

**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1  
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA**



**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT KENDALI  
JARAK JAUH POSISI BUKA-TUTUP PINTU AIR PADA  
BENDUNGAN DENGAN MEDIA RADIO PAKET**

**SKRIPSI** ✓

**Disusun oleh :  
Zainal Abidin  
NIM 02 17 021**

**MARET 2007**

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS TEKNIK ELEKTRO  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
KEMENTERIAN TEKNIK ELEKTRO

PERANCANGAN DAN PEMERIKSAAN ALAT KENDALI  
JARINGAN LISTRIK BERBASIS MIKROKONTROLER  
BERBASIS SISTEM BILANGAN KOMPLEKS

SKRIPSI

Disusun oleh:  
Nama: Rizki Nur Hafidza  
NIM: 5011010000000000

TOPIK PENELITIAN

# LEMBAR PERSETUJUAN

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT KENDALI JARAK-JAUH  
POSISI BUKA-TUTUP PINTU AIR DI BENDUNGAN DENGAN MEDIA  
RADIO PAKET

## SKRIPSI

*Disusun Dan Diajukan Untuk Melengkapi Dan Memenuhi Syarat  
Guna Mencapai Gelar Sarjana Teknik*

Disusun Oleh :

ZAINAL ABIDIN

NIM. 02 17 021

Diperiksa dan Disetujui



Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknik Elektro

(Ir. Yudi Limpraptono, MT.)

NIP.Y. 103 950 0274

Dosen Pembimbing

(Ir. Sidik Noertjahjono, MT)

NIP . 102 870 0167

KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

---

---

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama Mahasiswa : Zainal Abidin  
NIM : 02 17 021  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Teknik Elektronika  
Judul Skripsi : Perancangan dan Pembuatan Alat Kendali Jarak Jauh  
Buka-Tutup Pintu Air Bendungan dengan Media  
Radio Paket.

Dipertahankan dihadapan team penguji Skripsi jenjang Sarjana (S-1) pada :

Hari : S a b t u  
Tanggal : 17 Maret 2007  
Dengan Nilai : A (90,65) *Fy*

**PANITIA UJIAN SKRIPSI**



Ketua

Ir. Mochtar Asroni, MSME  
NIP. X. 1018100036

Sekretaris

Ir. F.Yudi Limpraptono, MT.  
NIP. Y. 1039500274

**ANGGOTA PENGUJI**

Penguji I

DR. Cahyo Chrysdian, Msc.  
NIP. 103 040 0412

Penguji II

I Komang Somawirata, ST, MT  
NIP. Y. 103 010 0361

## **ABSTRAKSI**

# **PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT KENDALI JARAK JAUH POSISI BUKA-TUTUP PINTU AIR DI BENDUNGAN DENGAN MEDIA RADIO PAKET**

(Zainal Abidin, 02 17 021, Teknik Elektro / Elektronika S-1)

(Dosen Pembimbing : Ir. H. Sidik Noertjahjono, MT)

**Kata Kunci** : Modem FSK, kendali posisi, bendungan.

Alat yang dirancang merupakan alat kendali jarak jauh terhadap posisi buka-tutup pintu air pada bendungan, yaitu mengendalikan proses membuka atau menutup pintu air di bendungan melalui *workstation* tanpa melalui media kabel (Wireless), melainkan dengan media radio paket.

Radio paket adalah media yang digunakan dalam proses tranmisi data melalui media radio dengan frekwensi tertentu, jenis modem yang digunakan adalah modem FSK dengan data yang digital yang ditransmisikan berupa data serial, data serial yang ditransmisikan berupa data digital (0 dan 1) akan dikenali dengan frekwensi yang berbeda yaitu 1200 Hz untuk logika high dan 2200 Hz untuk logika low, perintah membuka atau menutup berupa data akan dikirimkan oleh PC pada Workstation ke CPU pada RTU.

Pada pengujian sistem secara keseluruhan, untuk proses memberikan perintah kepada RTU (proses membuka dan menutup) terjadi error 2 %, yaitu dari 50 kali pemberian perintah (pengiriman data), hanya satu kali perintah tersebut tidak direspon oleh RTU.

## **KATA PENGANTAR**

Atas Berkat Rahmat Allah Yang Maha Kuasa, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Skripsi dengan judul :

### **PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT KENDALI JARAK JAUH POSISI BUA-TUTUP PINTU AIR BENDUNGAN DENGAN MEDIA RADIO PAKET**

Pembuatan Skripsi ini disusun guna memenuhi syarat akhir kelulusan pendidikan jenjang Strata-1 di Institut Teknologi Nasional Malang. Laporan Skripsi ini merupakan tanggung jawab tertulis atas ilmu pengetahuan yang didapat selama penyusun mengikuti kuliah.

Atas terselesaikannya Skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

- Bapak Prof.Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
- Bapak Ir. Mochtar Asroni, MSME selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang
- Bapak Ir.F.Yudi Limpraptono, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S1.
- Bapak Ir. Sidik Noertjahjono, MT selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, serta ilmu-ilmu yang sangat berharga sehingga Skripsi ini dapat terselesaikan.

- Bapak Ir. Yusuf Ismail Nahkoda, MT. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro S1.

Penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk kesempurnaan skripsi ini.

Akhir kata, penulis mohon maaf kepada semua pihak bilamana selama penyusunan Skripsi ini penyusun membuat kesalahan secara tidak sengaja dan semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Malang,     Maret 2007

Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	ii
<b>ABSTRAKSI</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR GRAFIK</b> .....	xiii
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Metodologi.....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Modulasi FSK .....	5
2.2. Transmisi Wireless .....	8
2.3. Protokol .....	9



2.4. Transmisi Asynchronous .....	11
2.5. Interface EIA-232 .....	13
2.6. FSK Modulator XR-2206.....	15
2.7. Demodulator FSK XR-2211 .....	17
2.8. Transmisi Data Digital .....	20
2.9. Modulator dan Demodulator .....	20
2.10. Bandwidth .....	22
2.11. Mikrokontroler AT89C51 .....	23
2.11.1. Struktur Memori AT89C51 .....	27
2.11.1.1. RAM Internal .....	28
2.11.2. Register Fungsi Khusus .....	29
2.11.3. Timer dan Counter .....	32
2.11.4. Komunikasi Data Serial .....	34
2.12. <i>Analog to Digital Converter</i> .....	35
2.13. Transistor .....	36
2.13.1. Daerah Kerja Transistor .....	37
2.14. Relay .....	40
2.15. Motor Universal .....	42
2.15.1. Prinsip Kerja .....	42
2.15.2. Unjuk Kerja Motor Transistor .....	43
2.16. Sensor .....	44
2.16.1. Potensiometer .....	44
2.16.2. Reedswitch .....	45
2.16.3. Limit Switch .....	46

### **BAB III. PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT**

3.1. Perencanaan Perangkat Keras.....	48
3.1.1. Perancangan Modulator FSK .....	48
3.1.2. Perancangan Demodulator FSK .....	52
3.1.3. Perancangan Level Converter .....	54
3.1.4. Mikrokontroler (CPU) .....	56
3.1.5. <i>Analog to Digital Converter</i> .....	57
3.1.6. Driver Motor AC .....	59
3.1.6.1. On / Off Motor AC .....	59
3.1.6.2. Arah Putaran Motor AC .....	61
3.1.7. Sensor .....	62
3.1.7.1. Sensor Batas .....	62
3.1.7.2. Detektor Arus .....	64
3.1.7.3. Sensor Level Posisi Pintu .....	65
3.1.8. Perancangan Mekanik .....	66
3.2. Perancangan Perangkat Lunak.....	68
3.2.1. Alur Program pada Workstaion.....	68
3.2.2. Alur Program Pada RTU .....	70

### **BAB IV. PENGUJIAN ALAT**

4.1. Pendahuluan .....	72
4.2. Peralatan .....	72
4.3. Pengujian dan Pengukuran .....	73
4.3.1. Pengujian Perangkat Keras .....	73
4.3.1.1. Level Converter .....	73

4.3.1.2. Modulasi FSK .....	76
4.3.1.3. Demodulasi FSK .....	80
4.3.1.4. Signal to Noise Ratio .....	85
4.3.1.5. Rangkaian Driver Motor .....	88
4.3.1.6. Detektor Arus .....	90
4.3.2. Pengujian Sistem Keseluruhan .....	91

## **BAB V. PENUTUP**

5.1. Kesimpulan.....	96
5.2. Saran.....	97

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1	Modulasi FSK .....	6
Gambar 2-2	Komponen Modulasi FSK.....	7
Gambar 2-3	Transmisi Serial Asynchron .....	11
Gambar 2-4	Karakteristik Elektris RS-232 .....	13
Gambar 2-5	Port RS-232 Dengan DB-9 Connector .....	14
Gambar 2-6	Konfigurasi Pin XR 2206.....	15
Gambar 2-7	Rangkaian Dasar FSK Generator dengan XR 2206 .....	16
Gambar 2-8	Konfigurasi Pin XR 2211 .....	17
Gambar 2-9	Rangkaian Dasar FSK Modulator dengan XR 2211 .....	19
Gambar 2-10	Spectrum Frekuensi Percakapan dan Musik.....	21
Gambar 2-11	Efek Bandwidth dalam Sinyal Digital.....	22
Gambar 2-12	Susunan Pin AT89C51 .....	24
Gambar 2-13	Alamat RAM Internal dan Flash PEROM.....	27
Gambar 2-14	Peta Memori dan <i>Special Function Register (SFR)</i> .....	29
Gambar 2-15	Konsep Dasar Timer/Counter sebagai Input .....	33
Gambar 2-16	Analog to Digital Converter 0804 .....	36
Gambar 2-17	Simbol Transistor NPN dan PNP.....	37
Gambar 2-18	Rangkaian Bias Basis .....	38
Gambar 2-19	Karakteristik Transistor.....	39
Gambar 2-20	Cara Kerja Relay .....	40
Gambar 2-21	Relay SPST.....	41
Gambar 2-22	Relay SPDT .....	41

Gambar 2-23	Relay DPST .....	41
Gambar 2-24	Relay DPDT .....	42
Gambar 2-25	Konstruksi Motor Universal.....	43
Gambar 2-26	Kurva Unjuk Kerja Motor Universal.....	44
Gambar 2-29	Reed Switch.....	46
Gambar 2-30	Simbol Limit Switch .....	46
Gambar 3-1	Blok Diagram Sistem .....	47
Gambar 3-2	FSK Generator dengan IC XR2206.....	49
Gambar 3-3	Nilai R yang Disarankan untuk Berbagai Frakuensi .....	50
Gambar 3-4	Rangkaian Demodulator FSK XR2211 .....	52
Gambar 3-5	Rangkaian Level Converter .....	55
Gambar 3-6	Rangkaian Mikrokontroller (CPU).....	56
Gambar 3-7	Rangkaian Reset.....	57
Gambar 3-8	Rangkaiann ADC 0804 .....	59
Gambar 3-9	Rangkaian Driver Motor .....	61
Gambar 3-10	Rangkaian Driver Motor .....	62
Gambar 3-11	Rangkaian Sensor Batas Atas.....	63
Gambar 3-12	Rangkaian Sensor Batas Bawah.....	63
Gambar 3-13	Rangkaian Detektor Arus .....	64
Gambar 3-14	Rangkaian Sensor Level Pintu.....	65
Gambar 4-1	Metode Pengujian MAX-232 .....	73
Gambar 4-2	Rangkaian Pengujian Level Converter.....	74
Gambar 4-3	Metode Pengujian Modulator FSK.....	76
Gambar 4-4	Rangkaian Pengujian Modulator FSK.....	77

Gambar 4-5	Pengujian Frekuensi Mark F1 IC-XR2206.....	78
Gambar 4-6	Pengujian Gelombang Frekuensi Mark F1 IC-XR2206 .....	78
Gambar 4-7	Pengujian Frekuensi Space IC-XR2206.....	79
Gambar 4-8	Pengujian Gelombang Frekuensi Mark F1 IC-XR2211 .....	79
Gambar 4-9	Pengujian Gelombang Mark-Space IC-XR2206.....	80
Gambar4-10	Metode Pengujian Demodulator.....	80
Gambar 4-11	Rangkaian Pengujian Demodulator FSK.....	81
Gambar 4-12	XR-2211 Awal Memasuki Daerah Penguncian .....	82
Gambar 4-13	Hasil Peneraan IC XR-2211 .....	82
Gambar 4-14	Sinyal Pada Pengiriman Data Berlogika 1 .....	86
Gambar 4-15	Sinyal Pada Pengiriman Data Berlogika 0 .....	87
Gambar 4-16	Pengujian Rangkaian Driver Motor.....	88
Gambar 4-17	Pengujian Detektor Arus .....	90
Gambar 4-18	Program Aplikasi pada PC .....	91

## DAFTAR TABEL

Tabel 2-1	Karakteristik-karakteristik Band Komunikasi Unguided .....	12
Tabel 2-2	Konvigurasi Pin dan Fungsi Pin RS-232 dengan DB-9 Connector .....	14
Tabel 2-3	Tabel Keluarga MCS-51 .....	24
Tabel 2-4	Fungsi-fungsi Khusus Port 3 .....	25
Tabel 3-1	Hasil Simulasi Perhitungan Nilai Komponen External XR-2206 untuk $F1= 1200\text{Hz}$ dan $F2= 2200\text{Hz}$ .....	51
Tabel 4-1	Hasil Pengujian Rangkaian Level Converter.....	76
Tabel 4-2	Nilai R1 dan R2 pada Modulator .....	83
Tabel 4-3	Hasil Pengujian Bit Error dan Waktu Pengiriman Data Modulator Demodulator FSK dengan Baudrate 1200 bps, databit 8, stopbit1 .....	84
Tabel 4-4	Tabel Perhitungan NSR.....	88
Tabel 4-5	Perbandingan Pengukuran dan Perhitungan Arus Transistor Driver.....	90
Tabel 4-6	Hasil Pengujian Detektor Arus.....	91
Tabel 4-7	Hasil Pengujian Sistem Keseluruhan .....	92
Tabel 4-8	Pemantau Posisi Pintu dari PC .....	94

## DAFTAR GRAFIK

Grafik 3-1 $h_{FE}$ terhadap $I_c$ pada 9013 .....	60
--	----



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang.**

Bendungan adalah salah satu infrastruktur yang banyak kegunaannya, diantaranya adalah kita dapat meminimalisir kemungkinan terjadinya bencana banjir, dengan adanya bendungan juga kita dapat memanfaatkannya sebagai media untuk menampung air untuk keperluan irigasi persawahan, hal ini dapat terwujud tentunya dengan mengatur posisi buka-tutup pintu air yang disesuaikan dengan tinggi rendahnya posisi level air pada bendungan tersebut.

Selama ini metode yang dilakukan dalam proses pengaturan posisi pintu air adalah metode yang konvensional, yaitu dengan cara menugaskan operator untuk turun langsung ke lapangan (bendungan) untuk membuka ataupun menutup pintu air, hal ini tentunya adalah cara yang kurang efektif mengingat si operator tidak secara terus menerus dapat melakukan hal tersebut (memantau klapangan) secara terus – menerus.

Berdasar pada hal di atas, diperlukan satu metode yang dapat mempermudah kerja dari si operator, salah satu cara mewujudkannya adalah dengan menerapkan ilmu elektronika khususnya ilmu elektronika komunikasi pada proses kendali posisi buka tutup pintu air di bendungan, yaitu dengan cara melakukan kendali jarak jauh dalam proses membuka atau menutup pintu air tersebut. Dengan ini diharapkan dapat mempermudah kinerja di operator di lapangan, dan proses kendali posisi buka-tutup pintu air dapat berlangsung dengan cepat dan berkelanjutan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dari penjelesan di atas, penulis dapat merumuskan masalah-masalah yang di angkat dalam penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut :

- a. Melakukan proses kendali terhadap posisi buka tutup pintu air di bendungan melalui workstation.
- b. Membangun komunikasi serial antara Personal Computer (PC) sebagai Workstation dengan Mikrokontroller sebagai client secara wireless.
- c. Merancang dan membuat hardware dan software yang dibutuhkan dalam proses kendali posisi pintu air tersebut.

## **1.3 Tujuan**

Tujuan penulis memilih judul ini adalah menarapkan teknologi mikrokontroler dalam proses kendali jarak jauh posisi buka-tutup pintu air pada bendungan, yaitu dengan melakukan kendali buka-tutup pintu air pada bendungan melalui workstation, tanpa harus langsung ke lapangan (bendungan). Hal ini dimaksudkan agar proses kendali posisi pintu air dapat berlangsung secara berkelanjutan dan berkesinambungan yang tentunya akan mempermudah kerja dari operator.

## **1.4 Batasan Masalah**

Batasan masalah yang ditetapkan dalam penyelesaian penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut :

- a. Bahasan masalah hanya terbatas pada proses kendali jarak jauh terhadap proses membuka atau menutup pintu air di bendungan melalui radio paket.

- b. Mikrokontrol (CPU) yang digunakan di lapangan (sisi penerima) adalah Mikrokontrol AT89C51.
- c. Pintu bendungan yang digunakan hanya berupa model (miniatur) dari pintu bendungan.
- d. Dalam berkomunikasi digunakan IC Xr2206 dan Xr2211
- e. Perangkat lunak yang digunakan adalah Borland Delphi 7 dengan Microsoft Windows XP sebagai sistem operasinya.
- f. Rangkaian Power Supply, pemancar dan penerima FM menggunakan rangkaian yang umum tersedia dipasaran, sehingga tidak akan dibahas dalam penelitian ini.

## **1.5 Metodologi**

Metode yang digunakan dalam perencanaan dan pembuatan laporan tugas akhir ini adalah :

### *1. Study Literature*

Dengan mempelajari teori dasar serta aplikasi yang mempunyai hubungan dengan alat yang dibuat.

### **2. Percobaan Laboratorium**

Melakukan percobaan dan membandingkan data hasil percobaan dengan kondisi sebenarnya di lapangan yang merupakan data primer sebagai pembuktian kebenaran dari data sekunder hasil studi *literature*.

### **3. Merancang dan membuat perangkat keras dan perangkat lunaknya**

#### **1) Membuat Gambaran Umum**

- 2) Analisa Kebutuhan, baik kebutuhan perangkat keras maupun perangkat lunak
- 3) Perancangan alat :
  - i. Pembuatan diagram
  - ii. Penentuan data *flow* diagram
  - iii. Membuat blok diagram
  - iv. Membuat rancangan fisik alat yang dibuat
  - v. Membuat rancangan *software*
- 4) Membuat alat sesuai rancangan yang dibuat
4. Ujicoba terhadap alat yang telah dibuat
5. Menyusun laporan skripsi

## 1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika dari penyusunan laporan skripsi ini adalah :

### **BAB I PENDAHULUAN**

Berisi latar belakang belakang, rumusan masalah, tujuan, pembatasan masalah, metodologi penulisan, serta sistematika penyusunan dan pembuatan alat.

### **BAB II TEORI PENUNJANG**

Berisi tentang teori – teori dasar yang memiliki relevansi sebagai dasar perencanaan dan pembuatan.

### **BAB III PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT**

Berisi tentang perencanaan *hardware* dan *software*.

