :Monitoring Sistem Keamanan Kompleks Perumahan Dengan Memanfaatkan Modulasi FM

NO.	TANGGAL	KETERANGAN	TTD
1.	15 Agustus 2011	Lanjutkan Revisilah kesimpulan. Lbr 2 penunjang spt: daftar isi, glor, abstrak, lbr persetujuan	
2.	18 Agustus 2011	Pd Abstrak alinea → hasil dicantumkan jarak maks pd alat ini ~5m - Dftr pustaka diurutkan sesuai abjad - no. hal lampiran - lbr persetujuan : sebelum mkh seminar	
3.	19 Agustus 2011	Acc laporan → maju ke seminar	
4.			
5.			
6.			

Semarang, 19 Agustus 2011

Pembimbing 1

(Bustanul Arifin, S.T, M.T)

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA)
Jl. Raya Kaligawe Km 4 024-6583584 Psw. 364 Faks. 024-6582445
Semarang 50112 Http ://www.unissula.ac.id

LEMBAR ASISTENSI
TUGAS AKHIR

NAMA : Indra Wahyudi
NIM : 06.208.1027
JUDUL : Monitoring Sistem Keamanan Kompleks Perumahan dengan Memanfaatkan Modulasi FM

NO.	TANGGAL	KETERANGAN	TTD
1.	7/2 '11	Koreksi di draft laporan	
2.	16/2 '11	- Blok Diagram. - Flow chart. - Urutkan System } Bab. III	
3.	18/2 '11	Cek Bab III	
4.	1/6 2011	Bab III Accepted. Lanjut Pengujian (Bab IV)	
5.	7/6.	Bab IV. Blok. Pengujian	
6.	4/7 "	Bab IV. Prosaikan tabel sempurnakan alat.	

Semarang, 19 Agustus 2011

Pembimbing

(Eka Nuryanto B., ST.MT)

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA)
Jl. Raya Kaligawe Km 4 024-6583584 Psw. 364 Faks. 024-6582445
Semarang 50112 Http ://www.unissula.ac.id

LEMBAR ASISTENSI
TUGAS AKHIR

NAMA : **Indra Wahyudi**
NIM : **06.208.1027**
JUDUL :**Monitoring Sistem Keamanan Kompleks Perumahan Dengan Memanfaatkan Modulasi FM**

NO.	TANGGAL	KETERANGAN	TTD
1.	4/8 '11	Bab. IV. Lengkapkan. - Keterangan uji radio - Tabel uji, Komparator.	
2.	16/8 '11	Bab. IV Ok. Bab V. Lengkapi	
3.	19/8 '11	Bab V. Simpulan hasil uji	
4.		Bab V, Ok. Siapkan Makalah Seminar.	
5.			
6.			

Semarang, 19 Agustus 2011
Pembimbing 2

(Eka Nuryanto B.S, S.T, M.T)

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA)
Jl. Raya Kaligawe Km.4 Telp. 024-6583584 Psw. 340 Faks. 024-6582455
Semarang 50112 http://www.unissula.ac.id

LEMBAR REVISI dan TUGAS UJIAN SARJANA

Berdasarkan Rapat Tim Penguji Ujian Sarjana

Hari	:	Selasa
Tanggal	:	27 September 2011
Tempat	:	R. Seminar

Memutuskan bahwa mahasiswa :

Nama	:	Indra Wahyudi
NIM	:	06.208. 1027
Judul TA	:	Monitoring Sistem Keamanan Kompleks Perumahan Dengan Memanfaatkan Modulasi FM (Frequency Modulation)

wajib melakukan perbaikan dan membuat tugas seperti tercantum dibawah ini:

NO	REVISI	BATAS REVISI
1.	Simbol (Hz , kHz ...) diseragamkan.	1 minggu
2.	batasan masalah, tujuan, dan Kesimpulan.	Acc

NO	TUGAS	
1.	Pelajari Hg hal 19, 17 & terangkan. ↑ ditampilkan / tdk ?	Acc

Mengetahui,
Ketua Tim Penguji

Agus Suprayitno, S.T., M.T.
NIK. 210 699 011

Semarang, 27 September 2011
Penguji,

DR Sri Arttini Dwi P.
NIK. 210 695 009

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA)
Jl. Raya Kaligawe Km.4 Telp. 024-6583584 Psw. 340 Faks. 024-6582455
Semarang 50112 http://www.unissula.ac.id

LEMBAR REVISI dan TUGAS UJIAN SARJANA

Berdasarkan Rapat Tim Penguji Ujian Sarjana

Hari	:	Selasa
Tanggal	:	27 September 2011
Tempat	:	R. Seminar

Memutuskan bahwa mahasiswa :

Nama	:	Indra Wahyudi
NIM	:	06.208. 1027
Judul TA	:	Monitoring Sistem Keamanan Kompleks Perumahan Dengan Memanfaatkan Modulasi FM (Frequency Modulation)

wajib melakukan perbaikan dan membuat tugas seperti tercantum dibawah ini:

NO	REVISI	BATAS REVISI
1.	Kesimpulan.	1 minggu.
2.	Abstrak - (china 3)	

NO	TUGAS
1.	Cara modulasi file informasi ke frekuensi pembawa.