### **BAB IV PENGUJIAN ALAT**

Berisi tentang data hasil pengujian peralatan yang telah dibuat secara keseluruhan.

## **BAB V    PENUTUP**

Berisi kesimpulan dan saran dari tugas akhir ini.

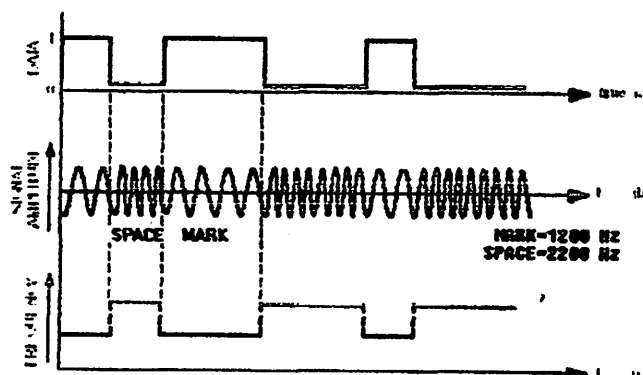
## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Modulasi FSK

Modulasi merupakan proses pengkombinasian sinyal informasi dengan sinyal (getaran) pembawa sehingga didapat sinyal baru yang dalam bentuk yang sesuai dengan media transmisi dan kanal yang digunakan pada saat itu. Modulasi FSK (*Frequency Shift Keying*) merupakan teknik modulasi yang biasa digunakan dalam mengirim informasi digital melalui jalur sinyal pembawa (*carrier*) analog dalam bentuk frekuensi radio, dalam hal ini yang bekerja pada daerah frekuensi VHF (*Very High Frequency*).

Modulasi FSK menyatakan sinyal digital berlogika '1' sebagai nilai tegangan analog dengan frekuensi yang telah ditentukan (misalnya 1200 Hz) sementara sinyal digital berlogika '0' dinyatakan sebagai suatu nilai tegangan dengan frekuensi tertentu yang berbeda misalnya (2200 Hz).

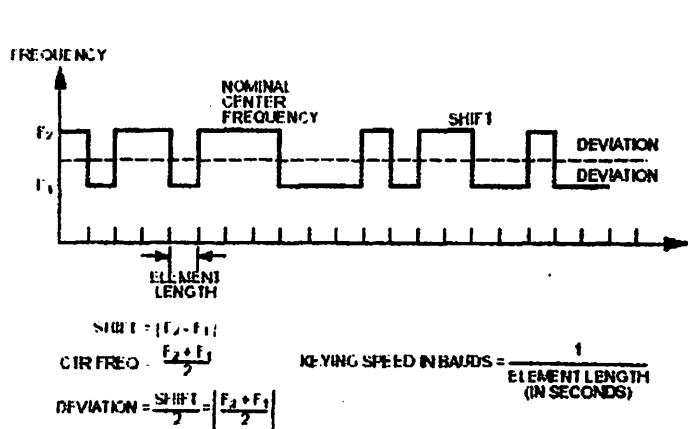


**Gambar2-1. Modulasi FSK.**

(Sumber : FSK Signal and Demodulation, WJ Communication Inc)

Frekuensi untuk *Mark* dan Frekuensi untuk *Space* mengacu pada nilai logika biner '1' dan logika '0'. Gambar 1 menunjukkan hubungan antara data dan sinyal yang dikirimkan.

Sejumlah istilah yang sering digunakan dalam mendeskripsikan sinyal FSK, dilihatkan dalam gambar berikut:



### Gambar 2-2. Komponen Modulasi FSK.

(Sumber : FSK Signal and Demodulation, WJ Communication Inc)

Durasi terkecil dari *Mark* atau *Space* disebut sebagai *element length*. Frekuensi yang diukur dari sebuah sinyal FSK adalah “*shift*” dan “*center frequency*”. Shift adalah perbedaan frekuensi antara frekuensi *mark* dan frekuensi *space*, shift atau pergeseran biasanya berada pada jangkauan 50Hz sampai 1000 Hz. Sedangkan nilai nominal dari “*center frequency*” adalah setengah dari frekuensi mark dan frekuensi space.

## 2.2 Transmisi Wireless

Pada dasarnya terdapat dua jenis konfigurasi untuk transmisi wireless, yaitu searah dan segala arah (broadcast) . Untuk konfigurasi searah, antena pemancar mengeluarkan sinyal elektromagnetik yang terpusat; antena penerima dan antena penerima harus disejajarkan dengan hati-hati. Umumnya, semakin tinggi frekuensi sinyal, semakin mungkin memfokuskannya ke dalam sinar searah. Untuk konfigurasi segala arah, sinyal yang ditransmisikan menyebar luas ke segala penjuru dan diterima oleh banyak antena.

Dalam pembahasan mengenai transmisi wireless. Frekuensi dengan jangkauan sebesar 2 GHz (gigahertz = 10<sup>9</sup> hertz) sampai 40 GHz ditunjukkan sebagai frekuensi gelombang mikro. Pada frekuensi ini, memungkinkan dihasilkan sinar searah yang sangat tinggi, serta gelombang mikro benar-benar sesuai untuk transmisi titik ke titik. Gelombang mikro juga dipergunakan untuk komunikasi satelit. Frekuensi dengan jangkauan sebesar 30 MHz sampai 1 GHz sesuai untuk alokasi segala arah, Kita akan menyebutnya jangkauan ml sebagai jangkauan siaran radio.

Perbedaan-perbedaan utama di antara siaran radio dan gelombang mikro yaitu, di mana siaran radio bersifat segala arah sedangkan gelombang mikro searah. Karena itu, siaran radio tidak memerlukan antena parabola, dan antena tidak perlu mengarah ke arah persis sumber siaran.

Tabel 2.1 menampilkan ringkasan karakteristik-karakteristik transmisi *unguided* pada berbagai band frekuensi. Gelombang mikro mencakup sebagian



band UHF dan semua band SHF, sedangkan siaran radio mencakup band VHF dan sebagian band UHF.

### 2.3 Protokol

Protokol merupakan sekumpulan aturan yang mendefinisikan beberapa fungsi seperti pembuatan hubungan, mengirim pesan atau file, serta memecahkan berbagai masalah khusus yang berhubungan dengan komunikasi data antara alat-alat komunikasi tersebut supaya komunikasi dapat berjalan dan dilakukan dengan benar.

Konsep dasar protokol adalah *handshaking*, yaitu proses pengenalan antara komputer satu dengan komputer lainnya, atau dapat juga antara komputer *server* dengan komputer klien. Dengan adanya *handshaking*, maka masing-masing ujung pada jalur komunikasi akan terlihat oleh ujung yang lain. Ujung pemberi informasi akan terlihat oleh ujung yang akan mengirimkan informasi. Hal itu berarti bahwa data akan dikirim ketika penerima siap untuk menerima informasi sehingga pada saat pengiriman komunikasi akan terjadi dengan sukses.

Elemen kunci untuk sebuah protokol adalah sebagai berikut:

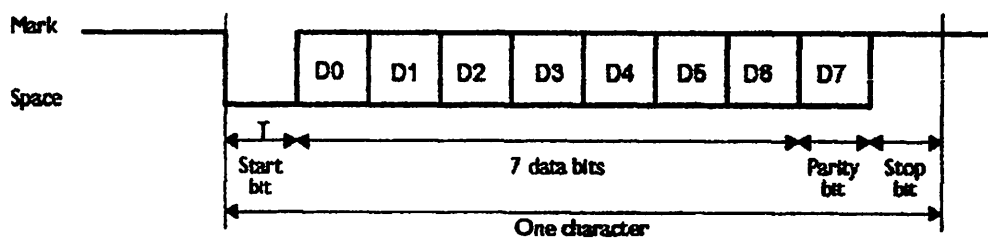
- a. **Syntax** : Meliputi segala sesuatu yang berkaitan dengan format data dan level-level sinyal.
- b. **Semantics**: Meliputi informasi kontrol untuk koordinasi dan pengendalian kesalahan.
- c. **Timing**: Meliputi kesesuaian urutan dan kecepatan.

Kita dapat mengelompokkan fungsi protokol dalam kategori sebagai berikut:

- a. **Message Formatting**, berkaitan dengan kesepakatan dua pihak saat data dipindahkan atau ditransmisikan, seperti kode biner (binary code) atau karakter.
- b. **Addressing**, Saat sebuah fasilitas transmisi dibagi oleh lebih dari dua alat, sistem sumber harus mampu menunjukkan identitas tujuan yang dimaksud. Sistem transmisi juga harus memastikan bahwa sistem tujuan mampu menerima data, karena memang hanya sistem inilah satu-satunya yang boleh menerima data.
- c. **Error detection and correction** diperlukan agar kesalahan-kesalahan tersebut dapat diatasi. Hal ini biasanya terjadi pada sistem data processing. Sebagai contoh, saat mentransfer suatu file dari satu komputer ke komputer lain, ternyata saat diterima isi data tersebut secara tidak sengaja mengalami perubahan.
- d. **Flow control** diperlukan untuk memastikan bahwa sumber tidak akan membanjiri tujuan dengan kiriman data lebih cepat dari yang dapat diproses dan diserap.
- e. **Recovery**, diperlukan bila pada saat proses pertukaran informasi terjadi kegagalan di dalam sistem. Jadi, recovery tidak hanya dimaksudkan untuk melanjutkan kegiatan pada saat proses terhenti akibat gangguan namun juga memperbaiki atau memulihkan kondisi sistem kembali ke keadaan semula seperti pada awal proses pertukaran informasi.

## 2.4 Transmisi Asyichronous

Ada dua pendekatan yang paling umum untuk mencapai sinkronisasi yang diharapkan. Pertama disebut transmisi asynchronous. Strategi dalam skema ini adalah menghindari problem yang berkaitan dengan waktu dengan cara tidak mengirimkan deretan bit yang panjang dan tidak putus-putus. Jadi, data ditransmisikan satu karakter sekaligus, dimana setiap karakter panjangnya lima sampai delapan bit Waktu atau sinkronisasi harus dipertahankan hanya didalam setiap karakter; receiver memiliki peluang melakukan sinkronisasi pada permulaan setiap karakter baru.



**Gambar 2-3. Transmisi Serial Asynchrone.**

(Sumber : Asynchronous Serial Transmission, [Http://www.howstuffworks.com](http://www.howstuffworks.com))

Gambar 2.3 diatas menunjukkan bentuk dan komposisi sinyal digital sebuah karakter data yang terdiri dari 7 bit. Dalam transmisi serial asinkron, *clock* dari transmitter dan receiver yang bertanggung jawab untuk membagi aliran data kedalam bit yang tidak disinkronkan. Bila output dari transmitter dalam keadaan *mark* yang berlogika "1" berarti data tidak dikirimkan atau pengirim dalam keadaan idle.

**Tabel 2.1 Karakteristik-karakteristik Band Komunikasi Unguided.**  
 (sumber: Komunikasi Data d Komputer, William Stallings)

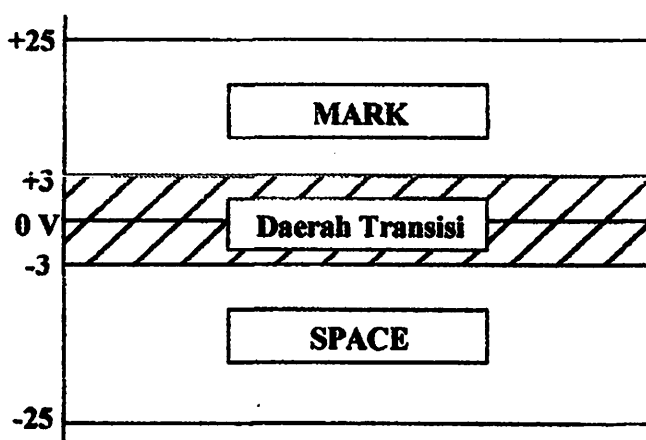
Band Frekuensi	Nama	Data Analog		Data Digital		Aplikasi-aplikasi Utama
		Modulasi	Bandwidth	Modulasi	Rate Data	
30-300 kHz	LF (low frequency)	Biasanya tidak dipraktikkan		ASK, FSK, MSK	0.1 to 100 bps	Navigasi
300-3000 kHz	MF (medium frequency)	AM	to 4 kHz	ASK, FSK, MSK	10 to 1000 bps	Radio AM komersil
3-30 MHz	HF (high frequency)	AM, SSB	to 4 kHz	ASK, FSK, MSK	10 to 3000 bps	Radio gelombang pendek
30-300 MHz	VHF (very high frequency)	AM, SSB; FM	5 kHz to 5 MHz	FSK, PSK	to 100 kbps	Televisi VHF, radio FM
300-3000 MHz	UHF (ultra high frequency)	FM, SSB	to 20 MHz	PSK	to 10 Mbps	Televisi UHF, gelombang mikro terrestrial
3-30 GHz	SHF (super high frequency)	FM	to 500 MHz	PSK	to 100 Mbps	Gelombang mikro terrestrial, gelombang mikro satelit
30-300 GHz	EHF (extremely high frequency)	FM	to 1 GHz	PSK	to 750 Mbps	Percobaan jangkauan pendek titik ke titik

Ketika perangkat transmitter akan mengirim sebuah karakter (tanda baca), sinyal pada jalur transmisi berubah menjadi logika “0” (*space*) selama satu periode bit yang disebut sebagai *start-bit*, ketika receiver menerima startbit, maka receiver menganggap sejumlah bit selanjutnya sebagai bit data.

Setelah jumlah bit data terpenuhi, selanjutnya diikuti dengan bit parity. Apabila receiver menemukan bahwa parity bit tidak sesuai dengan perhitungan ganjil atau genapnya sejumlah bit data sesuai dengan standard, karakter tersebut akan ditolak. Parity bit tersebut digunakan sebagai error protection, sehingga tidak harus dikirimkan.

## 2.5 Interface EIA-232

Interface EIA-232, atau yang juga dikenal sebagai RS-232. Merupakan suatu interface yang menghubungkan antara terminal data dan suatu peralatan dan peralatan komunikasi data yang menjalankan suatu pertukaran data biner secara serial.



**Gambar 2-4. Karakteristik Elektrik RS-232.**

(Sumber : Prinsip Dasar Teknologi Komunikasi Data, Teguh Wahyono)

Karakteristik elektris yang dimiliki EIA-232 menspesifikasikan tegangan positif antara +3 V sampai +25 V. Pada tegangan ini isyarat dikenal sebagai biner 0 atau Space. Sedangkan tegangan -3 sampai -25 V menyatakan biner 1 dan keadaan OFF atau Mark. Sedangkan tegangan antara -3 Volt sampai dengan +3 Volt disebut sebagai daerah transisi yang merupakan besaran tegangan yang dianggap tidak berlaku atau invalid.

Berikut ini akan dibahas mengenai jenis sinyal dan konfigurasi pin RS-232. Spesifikasi Mekanik untuk EIA-232 diilustrasikan dalam Gambar 2.4 berikut.



**Gambar 2-5. Port RS-232 dengan DB-9 connector.**

(Sumber : Interfacing The Serial RS232 Port, <http://www.senet.com.au>)

Fungsi dan setiap pin pada gambar 2.4 diuraikan pada tabel 2.2 berikut ini:

**Tabel 2-2. Konfigurasi Pin dan Fungsi Pin RS232 Dengan DB-9 connector.**

Pin	Nama Pin	Arah Data	Fungsi Pin
Pin 1	CD Carrier Detect	I	Mendekati sinyal adanya pembawa MODEM
Pin 2	RD Receive Data	I	Input data Serial
Pin 3	TD, Transmisi Data	O	Output Data Serial
Pin 4	DTR, Data Terminal Ready	O	Memberitahu MODEM bahwa UART siap digunakan
Pin 5	SG, Signal Ground	-	Titik Netral
Pin 6	DSR, Data Set Ready	I	Membaca sinyal bahwa MODEM telah siap digunakan
Pin 7	RTS, Request To Send	O	Mengindikasikan

			bahwa UART akan mengirim data.
Pin 8	CTS, Clear To Send	I	Membaca indikasi bahwa MODEM telah siap menerima data
Pin 9	RI, Ring Indikator	I	Memberitahukan adanya sinyal dering pada MODEM.

Keterangan:

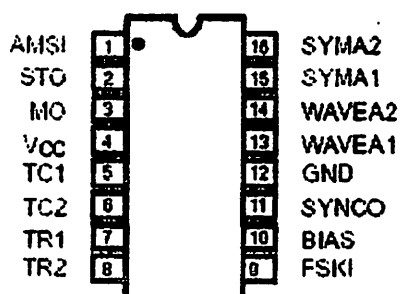
I = Input

O = Output

## 2.6 FSK modulator XR 2206

XR-2206 adalah suatu *function generator* berbentuk rangkaian Integrasi dengan fl dalam memproduksi gelombang sinus, square, triangle, ramp dengan stabilitas dan keakurasian yang cukup tinggi. Frekwensi operasi dapat dipilih secara eksternal dalam jangkauan 0.01Hz sampai lebih dari 1MHz.

Rangkaian ini dapat digunakan sebagai aplikasi komunikasi, instrumentasi yang membutuhkan gelombang sinusoida, AM,FM, atau generator FSK.



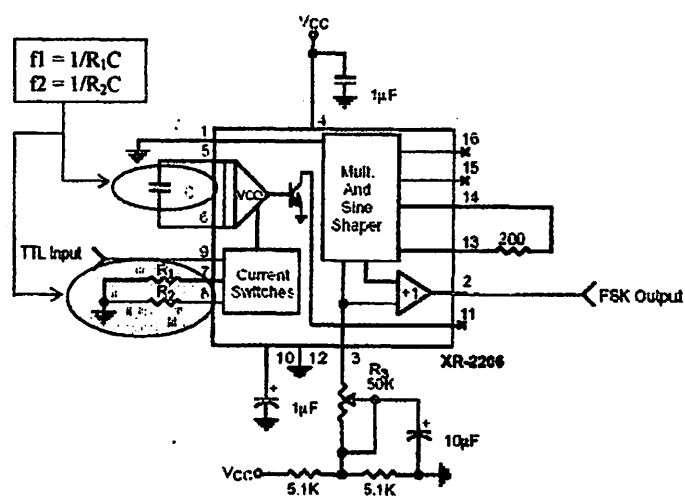
**Gambar 2-6. Konfigurasi Pin XR 2206.**

(Sumber : XR-2206 Datasheet, Exar Corp)

Dalam chip XR-2206 terdapat VCO (*Voltage Controlled Oscillator*) yang menghasilkan suatu frekuensi keluaran sebanding terhadap arus masukannya, yang dapat diatur oleh resistor (R) dari timing terminal ke ground. Dengan dua timing pin (TR1 dan TR2,) dua frekwensi keluaran yang berbeda dapat dihasilkan untuk aplikasi generator FSK.