Mengetahui,
Ketua Tim Penguji

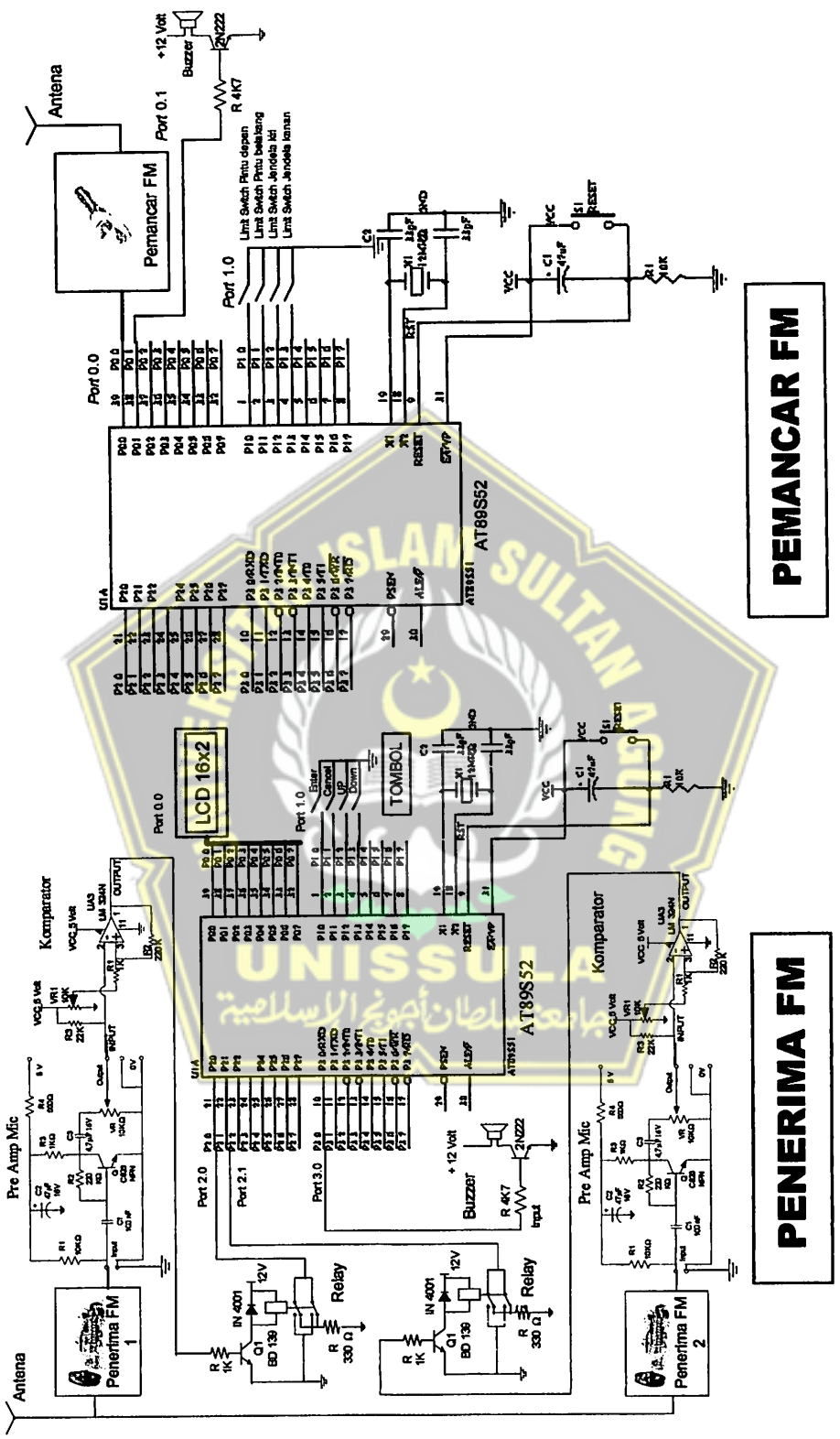
Agus Supraytno, S.T., M.T.
NIK. 210 699 011

Semarang, 27 September 2011
Penguji,

Agus Supraytno, S.T., M.T.
NIK. 210 699 011

LAMPIRAN 1

SKEMA RANGKAIAN SECARA KESELURUHAN


PEMANCAR FM
PENERIMA FM
Antena
Pemancar FM
Port 0.1
+12 Volt
Buzzer
2N222
R 4K7
Port 1.0
Limit Switch Pintu depan
Limit Switch Pintu belakang
Limit Switch Jendela kiri
Limit Switch Jendela kanan
Port 0.0
AT89S52
LCD 16x2
TOMBOL
Enter
Cancel
Up
Down
Komparator
Pre Amp Mic
Penerima FM 1
Penerima FM 2
IN 4001
BD 139
Relay
R 330 Ω
R 1K
Port 2.0
Port 2.1
Port 3.0

LAMPIRAN 2

LISTING PROGRAM LENGKAP

```
/*****************************
Project : Pemancar FM
Author  : Indra Wahyudi
*****************************/
#include <at89x52.h>
#define output   P0_0
#define buzzer          P0_1
#define pintu_depan     P1_0
#define pintu_blkng     P1_1
#define jendela_knan    P1_2
#define jendela_Kiri    P1_3
void delay_us(unsigned int n)
{
  n=n/6;
  while (n!=0)
  {
    n--;
  }
}
void delay_ms(unsigned int m)
{
  while (m!=0)
  {
    delay_us(1000);
    m--;
  }
}
void main()
{
  while(1)
  {
    if (pintu_depan==0){
      output=1;delay_us(500);output=0;delay_us(500);   //t=   1   ms
(f=1/t=1000/1=1000 Hz)
      output=1;delay_us(500);output=0;delay_us(500);
      output=1;delay_us(500);output=0;delay_us(500);
      goto metu1; }
      metu:
    if (jendela1==0){
      output=1;delay_us(250);output=0;delay_us(250);   //t=500   us
(f=1/t=1000/0.5=2000 Hz)
      output=1;delay_us(250);output=0;delay_us(250);
      output=1;delay_us(250);output=0;delay_us(250);
      goto metu2; }
      metu1:
    if (jendela2==0){
      output=1;delay_us(165);output=0;delay_us(165);  //t=  330  us
(f=1/t=1000/0,33=3000 Hz)
      output=1;delay_us(165);output=0;delay_us(165);
      output=1;delay_us(165);output=0;delay_us(165);
      goto metu1; }
      metu2:
    if (pintu_blkng==0){
      output=1;delay_us(125);output=0;delay_us(125);   //t=250   us
(f=1/t=1000/0.25=4000 Hz)
      output=1;delay_us(125);output=0;delay_us(125);
      output=1;delay_us(125);output=0;delay_us(125);
      goto metu2; }
      metu3:
  }
}
```

```
/****************************
Project : Penerima FM
Author  : indra Wahyudi
****************************/
#include <at89x52.h>
#include <stdio.h>
#define send ((EN=1),(EN=0))
#define BF          P0_3
#define EN          P0_5
#define RW          P0_6
#define RS          P0_7
#define terima1           P2_0
#define terima2           P2_1
#define Buzzer      P3_0
#define ok          P1_0
#define cancel      P1_1
#define up          P1_2
#define down        P1_3
char buffer[16];
float v,d,velo,viko;
 unsigned char a,input,data0,data1,data2,data3,data4;
 char pass[9]={0,0,0,0,0,0,0,0,0};
float total;
bit p;
char memori;
/**********--Sub rutin--**********/

/*********************************
---------Sub Rutin delay---------
*********************************/
void delay_us(unsigned int n)
{
  n=n/6;
  while (n!=0)
  {
    n--;
  }
}
void delay_ms(unsigned int m)
{
  while (m!=0)
  {
    delay_us(1000);
    m--;
  }
}
/*****************************************
---------Driver LCD mode 4 bit------------
=========================================
RS = bit7
RD = bit6
EN = bit5
DB4 = bit0
DB5 = bit1
DB6 = bit2
DB7 = bit3
*****************************************/
void LCD_ready()
{
  delay_ms(10);
}
```

```
// Mengirim istruksi pada LCD
void write_ins(unsigned char inst)
{
  a=inst/16;
  P2=(0x0F & a);
  send;
  LCD_ready();
  //delay_ms(20);
  P2=(0x0F & inst);
  send;
  LCD_ready();
  //delay_ms(20);
}
// Mengirim data pada LCD
void write_data(unsigned char dat)
{
  a=dat/16;
  P2=(0x0F & a);
  RS=1;
  send;
  P2=(0x0F & dat);
  RS=1;
  send;
}
// Inisialisasi LCD mode 4bit
void lcd_init()
{
  delay_ms(50);
  P2=0x03; //00100011
  send;
  delay_ms(25);
  send;
  delay_us(200);
  send;
  delay_ms(7);
  P2=0x02;
  send;
  delay_us(40);