Rangkaian dalam kemasan chip XR-2206 dapat dioperasikan dengan dua resistor pengatur waktu terpisah,  $R_1$  dan  $R_2$  yang terhubung dengan pin 7 (pin pewaktuan) dan pin 8 sebagai pasangan pengatur waktu pada chip XR-2206. Bergantung pada polaritas dari sinyal logika pada pin 9 (FSK input), hanya satu dari timing resistor yang diaktifkan. Jika pin 9 dalam keadaan tidak terhubung atau terhubung dengan tegangan  $\geq 2$  Volt, maka timing resistor  $R_1$  menjadi aktif. Begitu pula apabila pin 9 terhubung dengan tegangan  $\leq 1$  Volt, maka timing resistor  $R_2$  yang akan menjadi aktif. Output frequency dapat dirubah diantara dua tingkat frequency, yakni  $f_1$  dan  $f_2$  yang mengikuti fomula berikut

$$f_1 = 1/R_1.C \text{ dan } f_2 = 1/R_2.C$$



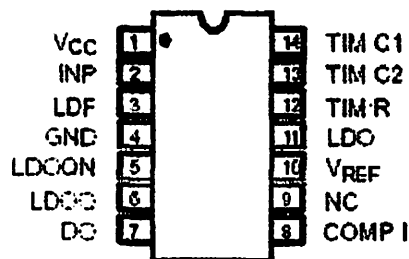
**Gambar 2-7. Rangkaian Dasar FSK Generator dengan XR 2206**  
(Sumber XR 2206 Datasheet, Fxat Corp)



Gambar 2.6 menunjukkan rangkaian pembangkit getaran dan fungsi FSK. Bentuk sinyal Mark dan Space dengan frekuensi yang dapat diatur secara terpisah dengan pemilihan nilai  $R_1$  dan  $R_2$  yang tepat. Output frekuensi bersifat phase continuous selama masa pergeseran dari keadaan mark ke keadaan space ataupun sebaliknya.

## 2.7 Demodulator FSK XR 2211

IC chip XR 2211 adalah monolithic phase-locked loop (PLL) yang dirancang untuk aplikasi komunikasi data digital, yang secara khusus sangat tepat digunakan pada aplikasi MODEM FSK.



**Gambar 2-8. Konfigurasi Pin XR 2211.**  
(Sumber XR 2211 Datasheet, Fxat Corp)

Perangkat demodulator menggunakan chip IC Demodulator FSK XR2211 yang dapat digunakan untuk beragam aplikasi decoding modulasi FSK, dengan menentukan nilai lima macam komponen eksternalnya, yaitu :  $R_0, R_1, C_0, C_1$ , dan  $C_F$ .

Komponen eksternal tersebut dapat dipergunakan secara terpisah untuk menentukan center frequency, bandwidth dan output delay.

Penentuan lima komponen eksternal :  $R_0, R_1, C_0, C_1$ , dan  $C_F$ . pada rangkaian demodulator FSK dapat diperhitungkan dengan mengacu pada desain instruksi perhitungan yang diberikan dari datasheet yang telah diterbitkan oleh pabrik pembuat IC tersebut. Adapun perhitungan untuk sistem demodulator yang akan dibuat dikemukakan dalam perhitungan berikut:

- a. Menentukan center frequency PLL,  $f_0$ :

$$f_0 = \sqrt{F_1 \cdot F_2}$$

- b. Menghitung Timing Resistor  $R_0$   $R_x$

$$R_0 = R_1 + \frac{R_x}{2}$$

- c. Menghitung nilai  $C$

$$C_0 = \frac{1}{C_1 \cdot R_1}$$

- d. Menghitung Nilai  $R_1$

$$R_1 = \frac{R_0 \cdot f_0}{(F_1 - F_2)} \cdot 2$$

- e. Menghitung Nilai  $C_1$

$$C_1 = \frac{1250 \cdot C_0}{R_1 \cdot \zeta^2}$$

- f. Menghitung nilai  $R_F$ , sedikitnya 5 (lima) kali dari nilai  $R_1$

- g. Menghitung nilai  $R_B$ , yang sedikitnya 5 (lima) kali dari nilai  $R_F$

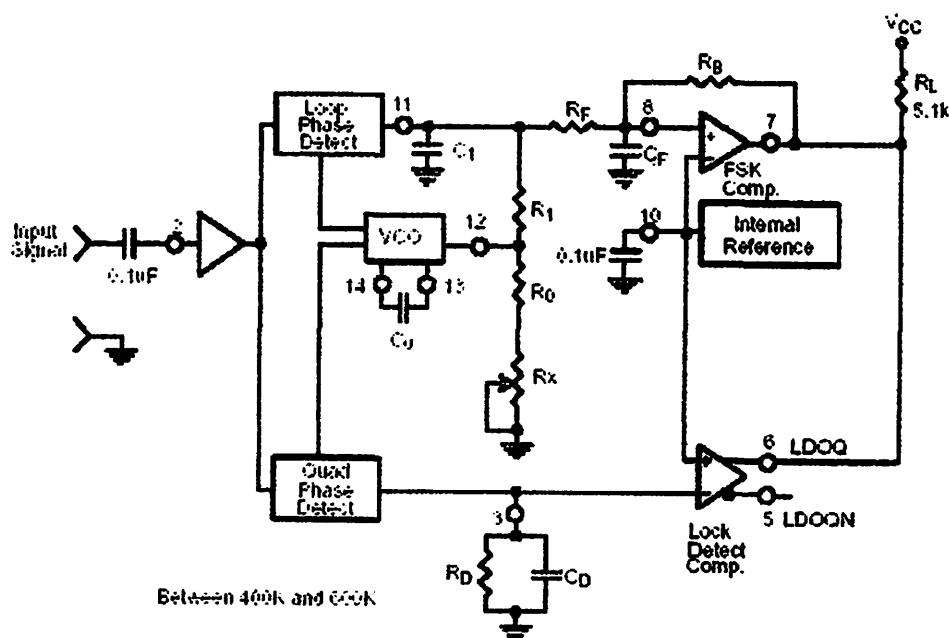
- h. Menghitung  $R_{SUM}$ :

$$R_{SUM} = \frac{(R_F + R_1) \cdot R_B}{(R_F + R_1 + R_B)}$$

i. Menghitung nilai  $C_F$

$$C_F = \frac{0,25}{(R_{star} \cdot BaudRate)}$$

Setelah melakukan penentuan nilai komponen eksternal, selanjutnya IC XR22 1 beserta komponen eksternalnya dapat dirangkai menjadi demodulator FSK mengacu pada gambar berikut,



**Gambar 2-9. Rangkaian Dasar FSK Modulator dengan XR 2211.**

( sumber: XR 2211 DataSheet, Exar Corp)

## 2.8 Transmisi Data Digital

Perancangan sebuah fasilitas komunikasi harus memenuhi empat faktor: bandwidth sinyal, rate data yang dipergunakan dalam informasi digital, jumlah noise dan gangguan yang lain, serta tingkat rate error yang dapat diterima.

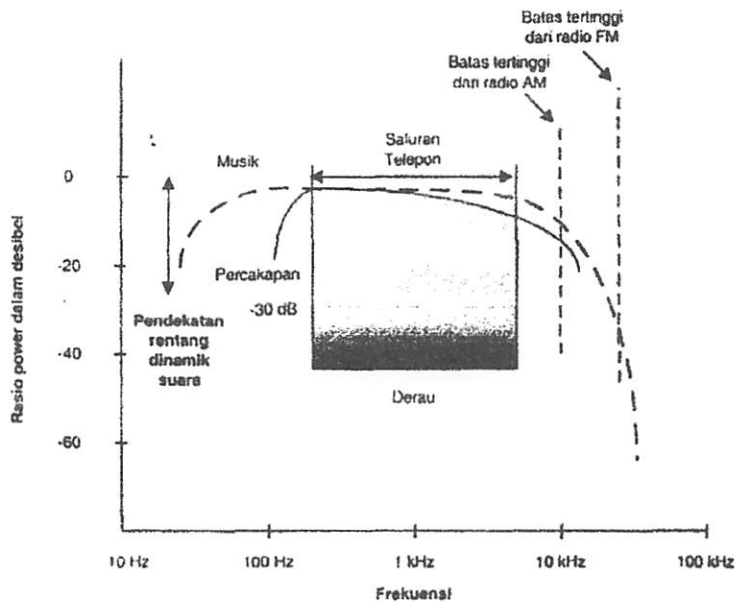
Di sini terdapat empat konsep di mana kita berusaha saling menghubungkannya satu sama lain:

1. **Data rate** Merupakan rate, dalam bit per detik (bps), pada data yang mana yang dapat dikomunikasikan
2. **Bandwidth** merupakan bandwidth dan sinyal yang ditransmisikan saat dipaksa melalui transmitter dan sifat media transmisi dinyatakan dalam siklus per detik, atau Hertz.
3. **Derau** Merupakan level rata-rata derau sepanjang jalur komunikasi.
4. **Error Rate** Merupakan rate di mana error terjadi, di mana suatu error diterima sebesar saat 0 ditransmisikan atau penerimaan sebesar 0 saat 1 ditransmisikan.

## 2.9 Modulator dan Demodulator

Data digital dibawa melalui sinyal analog dengan menggunakan sebuah modem (modulator! demodulator). Modem mengubah suatu deretan pulsa voltase biner (two-valued) menjadi suatu sinyal analog dengan cara menandai data digital diatas frekuensi pembawa (carrier frequency). Sinyal yang dihasilkan menempati spektrum frekuensi tertentu pada frekuensi pembawa, dan disebarkan sepanjang media yang sesuai dengan frekuensi pembawa tersebut. Modem yang paling umum menampilkan data digital dalam spektrum suara dan memungkinkan data

tersebut disebarkan melalui jalur telephone berderajat-suara biasa. Di ujung saluran yang lain, modem juga memodulasi sinyal untuk menghasilkan data yang asli.



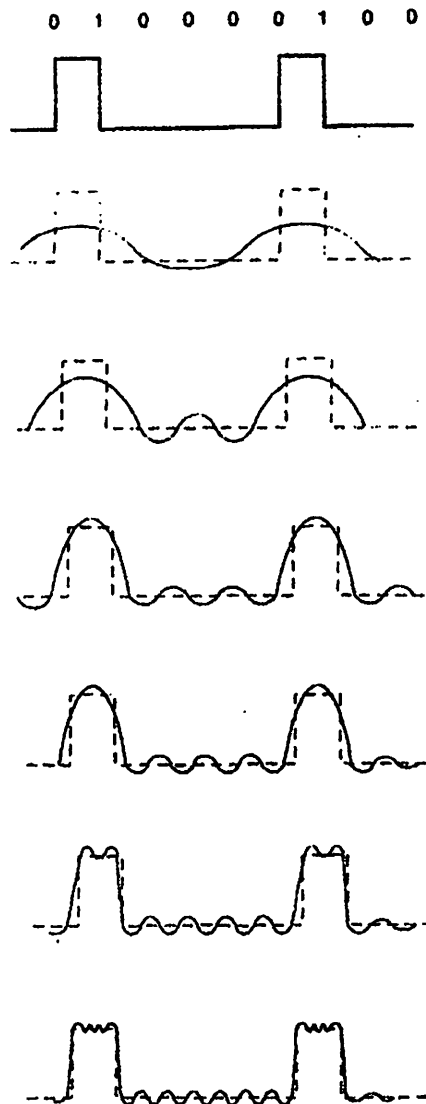
**Gambar 2-10. Spektrum Frekuensi Percakapan dan Musik.**

(Sumber : Prinsip Dasar Teknologi Komunikasi Data, Teguh Wahyono)

Sebuah transmisi dapat dilakukan dengan mode-mode *simplex*, *half duplex* atau *full-duplex*. Pada transmisi *simplex*, sinyal ditransmisikan hanya pada satu arah, satu station sebagai transmitter dan lainnya sebagai receiver pada saat yang bersamaan. Sedangkan operasi *Half duplex*, kedua station dapat saling mentransmisikan, namun hanya satu station sebagai pengirim dan satu stasiun sebagai penerima dalam waktu yang sama. Sedangkan Pada operasi *Full Duplex*, kedua station dapat mentransmisikan dan menerima dalam waktu yang bersamaan.

## 2.10 BandWidth

Bila kita mencoba mentransmisikan bentuk gelombang digital melewati media apapun, sistem transmisi akan membatasi bandwidth yang dapat ditransmisikan. Sebuah ilustrasi akan disajikan untuk memperkuat konsep tersebut ditunjukkan pada Gambar 2.11.



**Gambar 2-11. Efek Bandwidth dalam Sinyal Digital.**  
(sumber: Komunikasi data dan Komputer, William Stallings)

Jadi terdapat keterkaitan langsung antara data rate dan bandwidth, semakin tinggi data rate sebuah sinyal, semakin besar pula bandwidth efektifnya. Dipandang dengan cara lain semakin besar *bandwidth* sebuah sistem transmisi, maka semakin tinggi data rate yang bisa ditransmisikan melalui sistem tersebut. Apabila bandwidth ditunjukkan sebagai frekuensi tengah, maka semakin tinggi frekuensi tengah maka semakin tinggi pula potensial data ratenya.

## 2.11 Mikrokontroler AT89C51

Mikrokontroler AT89C51 merupakan salah satu rangkaian terintegrasi (*Intregated Circuits*) mikrokontroler yang tergabung dalam keluarga MCS-51. Beberapa fitur yang terdapat pada mikrokontroler ini ialah sebagai berikut :

1. buah I/O (*input/output*) port 8 bit.
2. Kbyte memori program (*Flash EEPROM*).
3. 128 byte RAM internal.
4. 2 buah *timer* 16 bit.
5. 64 kbyte maksimum eksternal *memory address*.
6. 210 bit *addressable memory location*.
7. Terdapat *interface* untuk komunikasi serial.

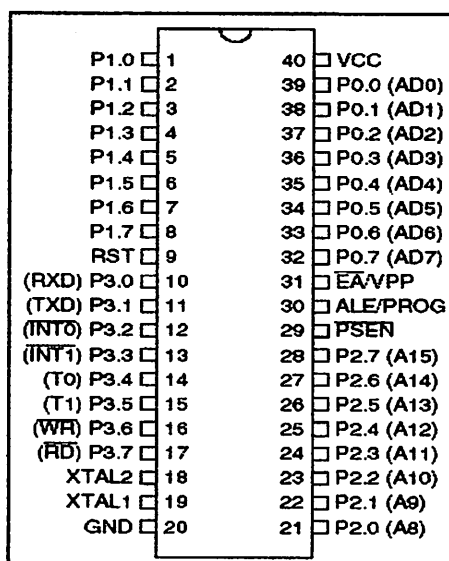
Keluarga IC MCS-51 memiliki beberapa jenis IC mikrokontroler seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.1 berikut :

**Tabel 2.3 Tabel Keluarga MCS-51**

Sumber : Tjatur, 2001

Nomor seri	Memori program internal(Flash EEPROM)	Memori data internal (RAM)	CTimer
8051	4 k byte ROM	128 bytes	2
8031	-	128 bytes	2
8751	4 k byte EPROM	128 bytes	2
8052	8 kbyte Rom	256 bytes	3
8032	-	256 bytes	3
8752	8 kbyte EPROM	256 bytes	3
89C51	4 k byte EEPROM	128 bytes	2

Susunan pin pada mikrokontroler AT89C51 adalah sebagai berikut :

**Gambar 2.12 Susunan pin AT89C51**

Sumber : Data Sheet AT89C51

Keterangan Pin mikrokontroler AT89C51

1. Port 0 : Port dua fungsi.



Dalam perancangan konvensional Port ini hanya digunakan sebagai port I/O serbaguna, namun dalam sistem yang melibatkan memori eksternal port ini dapat digunakan secara bergantian sebagai port data maupun alamat (A0-A7).

2. Port 1 : Port I/O serba guna

3. Port 2 : Port dua fungsi.

Fungsinya sama dengan port 0, namun pada penggunaan memori eksternal, port ini digunakan untuk *bus* alamat *high* (A8-A15).

4. Port 3 : Port dua fungsi.

Selain dapat digunakan sebagai port I/O serbaguna dapat pula digunakan untuk fungsi-fungsi khusus lainnya seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.4 berikut:

**Tabel 2.4 Fungsi-fungsi khusus port 3**

Sumber : Tjatur, 2001

Bit	Nama Pin	Alamat Bit	Fungsi alternatif
P3.0	RXD	B0H	Comm serial receiver
P3.1	TXD	B1H	Comm serial tranceiver
P3.2	INT 0	B2H	Eksternal interrupt 0
P3.3	INT 1	B3H	Eksternal interrupt 1
P3.4	T 0	B4H	Eksternal Timer /Counter Input 0
P3.5	T 1	B5H	Eksternal Timer /Counter Input 1
P3.6	WR	B6H	Eksternal memori write enable
P3.7	RD	B7H	Eksternal memori read enable

5. PSEN (*Program store enable*)

Merupakan sebuah sinyal *output* yang berfungsi sebagai kontrol dalam membaca program maupun kode dari memori eksternal. Biasanya pin ini

dihubungkan dengan *output enable* dari EPROM. Jika program yang dieksekusi berasal dari memori internal maka Pin ini akan berada pada kondisi tidak aktif (*high*).

#### 6. ALE (*Address Latch Enable*)

Sinyal *output* ALE berfungsi dalam memisahkan waktu pengiriman data dengan alamat dalam penggunaan memori eksternal. Sinyal ALE membangkitkan pulsa sebesar 1/6 frekuensi oscilator. ALE hanya akan aktif pada saat mengakses memori eksternal.

#### 7. EA (Eksternal akses)

Jika Pin EA diberi logika rendah maka mikrokontroler akan mengakses memori program eksternal. Sebaliknya jika Pin EA diberi logika tinggi, mikrokontroler akan mengakses memori program internal. Pin ini juga dipakai sebagai tegangan pemrograman EPROM atau *Flash Memori Internal*.

#### 8. RST (Reset)

Pin ini berfungsi untuk mereset logika program dari awal. Biasanya untuk penggunaan *Power on reset*, sebuah resistor *pul-lup* ke VCC dan sebuah kapasitor yang terhubung ke *ground* dihubungkan pada pin ini.

#### 9. Oscilator

*Oscilator* pada mikrokontroler ini diatur oleh besarnya nilai X'tal yang terhubung pada pin 18 dan pin 19. Besar nilai X'tal sekitar 12 Mhz.

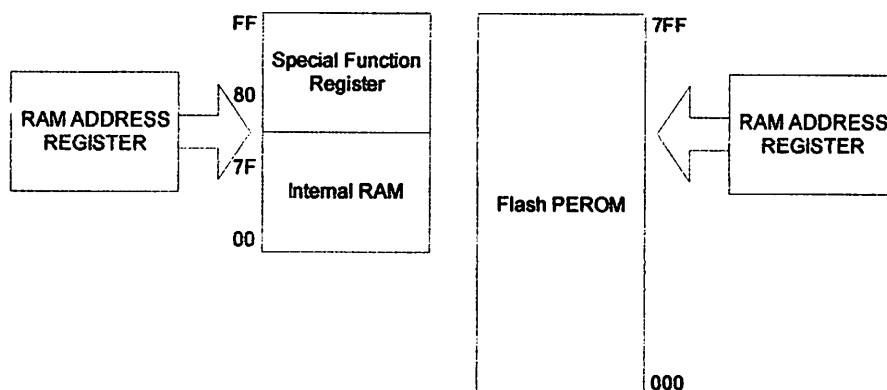
#### 10. Power

AT89C51 memerlukan tegangan catu sebesar 5 V DC pada pin 40 dan 0 V (*ground*) sebagai titik acuan pada pin 20.

### 2.11.1 Struktur Memori AT89C51

Memori yang ada pada AT89C51 terdiri atas : (1) RAM Internal, memori sebesar 128 byte biasa digunakan untuk menyimpan variable atau data yang bersifat sementara. (2) *Special Function Register*(Register Fungsi Khusus), memori ini berisi register-register yang mempunyai fungsi-fungsi khusus yang disediakan oleh mikrokontroler tersebut seperti timer, serial dan lain-lain. (3) *Flash PEROM*, memori yang digunakan untuk menyimpan instruksi-instruksi dalam AT89C51.

Dalam bukunya Paulus Andi Nalwan (2003) menyatakan: “AT89C51 mempunyai struktur memori yang terpisah antara RAM internal dan *Flash PEROM*-nya”. RAM Internal dialamatkan oleh *RAM Address Register* (Register Alamat RAM) sedangkan *Flash PEROM* dialamatkan oleh *Program Address Register* (Register Alamat Program). Dengan adanya struktur memori yang terpisah tersebut, maka walaupun RAM Internal dan *Flash PEROM* memiliki alamat yang sama yaitu alamat 00, namun secara fisiknya kedua memori tersebut tidak saling berhubungan.



**Gambar 2.13 Alamat RAM internal dan Flash PEROM**

Sumber : Nalwan, 2003

### 2.11.1.1 RAM Internal

RAM Internal pada AT89C51 terdiri atas :

1. Register Banks

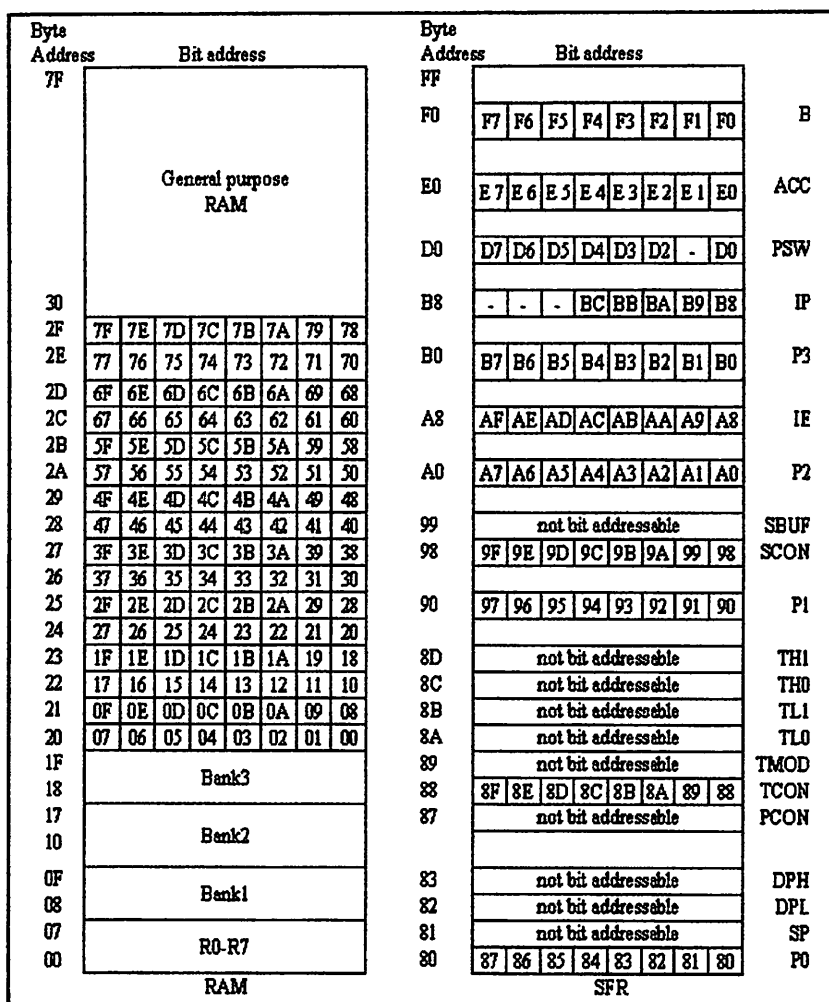
AT89C51 mempunyai delapan buah register , terdiri dari R0-R7. Kedelapan buah register ini selalu terletak pada alamat 00H-07H saat sistem direset.

2. Bit Addressable RAM

RAM pada alamat 20H-2FH dapat diakses secara pengalamatan bit (*bit addressable*) sehingga hanya dengan sebuah instruksi saja setiap bit dalam area ini dapat diset, clear, AND dan OR.

3. *General purpose RAM* (RAM Keperluan Umum)

RAM ini dimulai pada alamat 30H-7FH yang dapat diakses dengan pengalamatan langsung maupun pengalamatan tak langsung. Pengalamatan langsung dilakukan ketika salah satu operand merupakan bilangan yang menunjukkan lokasi yang dialamati. Sedangkan pengalamatan secara tak langsung pada lokasi RAM Internal ini yaitu akses data dari memori ketika alamat memori tersebut tersimpan dalam suatu register R0 atau R1. Register R0 dan R1 merupakan dua buah register pada mikrokontroler AT89C51 yang dapat digunakan sebagai pointer dari sebuah lokasi memori pada RAM Internal.



Gambar 2.14 Peta memori dan *Special Funtion Register* (Sumber : Nalwan, 2003)

2.11.2 Register Fungsi Khusus (*Special Function Register*)

AT89C51 memiliki 21 *Special Function Register* (Register Fungsi Khusus). Terletak pada alamat 80H-FFH. Beberapa dari register-register ini dapat dialamati dengan pengalamatan bit. Berikut ini adalah register-register yang ada pada *Special Function Register*.

1. Akumulator

Register ini terletak pada alamat E0H, fungsinya yaitu untuk operasi aritmatik dan operasi logika serta untuk pengiriman data ke memori eksternal.

## 2. Port I/O

AT89C51 memiliki empat buah port, yaitu port 0, port 1, port 2 dan port 3 terletak pada alamat 80H, 90H, A0H dan B0H. Namun jika digunakan kita menggunakan eksternal memori ataupun fungsi-fungsi spesial seperti *external interrupt*, serial ataupun *external timer*, port 0, port 2 dan port 3 tidak dapat digunakan sebagai port dengan fungsi umum. Untuk itu disediakan port 1 yang dikhususkan untuk port dengan fungsi umum (Nalwan : 10).

## 3. PSW (*Program Status Word*)

*Program Status Word* atau PSW terletak pada alamat D0H.

## 4. Register B

Dipakai bersama-sama dengan akumulator untuk proses aritmatik, register ini berfungsi juga register biasa, sifatnya *bit addressable*.

## 5. Stack Pointer

Merupakan sebuah register 8 bit, terletak pada alamat 81H, berisi alamat dari data yang disimpan di-*stack*. *Stack pointer* dapat diedit atau dibiarkan saja mengikuti standar sesudah terjadi reset (Nalwan ; 14).

Instruksi-instruksi yang biasa dipakai adalah *push*, *POP*, *Acsll* dan *Lcall*.

## 6. Data Pointer

Data pointer (DPTR) merupakan register 16 bit dan terletak pada alamat 82H untuk DPL da 83H untuk DPH. Berfungsi untuk mengakses *source*

*code* ataupun data yang terletak dimemori eksternal. Sebagai contoh lihat *listing* program dibawah ini :

```
Mov  A,#01H
Mov  DPTR,#2000H
Mov  @DPTR,A
```

*Listing* diatas berfungsi untuk menuliskan data 01H kealamat 2000H, langkahnya pertama data diisikan ke akumulator kemudian DPTR yang berfungsi untuk menunjukkan alamat penyimpanan data diisi dengan 2000H. kemudian isi data dari akumulator akan disimpan ke lokasi memori yang ditunjuk oleh DPTR.

#### 7. Register Timer

AT89C51 terdiri dari dua buah 16 bit Timer/counter, yaitu Timer 0 dan Timer 1. Timer terletak di alamat 8AH untuk TL0 dan 8CH untuk TH0 dan Timer 1 terletak di alamat 8BH untuk TL1 dan 8DH untuk TH1.

#### 8. Register Port Serial

Dalam AT89C51 terdapat sebuah *on chip serial port* (Port Serial di dalam keeping), berfungsi untuk berkomunikasi dengan peralatan lain yang menggunakan serial port juga seperti modem, *shift* register dan lain-lain.

*Buffer* (penyangga) dalam proses komunikasi terletak pada register SBUF di alamat 99H, sedangkan untuk mengatur mode serial dapat dilakukan dengan mengubah isi dari SCON yang terletak pada alamat 98H.

#### 9. Register Interupsi

AT89C51 memiliki lima buah interupsi dengan dua level prioritas interupsi. Interupsi ini selalu nonaktif setiap sistem dalam AT89C51 di reset. Register-register yang berhubungan dengan *interrupti* adalah

*interrupt enable register* (IE) atau register pengaktif interupsi terletak pada alamat A8H, berfungsi untuk mengatur aktifnya tiap-tiap *interrupt* dan yang terakhir adalah *interrupt priority register* (IP) atau register prioritas interupsi terletak pada alamat B8H.

#### 10. Register Kontrol Power

Register ini terdiri atas SMOD, berfungsi untuk melipat dua *baud rate* dari port serial, dua buah bit untuk *flag* fungsi umum pada bit ketiga dan bit kedua, *power down* (PD) bit dan *Idle* (IDL) bit. pada *mode idle* hubungan antara CPU (*central processing unit*) dan internal *clock* terputus, tapi port tetap pada kondisi terakhir, ALE dan PSEN menjadi *high*, timer masih tetap bekerja. Mode *idle* berakhir padasaat terjadi interupsi, reset ataupun kondisi-konsisi lain yang me-reset IDL bit.

#### 2.11.3 *Timer dan Counter Pada MCS51*

*Timer dan Counter* merupakan sarana *input* yang kurang dapat perhatian pemakai mikrokontroler, dengan sarana *input* ini mikrokontroler dengan mudah bisa dipakai untuk mengukur lebar pulsa, membangkitkan pulsa dengan lebar yang pasti, dipakai dalam pengendalian tegangan secara PWM (*Pulse Width Modulation*) dan sangat diperlukan untuk aplikasi *remote control* dengan infra merah. Dalam mikrokontroler AT89C51 terdapat dua buah timer yaitu Timer 0 dan Timer 1, keduanya berfungsi sebagai *counter* maupun *timer*.

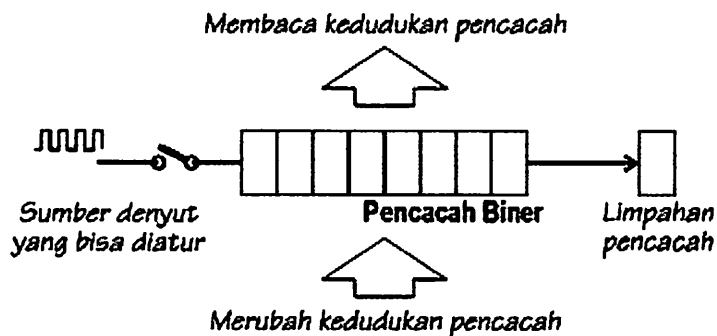
Pada dasarnya sarana *input* yang satu ini merupakan seperangkat pencacah biner (*binary counter*) yang terhubung langsung ke saluran-data mikrokontroler,



sehingga mikrokontroler bisa membaca kedudukan pancacah, bila diperlukan mikrokontroler dapat pula merubah kedudukan pancacah tersebut.

Seperti layaknya pancacah biner, bilamana sinyal *clock* (denyut) yang diumpankan sudah melebihi kapasitas pancacah, maka pada bagian akhir rangkaian pancacah akan timbul sinyal limpahan, sinyal ini merupakan suatu hal yang penting sekali dalam pemakaian pancacah. Terjadinya limpahan pancacah ini dicatat dalam sebuah *flip-flop* tersendiri.

Di samping itu, sinyal *clock* yang diumpankan ke pancacah harus bisa dikendalikan dengan mudah.



**Gambar 2.15 Konsep dasar Timer / Counter sebagai input**

Sumber : Suthanto, 2001

Sinyal *clock* yang diumpankan ke pancacah bisa dibedakan menjadi 2 macam, yang pertama sinyal *clock* dengan frekuensi tetap yang sudah diketahui besarnya dan yang kedua adalah sinyal *clock* dengan frekuensi tidak tetap.

Jika sebuah pancacah bekerja dengan frekuensi tetap yang sudah diketahui besarnya, dikatakan pancacah tersebut bekerja sebagai *timer*, karena keadaan pancacah tersebut setara dengan waktu yang bisa ditentukan dengan pasti.

Jika sebuah pancacah bekerja dengan frekuensi yang tidak tetap, dikatakan pancacah tersebut bekerja sebagai *counter*, keadaan pancacah tersebut hanyalah menyatakan banyaknya pulsa yang sudah diterima pancacah.

Rangkaian pencacah biner yang dipakai, bisa merupakan pencacah maju (*up-counter*) ataupun pencacah mundur (*down-counter*).

*Timer/counter* sebagai sarana *input* banyak dijumpai dalam mikrokontroler, misalnya mikrokontroler keluarga MCS51, mikrokontroler ini memiliki *timer/counter* di dalam *chip* sebagai sarana *input*.

#### 2.11.4 Komunikasi Data Serial

Untuk komunikasi data serial AT89C51 dilengkapi dengan *on chip serial port* (Port Serial di dalam keping), sistemnya secara *full duplex* sehingga port serial ini masih dapat menerima data pada saat proses pengiriman data terjadi (Nalwan; 39). Saat proses pengiriman ataupun penerimaan data AT89C51 menggunakan SBUF sebagai penyangga (*buffer*), SBUF ini letaknya pada alamat 99H, sehingga jika AT89C51 sedang melakukan proses pembacaan data pertama sedangkan data yang kedua belum diterima secara penuh maka data ini tidak akan hilang.

SBUF terdiri atas dua buah register yang terletak di alamat yang sama yaitu 99H, kedua register tersebut adalah *transmite register* sifatnya *write only* (hanya dapat ditulis) dan *receive register* sifatnya *read only* (hanya dapat dibaca). Sistem kerjanya yaitu saat proses penerimaan data dari port serial, data yang masuk ke dalam port serial akan ditampung pada *receive register* dulu, kemudian diteruskan ke jalur *bus* internal pada saat pembacaan register SBUF. Sedangkan saat pengiriman data ke port serial data yang dituliskan dari *bus* internal ditampung pada *transmite register* dulu sebelum dikirim ke port serial.

Komunikasi data serial dalam AT89C51 dibagi menjadi dua, yaitu (1) komunikasi sinkron dan (2) komunikasi data asinkron. Pada komunikasi data serial secara sinkron membutuhkan sinyal clock untuk sinkronisasi data, sinyal clock tersebut akan terpicu pada setiap bit pengiriman data. Sedangkan pada komunikasi data serial secara asinkron tidak memerlukan sinyal clock sebagai sinkronisasi data, tapi memakai *start bit* dan *stop bit* untuk menandai awal dan akhir dari pengiriman/penerimaan data dengan *baud rate* sebagai pemicunya. *Baud rate* ini dibangkitkan oleh bagian pengirim maupun penerima dengan frekuensi yang sama.

## 2.12 Analog To Digital Converter (ADC)

Untuk mengubah data analog dari keluaran sensor induksi menjadi data digital agar dapat di olah oleh program mikrokontroller maka diperlukan perangkat ADC. ADC yang dipergunakan adalah ADC0804 yang mempunyai resolusi 8 bit dan mempunyai 8 jalur output satu jalur input serta mempunyai clock internal dengan cara menghubungkan tahanan luar dan sebuah kapasitor pada clock out dan clock in dan ground.

$$F \text{ clock} = 1/1.1 \times R.C$$

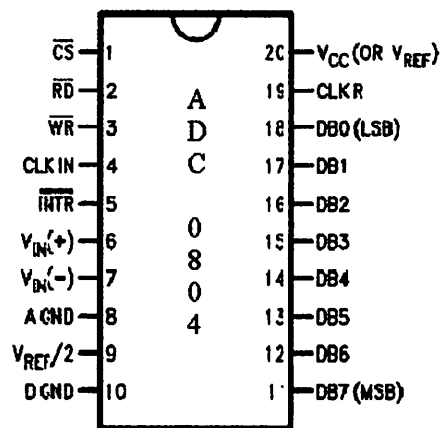
Tegangan referensi yang digunakan pada ADC ini untuk menentukan besarnya resolusi yang diinginkan, adalah:

$$\begin{aligned} \text{Resolusi maksimal} &= 2^n - 1 \\ &= 2^8 - 1 \\ &= 256 - 1 \\ &= 255 \end{aligned}$$

Dengan tegangan referensi 2.5 volt maka resolusi perpindahan tiap bitnya adalah:

$$\begin{aligned}\text{Resolusi} &= V_{\text{ref}}/2^n-1 \\ &= 2.5/255 \\ &= 0.009 \text{ volt}\end{aligned}$$

Tegangan yang dapat diterima oleh ADC 0804 ini berkisar antara 0-5 volt. Tegangan masukan ini diperoleh dari output penguat yang nantinya akan di konversi menjadi biner untuk di olah pada Mikrokontroler .

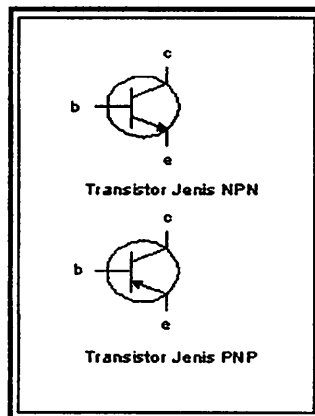


**Gambar 2.16 Analog to Digital Converter 0804**  
(Sumber : 0804 ADC Datasheet, Nasional Semiconductor)

### 2.13 Transistor

Transistor merupakan komponen semikonduktor yang dapat digunakan untuk memperkuat sinyal listrik, sebagai saklar elektronik dan lain sebagainya. Pada dasarnya, sebuah transistor terbuat dari bahan germanium atau silikon yang terdiri dari tiga sisi, yaitu dua sisi tipe-P yang dipisah oleh sebuah tipe-N atau bisa juga dua buah sisi tipe-N yang dipisahkan oleh sebuah sisi tipe-P. jenis yang

pertama disebut dengan transistor PNP, dan yang kedua disebut dengan transistor jenis NPN..