  write_ins(0x28); //00101000 display line and dot
  write_ins(0x08); //00001000 Display off
  write_ins(0x01); //LCD Clear
  write_ins(0x06); //entry mode
  write_ins(0x0F); //display,cursor,blink "on"
}
// Menulis karakter pada LCD
void print_LCD(unsigned char *text)
{
  while (*text)
  {
    write_data(*text++);
  };
  return;
}
void print_char(unsigned char text1)
{
  write_data(text1);
  LCD_ready();
}
// Menulis karakter dengan lambat
void slowprint(unsigned char *text2)
{
```

```
  while (*text2)
  {
    write_data(*text2++);
    delay_ms(100);
  };
  return;
}
 // Menulis karakter dengan lambat
void slowprint1(unsigned char *text2,unsigned char speed,unsigned
int tunda)
{
   while (*text2)
    {
      write_data(*text2++);
      um=0;
      while(um<speed) { if (P2_2==0) { goto bar; }  delay_ms(1);
um++;}
      //delay_ms(speed);
    };
 um=0;
 while (um<tunda) { if (P2_2==0) { goto bar; }  delay_ms(1);
um++;} // jebakan 1/2 detik
 bar:
 return;
}
// Menuju ke kolom tertentu pada LCD
void goto_LCD(unsigned char position)
{
  write_ins(0x80+position);
  LCD_ready();
}
// Menghapus tampilan LCD
void clear_LCD()
{
  write_ins(0x01);
}
void cursor_on()
{
  LCD_ready();
  write_ins(0x0F);
}
void cursor_off()
{
  LCD_ready();
  write_ins(0x0C);
}

/*============================================*/
//--Program Utama--//
void main()
{
input=0;
scan_up=0;
scan_down=0;
ok=1;
cancel=1;
up=1;
down=1;
  delay_ms(1000);
  lcd_init();
  LCD_ready();
```

```
print_LCD(" TA TEKNIK ELEKTRO ");
delay_ms(300);
goto_LCD(0x40);
slowprint("MONITOR PERUMAHAN");
clear_LCD();
goto_LCD(0x00);
print_LCD("  DIBUAT OLEH:    ");
goto_LCD(0x40);
slowprint("------INDRA------");
delay_ms(2000);
goto_LCD(0x00);
print_LCD("-----READY-------");
goto_LCD(0x40);
slowprint("---Monitor Siap--");
delay_ms(2000);
clear_LCD();

        while(1)
        {
            cek_rumah1:
            clear_LCD();
            goto_LCD(0x00);
            print_LCD("-monitor rumah1-");
            goto_LCD(0x40);
            slowprint("---rumah aman---");

            while(terima1==0){rumah10++;delay_us(1);}
            while(terima1==1){rumah11++;delay_us(1);}
            while(terima1==0){rumah10++;delay_us(1);}

                if(rumah11==500)
                  {
                    goto_LCD(0x01);
                    print_LCD("PINTU DPN TRBUKA");
                    delay_ms(1000);
                  }
                if(rumah11==250)
                  {
                    goto_LCD(0x01);
                    print_LCD("JNDLA KNN TRBUKA");
                    delay_ms(1000);
                  }
                 if(rumah11==165)
                  {
                    goto_LCD(0x01);
                    print_LCD("JNDLA KRI TRBUKA");
                    delay_ms(1000);
                  }
                   if(rumah11==125)
                  {
                    goto_LCD(0x01);
                    print_LCD("PINTU BLK TRBUKA");
                    delay_ms(1000);
                  }
```

```
cek_rumah2:
clear_LCD();
goto_LCD(0x00);
print_LCD("-monitor rumah2-");
goto_LCD(0x40);
slowprint("---rumah aman---");

while(terima2==0){rumah20++;delay_us(1);}
while(terima2==1){rumah21++;delay_us(1);}
 while(terima2==0){rumah20++;delay_us(1);}
     if(rumah21==500)
        {
          goto_LCD(0x01);
          print_LCD("PINTU DPN TRBUKA");
          delay_ms(1000);
        }
     if(rumah21==250)
        {
          goto_LCD(0x01);
          print_LCD("JNDLA KNN TRBUKA");
          delay_ms(1000);
        }
       if(rumah21==165)
        {
          goto_LCD(0x01);
          print_LCD("JNDLA KRI TRBUKA");
          delay_ms(1000);
        }
         if(rumah21==125)
        {
          goto_LCD(0x01);
          print_LCD("PINTU BLK TRBUKA");
          delay_ms(1000);
        }
goto cek_rumah1;
}
```