**Gambar 2.17 Simbol Transistor NPN dan PNP**  
(Sumber : Malvino, 1992 : 103)

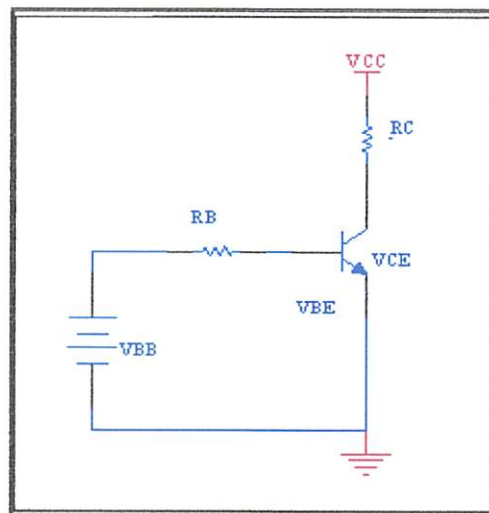
### 2.13.1. Daerah Kerja Transistor

Transistor dapat dioperasikan dalam tiga operasi yaitu daerah penjuanan (*saturation*), daerah titik sumbat (*cut off*) dan daerah aktif. Pada saat saturasi idealnya  $V_{CE}$  sama dengan nol tapi pada kenyataannya ada drop tegangan yang kecil ( $V_{CE(Sat)}$ ). Jika arus basis lebih besar dari pada  $I_{B(Sat)}$ , arus kolektor tidak dapat bertambah karena dioda kolektor tidak lagi dibias *reverse*.  $I_B$  saturasi merupakan nilai minimum yang dibutuhkan untuk menyebabkan transistor saturasi.

Transistor berada dalam daerah *cut off* jika ada arus yang mengalir ke basis atau arus yang keluar dari basis ( $I_B$  berharga nol atau negatif) maka arus kolektornya juga sama dengan nol, yang dimaksud disini adalah arus yang mengalir dari kolektor, tetapi sebenarnya terdapat arus bocor yang kecil.

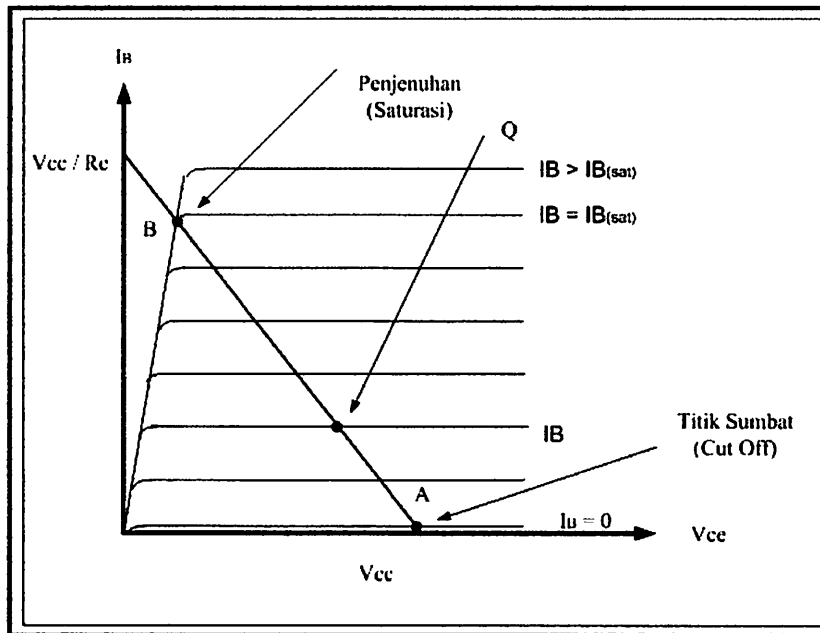
Transistor dalam daerah aktif, jika ada arus yang mengalir dan jika  $V_{CE}$  lebih positif dari  $V_{BE}$  (kolektor lebih positif dari pada basis), maka perubahan kecil dalam arus basis akan menimbulkan perubahan yang besar dalam arus kolektor, sehingga memungkinkan penguatan masukan. Dalam daerah ini  $V_{BE}$  mendapat bias *forward*.

Gambar 2.18 merupakan salah satu rangkaian transistor dan diperoleh karakteristik transistor.



**Gambar 2.18 Rangkaian Bias Basis**

Sumber : Malvino, 1981 : 122



**Gambar 2.19 Karakteristik Transistor**

Sumber : Malvino, 1981 : 122

Untuk garis beban diperoleh dengan persamaan

$$V_{CC} = I_C \cdot R_C + V_{CE}$$

Saat *cut off*  $I_B = 0$ , sehingga :

$$I_C = \beta \cdot I_B$$

$$I_{C(\text{Sat})} = V_{CC} \text{ (pada titik A)}$$

Saat saturasi, maka  $I_B = I_{B(\text{Sat})}$ , sehingga :

$$I_{C(\text{Sat})} = \frac{V_{CC}}{R_{CC}} \text{ (titik B)}$$

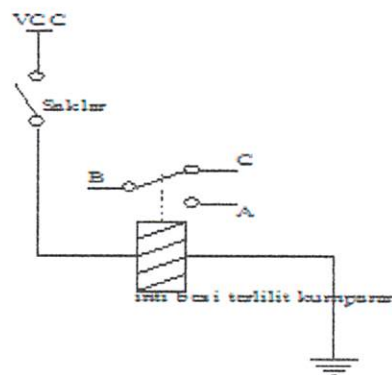
Jika arus basis lebih besar atau sama dengan  $I_B$  saturasi, titik kerja Q berada dalam ujung atas dari garis beban, maka transistor seperti sebuah saklar tertutup. Sebaliknya, jika arus basis nol, transistor bekerja dalam ujung bawah dari garis beban, dan transistor seperti sebagai saklar terbuka.

## 2.14 Relay

Relay adalah suatu alat untuk membuka dan menutup kontak secara elektrik dengan tujuan menghubungkan fungsi dari rangkaian satu ke rangkaian lainnya. Relay adalah komponen elektronika yang terdiri dari sebuah lilitan kawat (kumparan/koil) yang terlilit pada sebuah besi lunak.

### Prinsip Kerja :

Jika ada arus yang masuk dan melalui kumparan maka pada kumparan tersebut akan terdapat induksi magnetik. Induksi magnetik nantinya akan menarik pegas kontak untuk merubah posisi awalnya menjadi terhubung ke bagian yang diinginkan. Setelah arus berhenti, maka tidak ada induksi sehingga kontak akan kembali ke input semula. Jika kumparan dialiri arus listrik maka inti besi akan menjadi magnet dan menarik pegas sehingga kontak AB terhubung dan BC terputus.



**Gambar 2.20 Cara Kerja Relay**

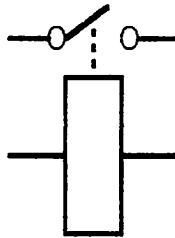
Relay merupakan suatu alat untuk menghubungkan atau memerlukan kontak antara komponen yang satu dengan yang lain. Dalam memutus atau



menghubungkan kontak digerakkan oleh fluksi yang ditimbulkan dari adanya medan magnet listrik yang dihasilkan oleh kumparan yang melilit pada besi lunak.

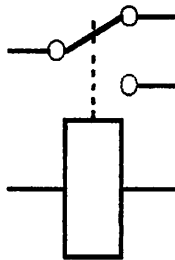
Ada beberapa macam relay, antara lain:

- SPST (*Single Pin Single Terminal*)



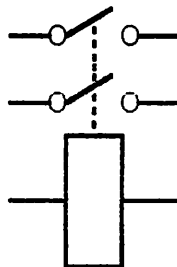
**Gambar 2.21 Relay SPST**

- SPDT (*Single Pin Dual Terminal*)



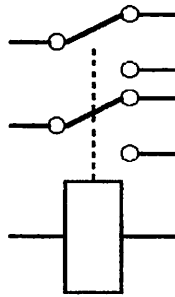
**Gambar 2.22 Relay SPDT**

- DPST (*Dual Pin Single Terminal*)



**Gambar 2.23 Relay DPST**

- DPDT (*Dual Pin Dual Terminal*)



**Gambar 2.24 Relay DPDT**

## **2.15 Motor Universal.**

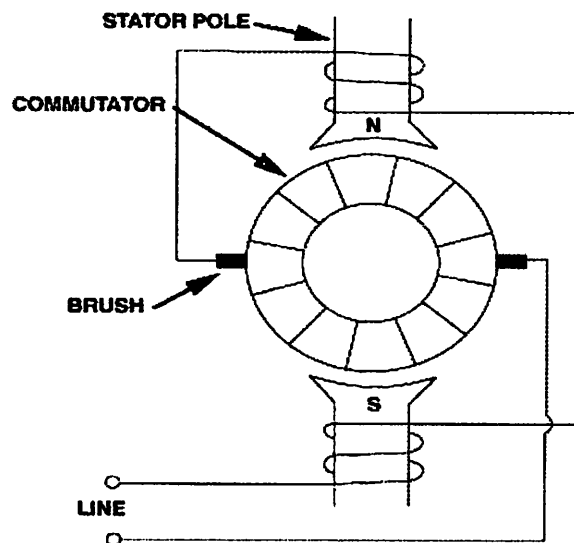
### **2.15.1 Prinsip kerja**

Motor universal adalah mesin elektrik yang dapat berputar sama seperti motor DC tetapi didesain untuk beroperasi pada arus DC atau arus AC satu fasa. Kumputan stator dan rotor dari motor dihubungkan secara seri melalui komutator rotor. Oleh karena itu motor universal juga dikenal sebagai motor seri AC atau motor komutator AC.

Motor seri universal berbeda dalam desain dari motor induksi sebenarnya. Motor universal mempunyai sirkuit rotor kumparan seri seperti pada motor DC. Rotor motor universal ini terbuat dari inti besi yang diasah dengan lilitan di sekitarnya. Ujung dari lilitan kawat berhubungan langsung ke komutator.

Arus elektrik di dalam motor mengalir melalui sirkuit lengkap yang dibentuk oleh lilitan stator dan lilitan rotor. Sikat-sikat (*brushes*) menumpang di atas komutator dan menghantarkan arus melalui rotor dari satu lilitan stator ke lainnya. Arus rotor yang berinteraksi dengan medan magnetik stator menyebabkan rotor berputar. Selama arus elektrik mengalir di dalam lilitan rotor, motor terus berputar.

Di antara aplikasi penggunaan motor ini adalah penyedot debu, pengering rambut, pengaduk adonan roti, alat pelubang, gergaji, dan mesin jahit. Motor universal biasanya bekerja pada kecepatan tinggi, yaitu 3500 sampai 20000 rpm. Masa efektifnya 8000 jam tergantung penggunaan.



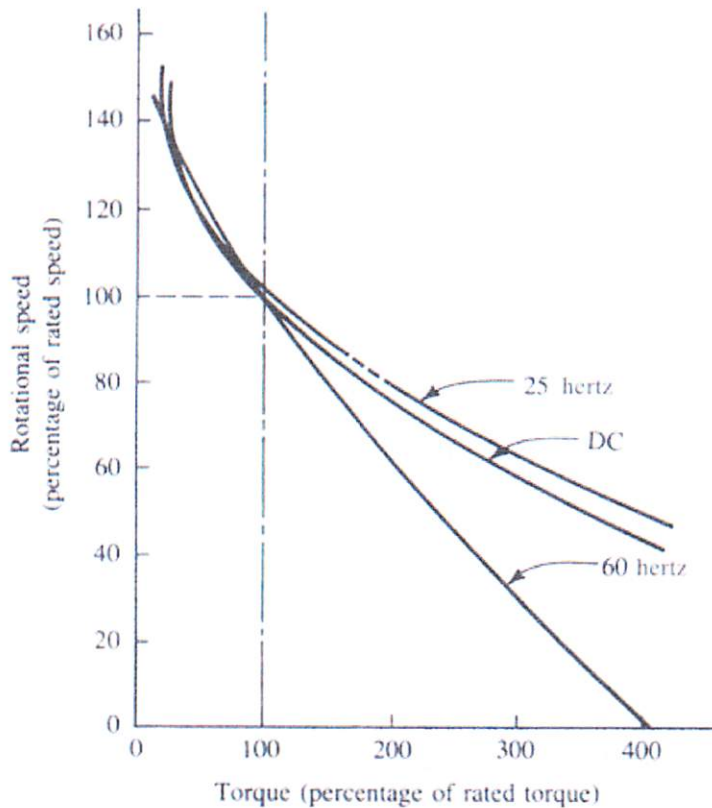
Gambar 2.25. Konstruksi Motor Universal

### 2.15.2. Unjuk Kerja Motor Universal

Motor ini jarang melampaui satu *horsepower*. Apabila motor dijalankan tanpa beban, kecepatan hampir mendekati 15.000 rpm. Hal ini dapat menghasilkan panas yang dapat merusak komponen motor.

Gambar 2.10 menunjukkan unjuk kerja kurva untuk motor universal menggunakan arus suplai yang berbeda. Unjuk kerja beban yang dipercepat sama untuk semua suplai, torsi awal tinggi, dan pengaturan kecepatan rendah. Kecepatan menjadi tinggi pada saat beban ringan. Secara teori, pada beban nol

kecepatan menjadi tak terbatas, sehingga beberapa motor universal (sama seperti motor seri AC dan DC ) harus menyediakan kontrol kecepatan.



**Gambar 2.26. Kurva Unjuk Kerja Motor Universal**

## 2.16 Sensor

### 2.16.1 Potensiometer

Potensiometer termasuk kedalam kelas *variable resistor* yang nilai tahanannya dapat berubah-ubah sesuai dengan letak kontak gesek dengan terminal-terminal ujungnya. Sehingga dapat pula dikatakan bahwa potensiometer memiliki perubahan nilai resistansi sebagai fungsi rotasi kontak gesek. Potensiometer dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu jenis linier dan jenis

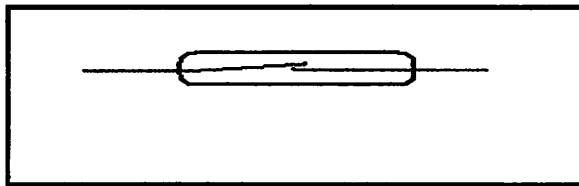
logaritmik. Nilai resistansi potensiometer ditandai dengan huruf A (untuk jenis linier) dan B (untuk jenis logaritmik), misalnya: A5 k $\Omega$ , B500  $\Omega$ .

Hal-hal yang perlu diperhatikan pada pemilihan potensiometer :

1. Resolusi, adalah perubahan terkecil dalam nilai resistansi yang dapat direalisasikan kalau kontak gesek diputar.
2. Perlawanan ujung, adalah harga perlawanan antara kontak gesek dan terminal-terminal ujung, sementara kontak gesek berada di titik ujung salah satu terminal yang akan diukur nilai resistansinya.
3. Perlawanan kontak, adalah perlawanan antara terminal kontak gesek dan unsur perlawanan yang saling berkontak.
4. Arus kontak-gesek (*wipper current*), adalah arus maksimum yang boleh mengalir di terminal kontak gesek.
5. Stabilitas setelan (*setting stability*), adalah kesamaan nilai resistansi pada perulangan (*repeatability*) suatu setelan potensiometer pada suatu nilai resistansi.

### 2.16.2 Reed Switch

Pada dasarnya reed switch adalah sebuah saklar yang terbungkus oleh tabung kaca. Prinsip kerja dari reed switch adalah apabila ada arus yang lewat diluar tabung kaca dan besarnya sesuai dengan nilai minimum pengkondisi kontak pada reed switch, kontak saklar didalam tabung akan terhubung sehingga menghubungkan kedua ujung saklar.



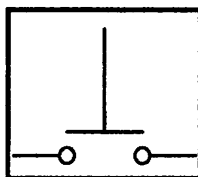
**Gambar 2.27 Reed Switch**

### 2.16.3 Limit Switch

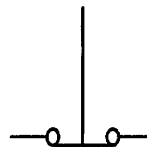
*Limit switch* merupakan sebuah saklar yang bekerja karena ada suatu sentuhan atau gesekan. *Limit switch* mempunyai beberapa bagian antara pengungkit dan roda penjulung yang merupakan bagian mekanik yang jika tersentuh oleh suatu benda atau mekanisasi lain, maka *limit switch* akan on dan lalu menggerakkan lengan pengungkit dalam suatu kontak.

Ada beberapa tipe *limit switch* yaitu *limit switch* yang merupakan kontak NC (*normally Closed*) dan NO (*Normally Open*). Limit yang merupakan kontak NO berfungsi sebagai penghubung sedangkan yang kontak NC berfungsi sebagai pemutus.

Adapun simbol dari *limit switch* atau *push button* dari yang NC adalah sbb :



**Pushbutton make NO  
(normally Open)**



**Pushbutton break NC  
(normally Closed)**

**Gambar 2.28 Simbol Limit Switch**

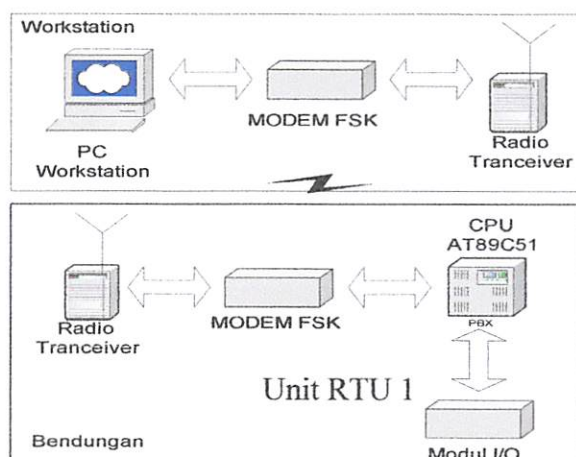
### BAB III

#### PERANCANGAN DAN PEMBUATAN

Sistem yang akan direncanakan adalah sistem kendali jarak jauh pengaturan posisi pintu air di bendungan secara wireless (tanpa kabel), dengan sistem kendali terpusat, sehingga semua kondisi yang diinginkan terhadap kondisi buka tutup pintu air dapat dikendalikan melalui pusat kontrol (*Workstation*)

Sistem ini diwujudkan dengan memanfaatkan sistem modulasi dan demodulasi *Frequency Shift Keying* (FSK) dalam proses transmisi datanya. Dari pusat kendali atau *server* maupun di bendungan atau *client* dirancang sistem modulator dan demodulator (Modem FSK).

Pada *workstation* akan terdapat sebuah *Personal Computer* digunakan sebagai pusat kendali yang tentunya terhubung dengan modem FSK, sedangkan pada *client* di bendungan akan terdapat Modem FSK yang terhubung dengan mikrokontrol AT89C51 sebagai CPU yang langsung terhubung dengan modul I/O.



**Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem**

Pada di atas RTU terdiri dari beberapa unit yang masing – masing unit memiliki ID yang berbeda satu sama lain. Untuk mewujudkan sistem yang telah dikemukakan di atas, maka hal yang dihadapi adalah cara merencanakan dan membuat perangkat keras maupun perangkat lunaknya.

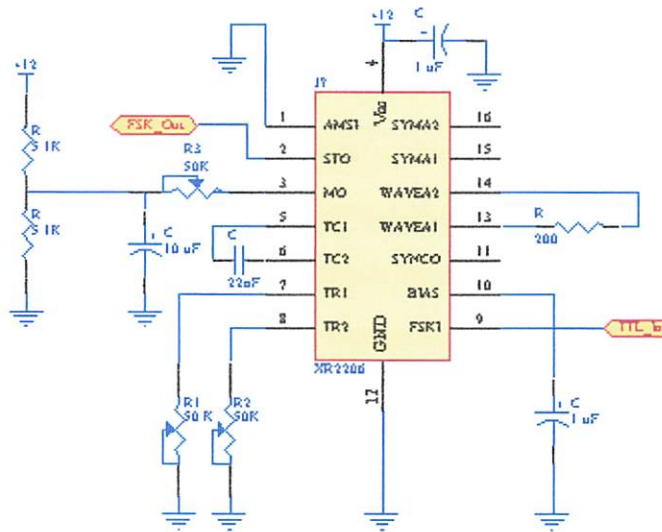
### **3.1 Perancangan Perangkat Keras**

#### **3.1.1. Perancangan Modulator FSK.**

Modulasi FSK (*Frequency Shift Keying*) adalah modulasi yang menyatakan sinyal digital ‘1’ sebagai nilai tegangan dengan frekuensi tertentu (misalnya 1200Hz) sementara sinyal digital ‘0’ dinyatakan sebagai suatu nilai tegangan dengan frekuensi tertentu yang berbeda misalnya (2200 Hz). Untuk keperluan ini digunakan IC XR-2206 yang merupakan sebuah IC modulator FSK, yang dapat memodulasikan data serial menjadi perubahan frekuensi yang dibutuhkan.

Pada sistem ini direncanakan sebuah modulator FSK dengan kecepatan 1200 bps menggunakan frekuensi untuk mark 1200Hz dan space 2200Hz yang merupakan standart modem Bell 202. Standart yang sama juga dimiliki oleh IC FSK modem TCM3105 sehingga diharapkan sistem yang dibuat dapat kompatibel satu sama lain.





**Gambar 3-2. FSK Generator dengan IC XR2206**

Chip XR-2206 yang diaplikasikan sebagai generator FSK, dioperasikan dengan dua timing resistor yang berbeda yakni R1 dan R2 dihubungkan dengan pin 7 dan pin 8. Bergantung dari sinyal input logic yang diberikan melalui pin 9 (FSK input), hanya satu dari timing resistor yang diaktifkan. Jika pin 9 dalam keadaan tidak terhubung atau terhubung dengan tegangan  $\geq 2V$  maka timing resistor R1 menjadi aktif. Begitu pula apabila pin 9 terhubung dengan tegangan  $\leq 1V$  maka timing resistor R2 yang aktif.

Output frequency dapat dirubah diantara dua tingkat frequency yakni  $f_1$  dan  $f_2$  yang mengikuti formula berikut

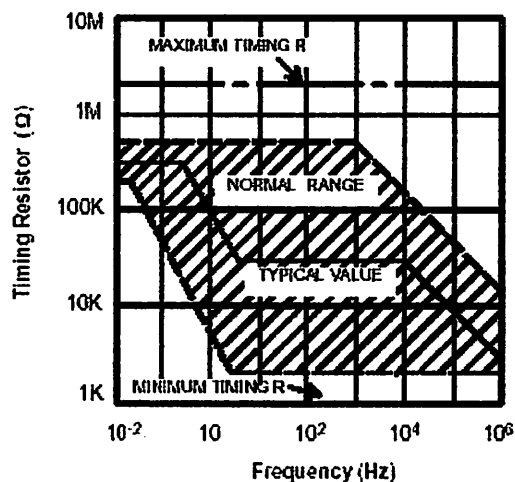
$$f_1 = 1/R_1C \text{ dan } f_2 = 1/R_2C$$

Dari ketentuan rumus diatas maka frekuensi mark dan space dapat diatur dengan menentukan 3 komponen external yaitu timing resistor R1, R2 dan timing capacitor C.

Frekuensi osilasi  $f_o$ , ditentukan oleh timing capacitor yang terhubung dengan pin 5 dan pin 6 dan oleh timing resistor R1 atau R2 yang terhubung dengan pin 7 dan pin 8, dengan ketentuan

$$f_o = 1/RC \text{ Hz}$$

Nilai R yang disarankan untuk pelbagai tingkat frekuensi diperlihatkan pada gambar 3.3. Temperatur optimal yang stabil didapatkan diantara nilai resistor  $4k\Omega < R < 200k\Omega$ . Nilai C yang disarankan adalah  $1000pF$  sampai  $100\mu F$ .



**Gambar 3-3. Nilai R yang disarankan untuk berbagai frekuensi**

Mempertimbangkan ketentuan nilai R yang disarankan, diinginkan agar nilai timing resistor R1 dan R2 dengan frekuensi  $f_1=1200 \text{ Hz}$  dan  $f_2=2200 \text{ Hz}$  adalah dalam jangkauan  $10K\Omega$  sampai  $50K\Omega$ . Nilai capacitor C diperoleh setelah memasukkan nilai nilai variabel yang telah diketahui yaitu R1, R2 dan  $f_o$  dengan mempertimbangkan nilai komponen kapasitor yang disarankan pada datasheet serta nilai komponen standart.

Hasil simulasi perhitungan diperlihatkan dalam tabel perhitungan nilai komponen eksternal pada tabel 3.1 berikut:

**Tabel 3.1. Hasil Simulasi Perhitungan Nilai Komponen External XR-2206 untuk F1=1200Hz dan F2=2200Hz**

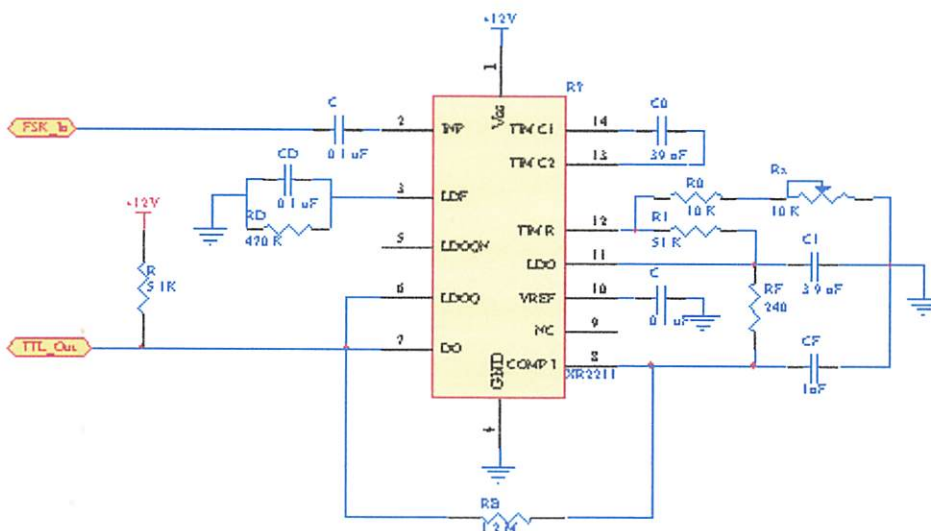
R1 Ohm	R2 Ohm	C Farad	Nilai Komponen Standart
50000	27272.7	1.6666666269316E-8	-
47500	25909.1	1.75438596983213E-8	-
45000	24545.5	1.85185182743908E-8	18 nf
42500	23181.8	1.96078424608004E-8	-
40000	21818.2	2.08333332807342E-8	-
37500	20454.5	2.22222222845403E-8	22 nf
35000	19090.9	2.380952324188E-8	-
32500	17727.3	2.56410253030026E-8	-
30000	16363.6	2.77777782997646E-8	27 nf
27500	15000.0	3.03030311954444E-8	-
25000	13636.4	3.3333332538632E-8	33 nf
22500	12272.7	3.70370365487815E-8	-
20000	10909.1	4.16666665614684E-8	-

Dari hasil simulasi perhitungan diatas, ditentukan untuk menggunakan nilai *timing* kapasitor C sebesar 22 nf. Sedangkan nilai R1 dan R2 yang berada pada jangkauan 10 k $\Omega$  sampai 50 k $\Omega$  digunakan komponen variable resistor 50 k $\Omega$ .

### 3.1.2. Perancangan Demodulator FSK

Merupakan rangkaian yang berfungsi mengembalikan kembali data yang temodulasi FSK menjadi data digital. Pada sistem ini direncanakan sebuah demodulator FSK dengan kecepatan 1200 bps menggunakan frekuensi untuk mark 1200Hz dan space 2200Hz. Perangkat demodulator ini akan menggunakan IC Demodulator FSK XR2211. IC tersebut dapat digunakan untuk beragam aplikasi decoding FSK dengan menentukan nilai dari lima komponen eksternalnya, yaitu :  $R_0, R_1, C_0, C_1, C_F$ .

Rangkaian dasar IC XR2211 yang dipergunakan untuk aplikasi decoding FSK dipertunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 3-4. Rangkaian Demodulator FSK XR2211

Penentuan lima komponen eksternal :  $R_0, R_1, C_0, C_1, C_F$  untuk nilai  $F_1=1200$  Hz dan  $F_2=2200$  Hz dapat diperhitungkan mengacu pada desain instruksi perhitungan yang

diberikan pada datasheet. Adapun perhitungan untuk sistem demodulator yang akan dibuat dikemukakan dalam perhitungan berikut:

- a. Menentukan PLL center frequency

$$f_0 = \sqrt{F_1 \cdot F_2} = \sqrt{1200 \cdot 2200}$$

$$= 1624 \text{ Hz}$$

- b. Menghitung Timing Resistor . Dengan  $R_0=10k$  dan  $V_R R_x=10k$ .

$$R_0 = R_0 + \frac{R_x}{2} = 10 + \frac{10}{2}$$

$$= 15000 \Omega$$

- c. Menghitung nilai  $C_0$  :

$$C_0 = \frac{1}{R_0 \cdot F_0} = \frac{1}{15000 \cdot 1624}$$

$$= 39 \cdot 10^{-9}$$

$$= 39 \text{ nF}$$

- d. Menghitung Nilai  $R_1$  :

$$R_1 = \frac{R_0 \cdot F_0}{(F_1 - F_2)} \cdot 2 = \frac{15000 \cdot 1624}{(1200 - 2200)} \cdot 2$$

$$= 48720$$

$$= 47 \text{ K}\Omega$$

- e. Menentukan Nilai  $C_1$  :

$$C_1 = \frac{1250 \cdot C_0}{R_1 \cdot \zeta^2} = \frac{1250 \cdot 39 \text{ nF}}{47000 \cdot 0,5^2}$$

$$= 4,1 \cdot 10^{-9}$$

$$= 3,9 \text{ nF}$$

- f. Menentukan Nilai  $R_F$ ,  $R_F$  sedikitnya 5 kali nilai  $R_1$

$$R_F = 47000 \times 5 = 235000$$

$$= 240 \text{ K}\Omega$$

- g. Menentukan Nilai  $R_B$ ,  $R_B$  sedikitnya 5 kali nilai  $R_F$

$$R_B = 240000 \cdot 5 = 1.200.000$$

$$= 1,2 \text{ M}\Omega$$

- h. Menghitung  $R_{SUM}$ :

$$R_{SUM} = \frac{(R_F + R_1) \cdot R_B}{(R_F + R_1 + R_B)} = \frac{(240000 + 47000) \cdot 1200000}{240000 + 47000 + 1200000}$$

$$= 231607 \Omega$$

- i. Menghitung nilai  $C_F$

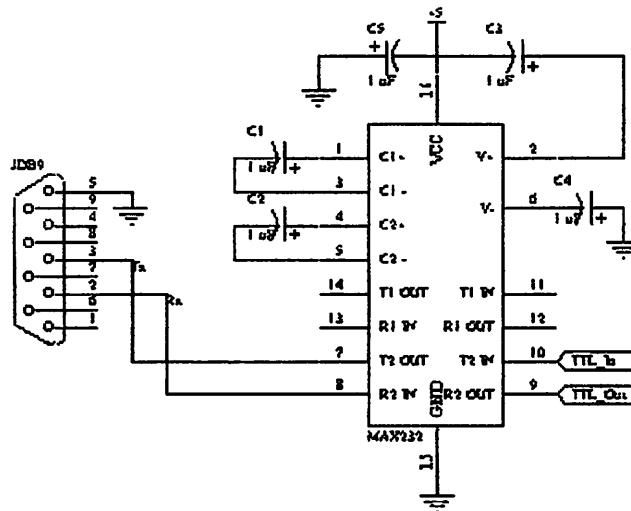
$$C_F = \frac{0,25}{(R_{SUM} \cdot \text{BaudRate})} = \frac{0,25}{231607 \cdot 1200}$$

$$= 8,99 \cdot 10^{-10}$$

$$= 1 \text{ nF}$$

### 3.1.3. Perancangan Level Converter

PC mengirimkan dan menerima data melalui port RS-232 dengan level tegangan yang berbeda dengan tegangan logic TTL. Untuk itu dibutuhkan pengubah level tegangan dari level tegangan RS-232 ke level TTL, disaat kita mengirimkan data dari port serial ke XR-2206(modulator FSK). Sedangkan saat menerima data dari XR-2211(demodulator FSK) yang menghasilkan output TTL, harus dirubah dahulu menjadi level tegangan yang sesuai untuk port RS-232. Hal tersebut dapat dilakukan oleh IC Maxim 232.

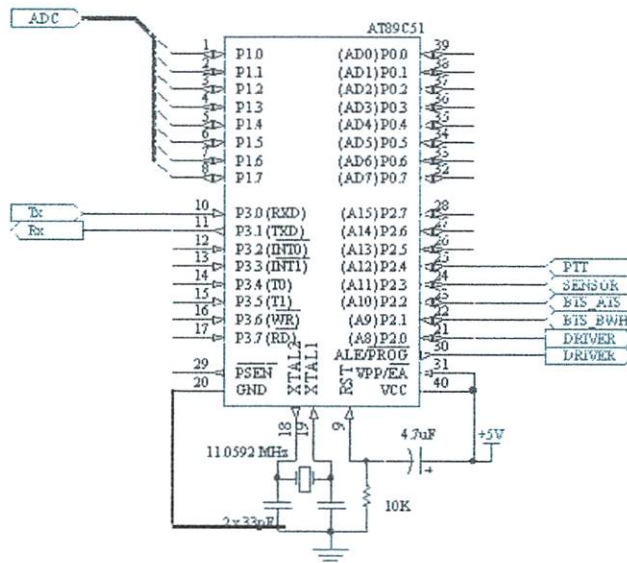


**Gambar 3-5. Rangkaian Level Converter.**

Perangkat level converter menggunakan IC Maxim 232 dapat dibangun dengan menambahkan lima komponen eksternalnya. Komponen tersebut berupa capacitor  $C_1, C_2, C_3, C_4, C_5$  yang nilainya telah ditentukan pada datasheet sebesar  $1\mu\text{F}$ . Pada IC tersebut terdapat dua buah jalur pengubah level tegangan TTL menjadi level tegangan RS-232, jalur pertama adalah pin 11 (T1in) yang outputnya pada pin 14 (T1 out) serta jalur kedua adalah pin 10 (T2in) yang outputnya pada pin 7 (T2 out). Terdapat juga dua jalur pengubah level tegangan RS-232 menjadi level TTL, jalur pertama adalah pin 13 (R1 in) yang outputnya pada pin 12 (R1 out), serta jalur kedua adalah pin 8 (R2in) yang outputnya pada pin 9 (R2 out).

### 3.1.4. Mikrokontroler (CPU)

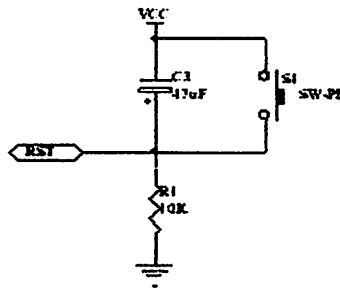
Mikrokontrol adalah CPU pada setiap RTU yang terhubung langsung dengan modul Input / Output yang terdiri dari rangkaian ADC 0804, sensor arus, dan *driver* Motor AC



**Gambar 3-6. Rangkaian Mikrokontrol (CPU).**

Untuk melakukan reset sistem pada mikrokontroller yaitu untuk mengawali eksekusi program pada alamat paling rendah yang dapat dimanfaatkan pin reset yang ada pada mikrokontroller. Pin 9 dihubungkan dengan rangkaian *reset* rangkaian ini diharapkan agar dapat mempunyai kemampuan *power ON Reset*, yaitu Reset terjadi saat *power* diaktifkan. Dibawah ini adalah adalah rangkaian reset :





**Gambar 3-7. Rangkaian Reset**

Sehingga dengan komponen resistor dengan nilai 10 K serta kapasitor dengan nilai 47 $\mu$ F akan dihasilkan :

$$T = R.C \ln 2$$

$$= 0,32 \mu s$$

### 3.1.5. Analog to Digital Converter (ADC)

Perancangan Analog to Digital Converter, ADC yang digunakan adalah ADC 0804 yang mudah didapat di pasaran, ADC 0804 adalah satu kanal input dengan output parallel 8 bit. Agar ADC ini dapat bekerja secara optimal maka diberi catu daya 5 volt. ADC 0804 telah dilengkapi clock internal yang dapat diaktifkan dengan menghubungkannya dengan tahanan dan kapasitor eksternal.

Nilai tahanan (R) ditentukan sebesar 10 k $\Omega$  dan nilai kapasitor (C) sebesar 150 pF, sehingga memberikan frekwensi clock sebesar:

$$f = \frac{1}{1,1RC} = \frac{1}{1,1 \times 10K\Omega \times 150pF}$$

$$= 606,06 \text{ KHz}$$

Berdasarkan frekwensi clock diatas, maka waktu konversi maksimum yang dibutuhkan ADC0804 yang memiliki resolusi (n) 8 bit adalah:

$$\begin{aligned} T &= \frac{2^n}{f} \\ &= \frac{2^8}{606,06 \times 10^3} \\ &= 0,42 \text{ ms} \end{aligned}$$

ADC ini dirancang dapat menerima tegangan input antara 0 – 5 volt. Pada perencanaan ini diberikan tegangan referensi ( $V_{ref}/2$ ) pada pin 9 sebesar 2,5 volt. Untuk mendapatkan  $V_{ref}/2$  digunakan rangkaian resistor pembagi tegangan yang terdiri dari dua buah resistor dengan nilai resistansi yang sama besar. Bila resistor pembagi tegangan itu adalah R1 dan R2 dan pada perancangan ditentukan nilai R1 sebesar 500  $\Omega$  maka nilai R2 adalah :

$$\begin{aligned} V_o &= \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{CC} \\ 2,5V &= \frac{R_2}{500\Omega + R_2} 5V \\ R_2 &= 500 \Omega \end{aligned}$$

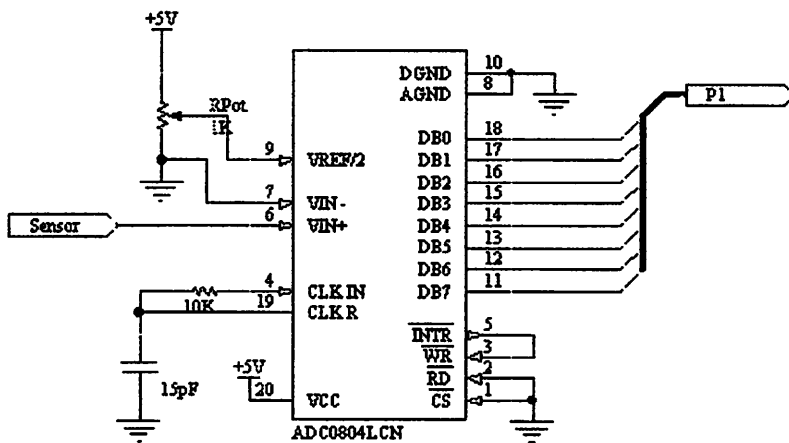
Dengan  $V_{ref}/2$  sebesar 2,5Volt maka ADC0804 akan memiliki resolusi sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Resolusi} &= \frac{V_{ref}}{2^n - 1} \text{ Volt/step} \\ &= \frac{2,5}{2^8 - 1} \text{ Volt/step} \\ &= \frac{2,5}{255} = 9,8 \text{ mV/step} \end{aligned}$$

Sedangkan besar disipasi daya yang dipakai adalah:

$$\begin{aligned}
 P &= V_{cc} \times I_{adc} \\
 &= 5 \text{ V} \times 2,5 \text{ mA} \\
 &= 12,62 \text{ mW}
 \end{aligned}$$

Rangkaian ADC di bawah menggunakan sistem *free\_running*, yaitu dengan memberikan kondisi *low* (0) pada pin 1 (CS) dan pin 2 (RD), sehingga ADC dalam keadaan aktif terus, serta menghubungkan pin 3 dan pin 5 pada yaitu pin INTR dan WR.

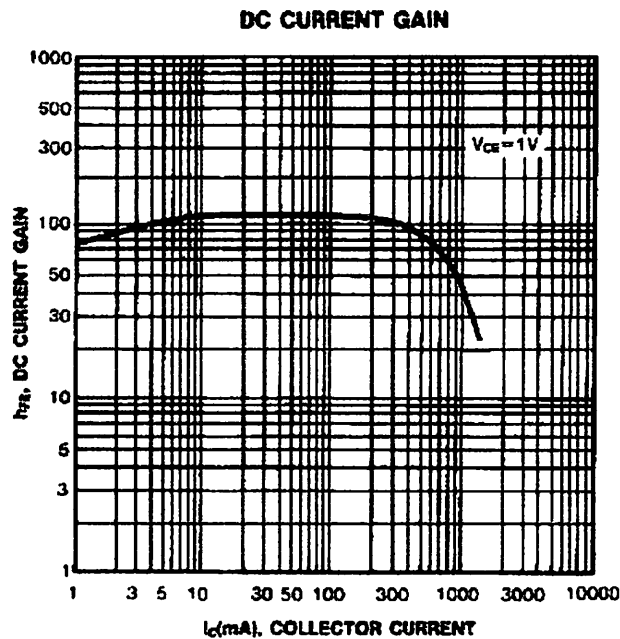


Gambar 3-8. Rangkaian ADC 0804.

### 3.1.6. Driver Motor AC

#### 3.1.6.1. On / Off Motor AC

Rangkaian *driver* motor AC dibawah merupakan rangkaian Relay 12 Volt dengan sebuah Transistor NPN S9013 dan sebuah Resistor yang besarnya dapat ditentukan dengan cara sebagai berikut :



**Grafik 3-1.  $h_{FE}$  terhadap  $I_C$  pada 9013**

Berdasarkan grafik DC Current Gain pada Transistor 9013 di atas,  $h_{FE}$  stabil pada Arus Kolektor ( $I_C$ ) berkisar 10 mA – 100 mA adalah 110, dengan demikian

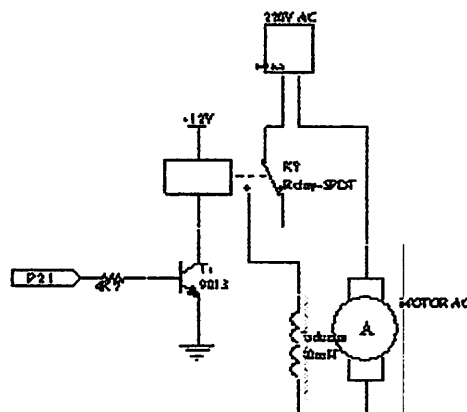
$$\begin{aligned}
 I_b &= I_c / h_{FE} \\
 &= 100 \cdot 10^{-3} / 110 \\
 &= 0.909 \text{ mA}
 \end{aligned}$$

Untuk mendapatkan  $R_B$  adalah :

$$\begin{aligned}
 5 - I_B \cdot R_B - V_{BE} &= 0 \\
 R_B &= \frac{5 - 0.7}{0.909 \cdot 10^{-3}} \\
 &= 4,73 \cdot 10^3 \text{ Ohm} \\
 &= 4K7 \text{ Ohm}
 \end{aligned}$$

dengan demikian nilai  $R_B$  yang didapat adalah sebesar 4K7 Ohm dan nilai tersebut mudah didapat di pasaran.

Relay yang digunakan adalah relay dengan jenis DPDT (*Dual Pin Dual Terminal*) yang terminal terhubung dengan jala-jala 220 V dengan din yang terhubung dengan NO (*Normaly Open*) sehingga pada saat Relay aktif maka Motor AC akan terhubung langsung dengan tegangan AC 220 V



**Gambar 3-9. Rangkaian Driver Motor.**

### 3.1.6.2. Arah Putaran Motor AC

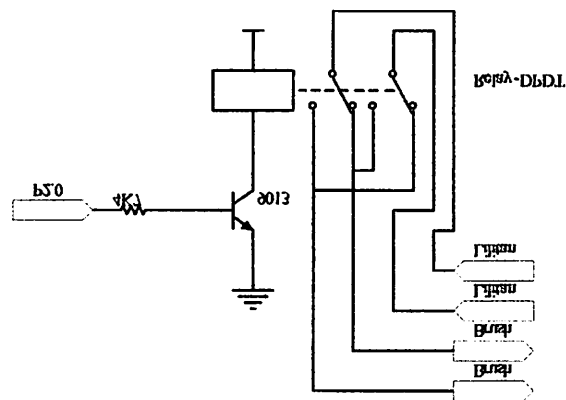
Pada rangkaian Driver untuk arah putaran pada prinsipnya sama seperti rangkaian driver motor untuk On / Off di atas, rangkaian terdiri dari relay DPDT dan sebuah transistor 9013 dengan basis yang terhubung dengan Resistor 4K7 Ohm, nilai resistor tersebut didapat dengan cara yang sama seperti rangkaian driver motor On /Off yaitu :

$$5 - I_B \cdot R_B - V_{BE} = 0$$

$$R_B = \frac{5 - 0.7}{0.909 \cdot 10^{-3}}$$

$$= 4,73 \cdot 10^3 \text{ Ohm}$$

$$= 4K7 \text{ Ohm}$$



**Gambar 3-10. Rangkaian Driver Motor.**

Perbedaannya hanya pada menghubungkan Pin dan terminal pada relay hingga mampu membalik posisi Brush pada motor *Universal* yang memungkinkan motor untuk berputar berbalik arah.

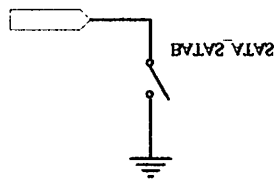
### 3.1.7. Sensor

#### 3.1.7.1. Sensor Batas

##### a. Batas Atas

sebagai pendeteksi posisi pintu telah membuka dan mencapai batas maksimum, maka diperlukan sebuah *Limit Switch* yang terpasang dengan posisi *Normally Open*.

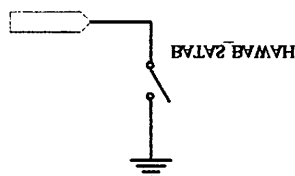
Salah satu pin pada *Limit Switch* dihubungkan dengan Port P2.2 pada CPU dan pin yang lain terhubung dengan *Ground*, sehingga pada saat pintu telah mencapai batas maksimum bagian atas dari pintu akan menyentuh batas tuas pada *Limit Switch* dan menghubungkan P2.2 dengan *Ground*, seperti pada gambar dibawah.



**Gambar 3-11. Rangkaian Sensor Batas Atas.**

#### **b. Batas Bawah**

Untuk sensor batas bawah pada dasarnya sama dengan perancangan sensor batas atas, salah satu Pin terhubung dengan P2.3 pada CPU dan Pin yang lain terhubung dengan *ground*, sehingga jika pintu bendungan telah mencapai dasar akan menyentuh tuas dan menghubungkan P2.3 dengan *ground*.



**Gambar 3-12. Rangkaian Sensor Batas Bawah.**

### 3.1.7.2. Sensor Arus

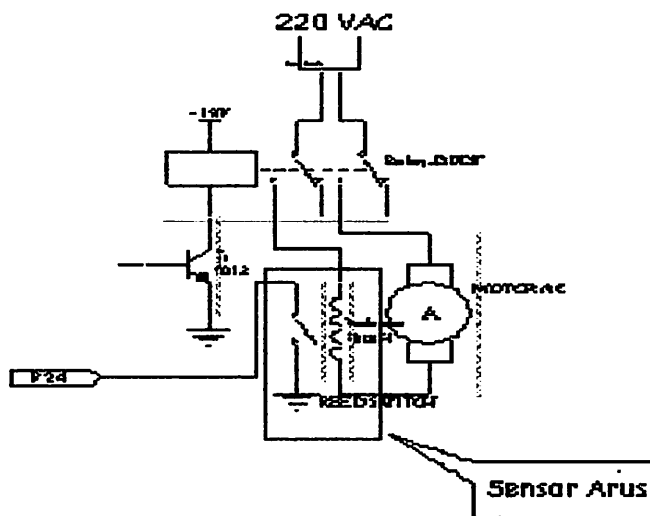
Rangkaian sensor arus terdiri dari sebuah reed switch dan sebuah induktor berbentuk solenoid (L), induktor tersebut akan dialiri arus AC 220 Volt, reed switch merupakan saklar elektronik yang akan aktif saat di sekitarnya terdapat medan magnet, salah satu ujung reed switch dihubungkan dengan Pin 2.4 pada kontroler, dan ujung yang lain terhubung dengan ground seperti pada gambar di bawah.

Reed switch bekerja pada range sekitar 10 AT sampai dengan 25 AT, dengan demikian :

Diketahui pada saat Overload  $I_{MOTOR} = 0,35$  Amp

Maka :

$$\begin{aligned} \text{Lilitan} &= 10 / 0,35 \\ &= 28,8 \approx 29 \text{ Lilitan} \end{aligned}$$

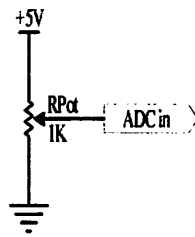


**Gambar 3-13. Rangkaian Sensor Arus.**



### 3.1.7.3. Sensor Level Posisi Pintu

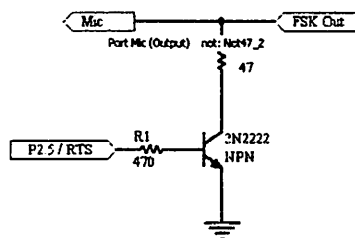
Sebagai pendeteksi posisi buka-tutup pintu diperlukan sensor berupa Potensiometer yang langsung terhubung dengan input ADC 0804, nilai resistansi yang digunakan adalah sebesar 1 Kohm dengan input sebesar 5 Volt, seperti pada gambar.



Gambar 3-13. Rangkaian Sensor Arus.

### 3.1.8. Perancangan Switch PTT elektronik

Switch PTT (Push to Talk) adalah rangkaian yang mengkondisikan radio transceiver dalam keadaan *transmit* (memancar) atau *receive* (menerima).



Gambar 3-14. Rangkaian PTT elektronik.

Pada rangkaian di atas, jika pada basis diberi sinyal (level TTL) maka akan menurunkan tegangan pada speaker transceiver menjadi mendekati nol (1,87 V), hal ini yang menyebabkan radio dalam keadaan transmit (memancar).

Pada datasheet diketahui :

- $h_{FE} = 75$
- $V_{CE} = 40 \text{ mV}$
- $I_C = 800 \text{ mA}$
- $I_B = \frac{I_C}{h_{FE}} = \frac{800 \text{ mA}}{75} = 10,6 \text{ mA}$

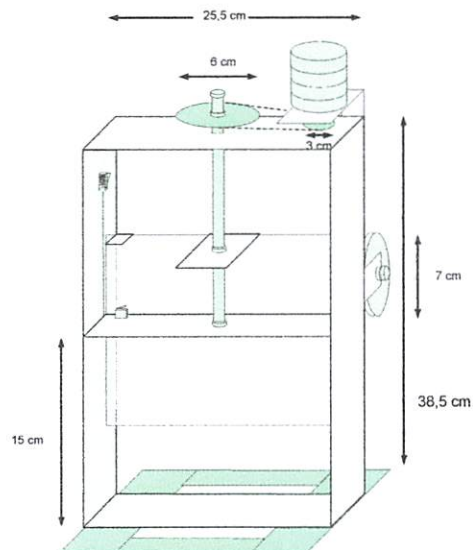
Maka :

$$R_C = \frac{5 - 40 \cdot 10^{-3}}{800 \cdot 10^{-3}} = 62 \text{ Ohm} \approx 47 \text{ Ohm}$$

$$R_B = \frac{5 - 0,7}{10,6 \cdot 10^{-3}} = 405 \text{ Ohm} \approx 470 \text{ Ohm}$$

### 3.1.8 Perancangan Mekanik

Dalam perancangan mekanik berupa miniatur pintu bendungan, pintu bendungan dirancang sebanyak satu buah, seperti gambar di bawah ini :



Miniatur pintu bendungan dirancang dengan spesifikasi sebagai berikut :

Tinggi	=	38,5	cm
Lebar	=	25,5	cm
Tinggi Pintu	=	15	cm
Diameter roda ulir	=	6	cm
Diameter roda motor	=	3	cm
Diameter Lingkaran Sensor Level	=	7	cm
Lebar tiap ulir	=	1	mm

Dengan spesifikasi di atas, dapat ditentukan jumlah putaran yang dibutuhkan motor untuk satu kali putaran atau menggeser posisi pintu 1 mm, yaitu:

$$\text{Keliling Lingkaran} = 2 \pi \times R.$$

$$\text{Untuk Roda pada motor, Keliling} = 2 \pi \times 1,5 = 9,42 \text{ cm}$$

$$\text{Roda pada Ulir, Keliling} = 2 \pi \times 3 = 18,84 \text{ cm}$$

Jadi untuk satu kali putaran roda pada ulir, dibutuhkan 2 kali putaran roda motor, dengan kata lain untuk menggeser posisi pintu sebanyak 1 mm, diperlukan 1 kali putaran roda pada motor.

Untuk membuka atau menutup pintu keseluruhan, dibutuhkan Jumlah putaran sebanyak :

$$150 \times 2 = 300 \text{ Putaran.}$$

### **3.2 Perancangan Perangkat Lunak**

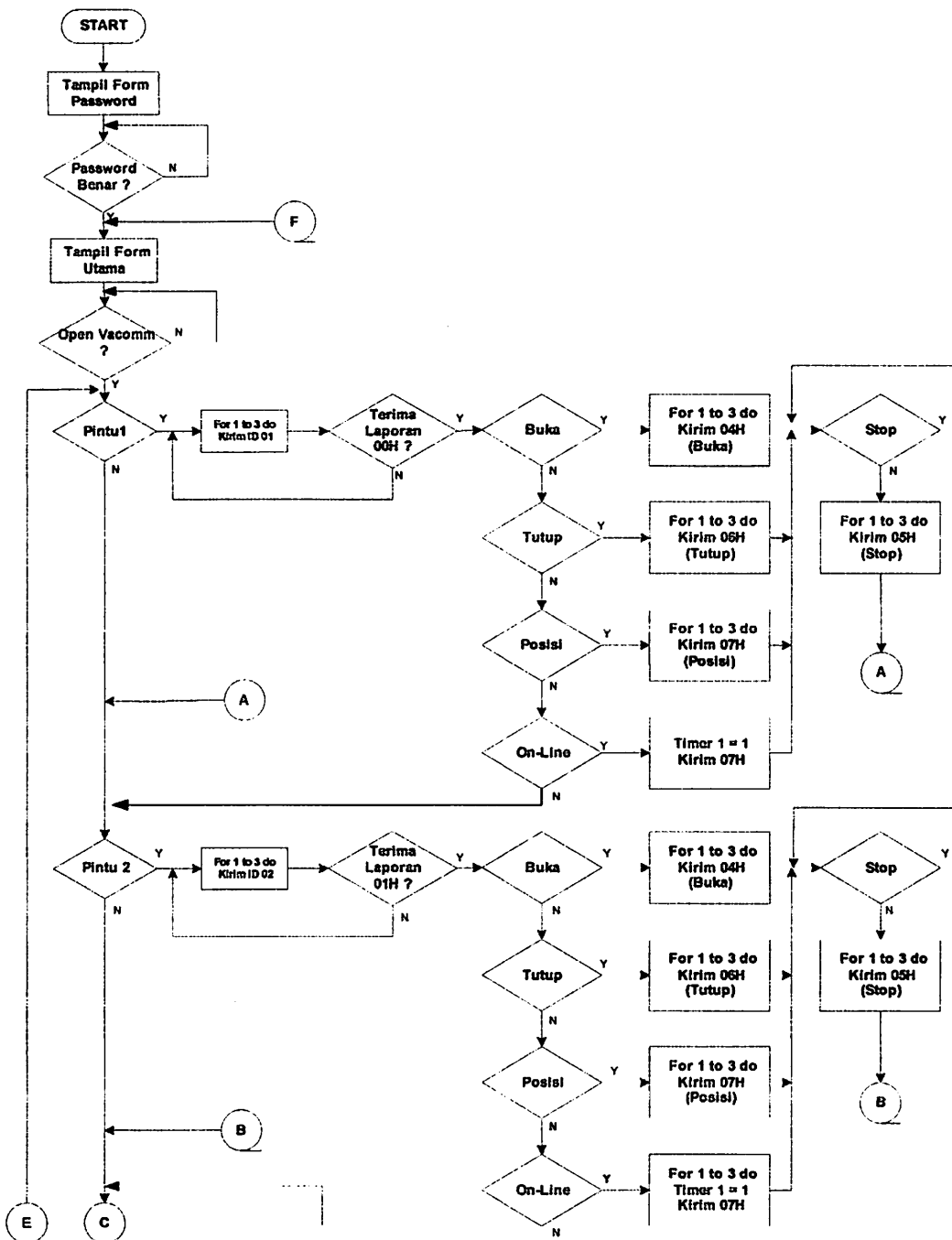
Untuk mendukung *hardware* yang sudah dibuat, maka dibutuhkan perangkat lunak ( *software* ) supaya perangkat keras tersebut bisa berjalan sesuai dengan tujuan. Mikrokontroler dapat mengendalikan seluruh sistem apabila ada urutan instruksi yang mendefinisikan secara jelas urutan kerja yang harus dilaksanakan. Dalam perancangan alat ini perangkat lunak yang digunakan adalah bahasa pemrograman *assembler* dan perangkat lunak bahasa pemrograman Delphi.

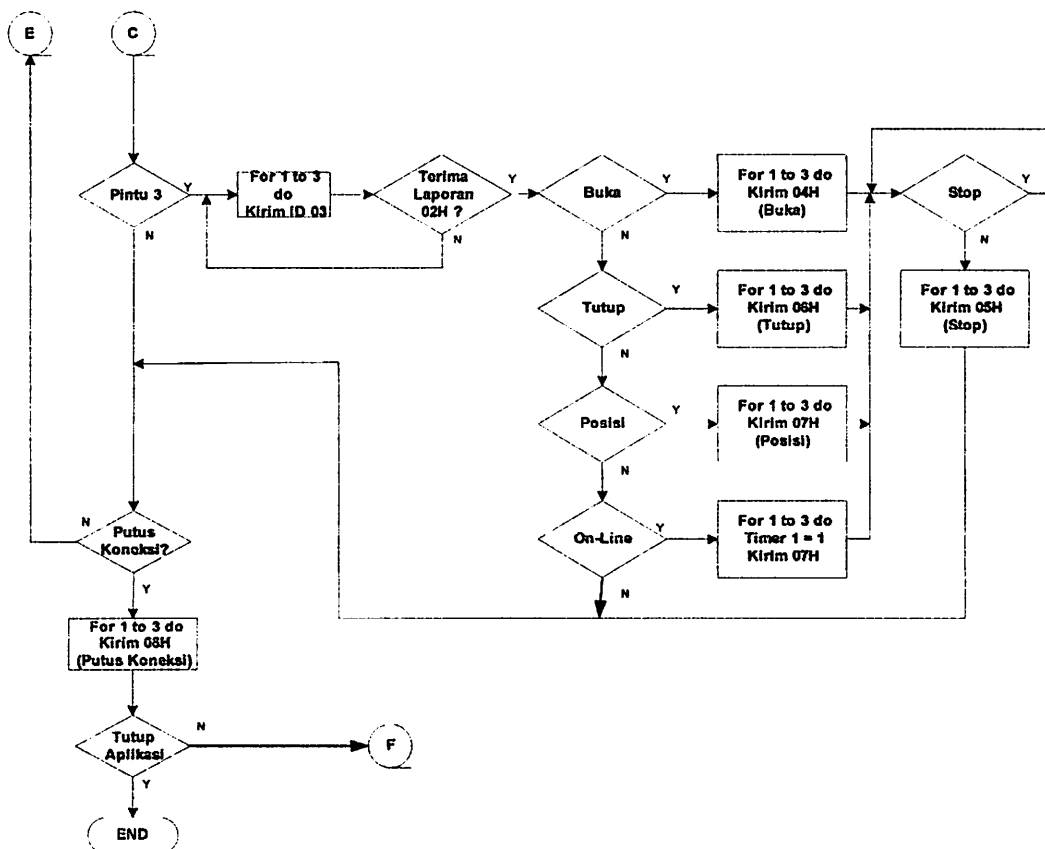
Perangkat lunak yang akan dirancang meliputi perangkat lunak yang mendukung sistem pada RTU (di bendungan) yang terbentuk dari bahasa pemrograman *assembly* dan perangkat lunak yang mendukung sistem pada Workstation yaitu dengan bahasa pemrograman delphi.

Proses pertama dalam perancangan ini adalah membuat alur program yang nantinya akan diteruskan dengan proses Coding.

#### **3.2.1 Alur Program pada Workstation**

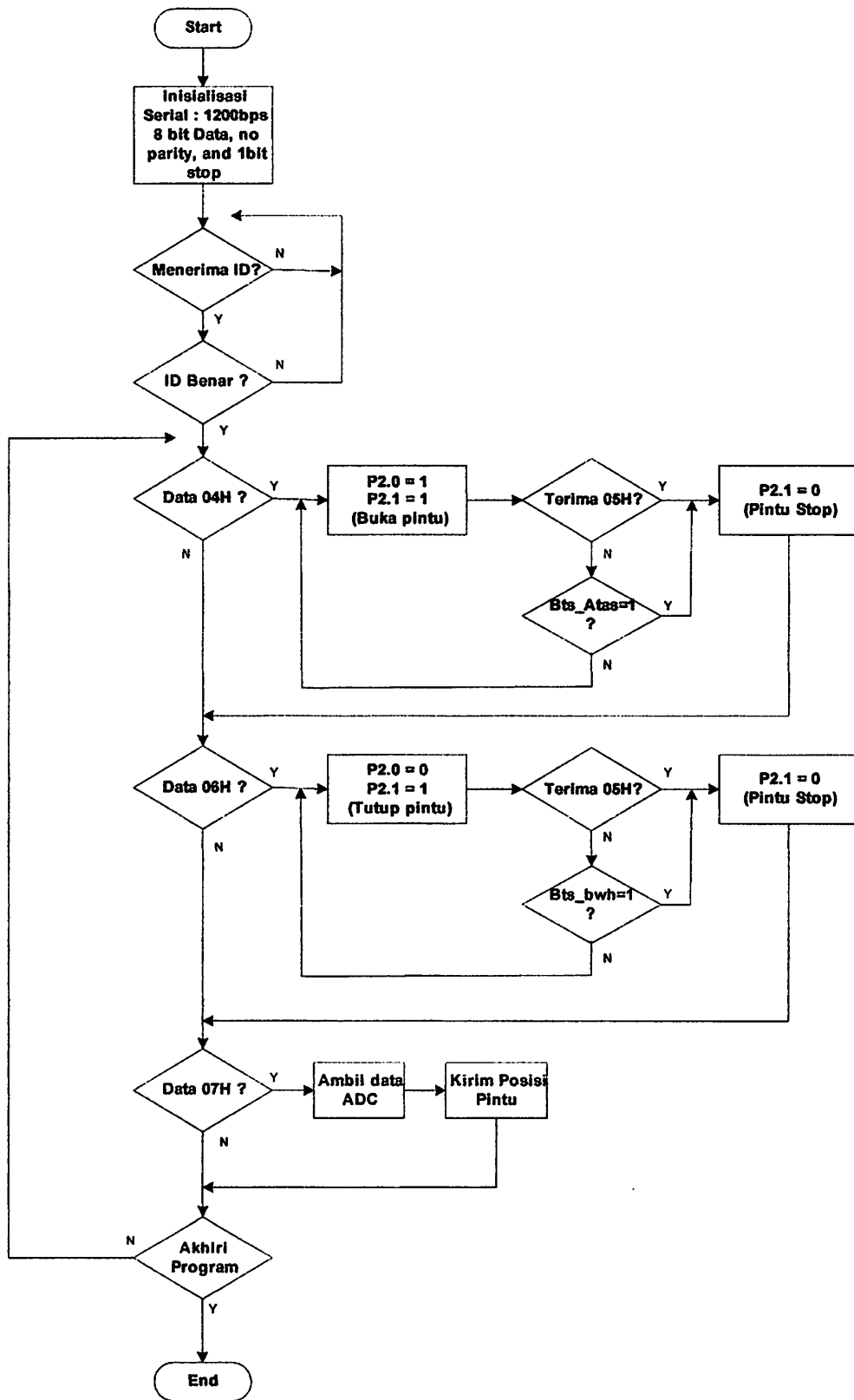
Sistem yang direncanakan pada *Workstation* memiliki diagram alur sebagai berikut :





### 3.2.2 Alur Program pada RTU

Sedangkan pada setiap RTU memiliki alur program yang berbeda dengan alur program yang ada pada Workstaion. Alur program yang dimaksud adalah sebagai berikut :



## **BAB IV**

### **PENGUKURAN DAN PENGUJIAN**

#### **4.1. Pendahuluan**

Pengujian dan pengukuran dilakukan untuk mengetahui sejauh mana peralatan dapat bekerja sesuai dengan perencanaan. Pengukuran dan pengujian dilakukan melalui dua tahap, yakni pengukuran pada setiap blok dan pengukuran pada sistem secara keseluruhan. Tahap pertama dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana blok-blok rangkaian dapat berjalan, sedangkan tahap kedua dilakukan setelah diperoleh kepastian bahwa tiap blok rangkaian telah berjalan sesuai rencana. Pada tahap ini setiap blok rangkaian diintegrasikan menjadi sebuah sistem untuk kemudian dilakukan pengujian dan pengukuran secara menyeluruh.

#### **4.2. Peralatan yang Digunakan**

Peralatan yang digunakan pada pengukuran dan pengujian ini adalah :

- |  |        |
|--|--------|
| 1. Personal Computer   | 1 buah |
| 2. Soundcard   | 1 buah |
| 3. WaveTools Version 1.0.<br>Audio Analysis software for Windows | 1 buah |
| 4. Power Supply  | 2 buah |
| 5. Multitester Digital (DMM)                                     | 1 buah |



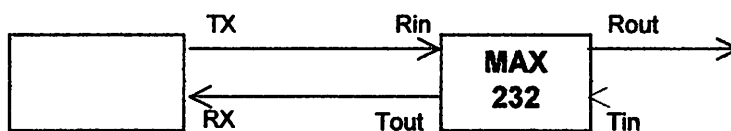
### 4.3. Pengujian dan Pengukuran

#### 4.3.1. Pengujian Perangkat Keras

##### 4.3.1.1. Level Converter

Pengujian rangkaian level converter dilakukan dengan mengumpukan balikkan data yang dikirim melalui port RS-232. Data serial yang dikirimkan lewat port serial setelah melewati IC Maxim 232 akan berubah menjadi data dengan level tegangan TTL, data dengan level tegangan TTL ini kemudian dibalikkan kembali melewati IC Maxim 232 sehingga berubah kembali menjadi level tegangan RS-232 untuk kemudian diterima oleh PC.

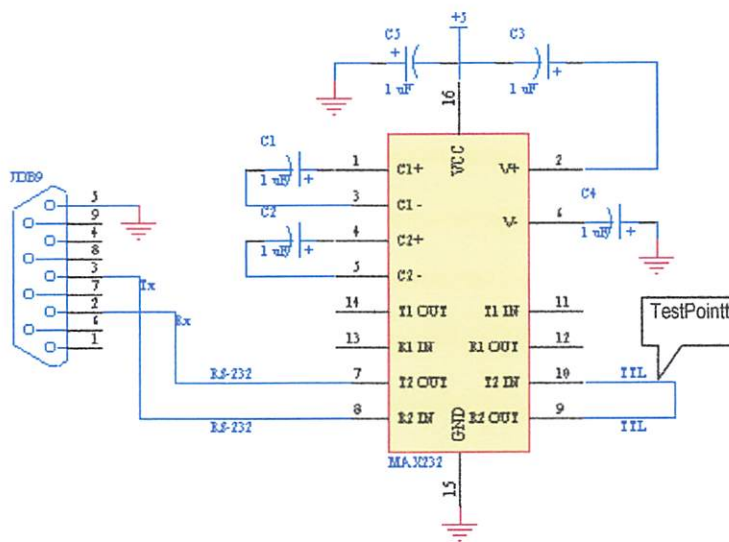
Pengujian rangkaian level converter dilakukan dengan mengumpukan balikkan data yang dikirim melalui port RS-232. Data serial yang dikirimkan lewat port serial setelah melewati IC Maxim 232 akan berubah menjadi data dengan level tegangan TTL, data dengan level tegangan TTL ini kemudian dibalikkan kembali melewati IC Maxim 232 sehingga berubah kembali menjadi level tegangan RS-232 untuk kemudian diterima oleh PC.



**Gambar 4-1. Metode Pengujian MAX-232.**

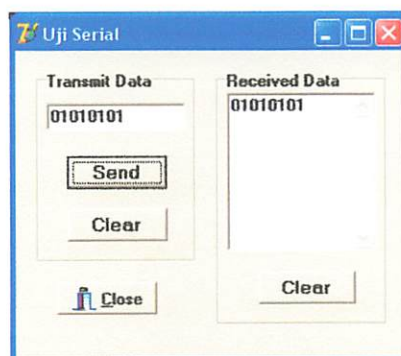
Implementasi pengujian rangkaian Level converter dilakukan dengan menghubungkan pin 3 (Tx) dari port RS-232 dengan pin 8 (R2in) IC Max232. Logika dengan level tegangan RS-232 yang masuk pada pin 8 (R2in) akan berubah

menjadi level TTL pada pin 9 (T2out), kemudian logika TTL tersebut diumpan balikkan pada pin 18 (T2in) IC Max232. Logika TTL yang masuk pada pin 18 (T2in) IC Max232 akan berubah menjadi level tegangan RS-232 pada pin 7 (T2Out) IC Max232 yang kemudian diterima kembali oleh PC melalui Pin 2 (Rx) Port RS-232. Schema dari rangkaian pengujian diperlihatkan pada gambar berikut :

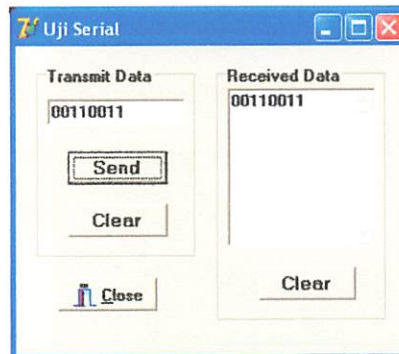


**Gambar 4-2. Rangkaian Pengujian Level Converter.**

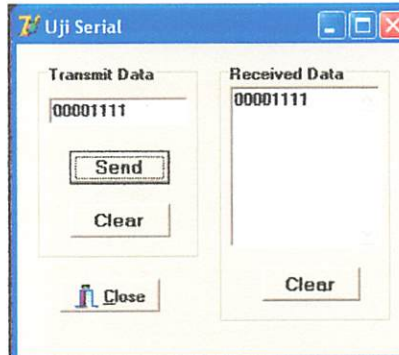
Data yang dikirim PC 01010101 maka data yang diterima oleh PC pun sama 01010101.



Data yang dikirim PC 00110011 maka data yang diterima oleh PC pun sama 00110011.



Data yang dikirim PC 00001111 maka data yang diterima oleh PC pun sama 00001111.



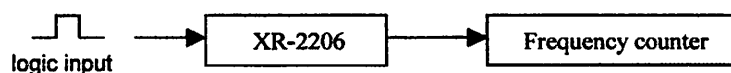
Dalam percobaan pengujian dilakukan 6 kali percobaan mengirim data 8 bit, dan ditunjukkan oleh tabel berikut.

**Tabel 4 – 1. Hasil Pengujian Rangkaian Level Converter**

Kirim	Terima
00110101	00110101
00001111	00001111
01100110	01100110
10000000	10000000
11111110	11111110
10011110	10011110

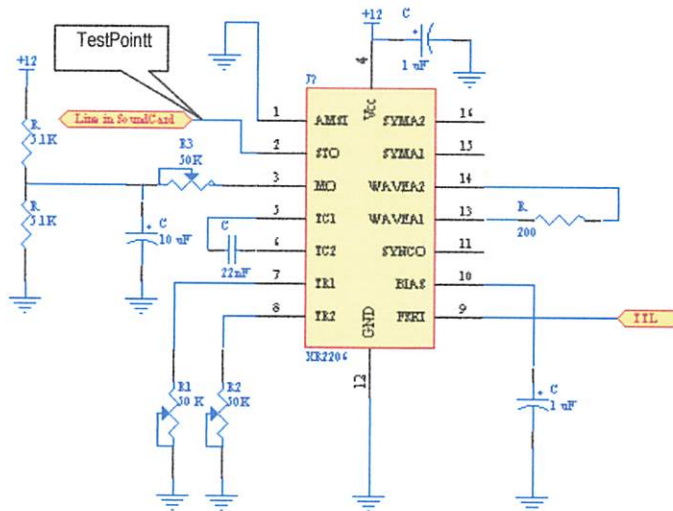
#### 4.3.1.2. Modulator FSK

Pada bagian ini hal yang perlu diukur dan diketahui adalah frekuensi pada kondisi mark dan frekuensi pada kondisi space dari rangkaian modulator FSK. Untuk mengetahui frekuensi yang dihasilkan IC XR-2206, dilakukan pengukuran dengan metode seperti gambar blok diagram berikut ini.



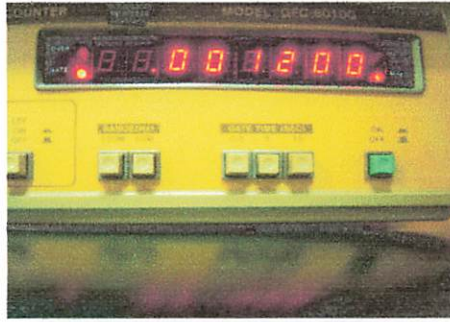
**Gambar 4-4. Metode Pengujian Modulator FSK.**

Input logika TTL diberikan pada pin 9 (*FSK input*), kemudian keluaran frekuensi gelombang sinus diukur pada pin 2 (*Sine or Triange WaveOutput*). Pengukuran frekuensi menggunakan PC dan soundcard dengan bantuan software Audio Analysis. Schematic dari rangkaian pengujian diperlihatkan pada gambar berikut :

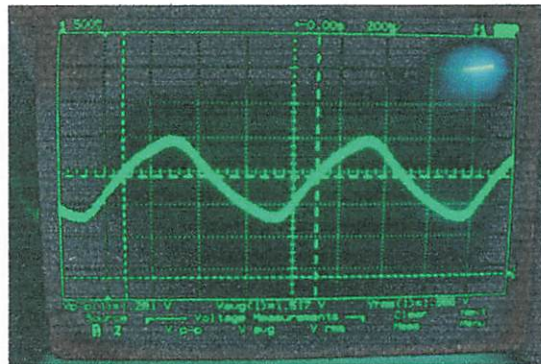


**Gambar 4-5. Rangkaian Pengujian Modulator FSK**

Apabila diinputkan logika '1' pada rangkaian modulator FSK maka, diharapkan rangkaian tersebut menghasilkan frekuensi pada kondisi mark F1 sebesar 1200 Hz. Pengaturan frekuensi dilakukan dengan memutar variable resistor R1 50KΩ yang terhubung pin 7 (*Timing Resistor 1*) IC XR-2206. Hasil pengukuran dan pengujian ditunjukkan dengan gambar berikut.



**Gambar 4-6. Pengujian Frekuensi saat kondisi Mark F1 IC-XR2206**



**Gambar 4-7. Pengujian Gelombang Frekuensi saat kondisi Mark F1 IC-XR2206**

Dari hasil pengujian yang dilakukan, untuk menghasilkan frekuensi pada saat kondisi mark (F1) sebesar 1200 Hz dengan nilai capacitor yang telah ditentukan sebesar 22 nf dibutuhkan pengaturan pada resistor R1 yang berupa variabel resistor sebesar 35,7 K $\Omega$ . Nilai variable resistor R1 sebelum pengaturan diawali dari nilai 0  $\Omega$ . Dari hasil pengaturan telah didapatkan nilai frekuensi saat kondisi mark sesuai dengan yang diharapkan sebesar 1200 Hz.

Selanjutnya dilakukan pengujian dan pengaturan frekuensi saat kondisi space (F2) pada perangkat modulator. Pengaturan dilakukan dengan

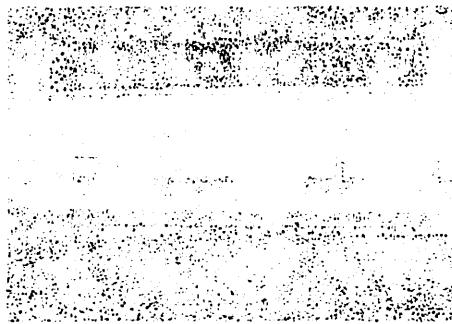


Figure 1: A rectangular image with a dense, grainy texture, possibly a scan of a document page.

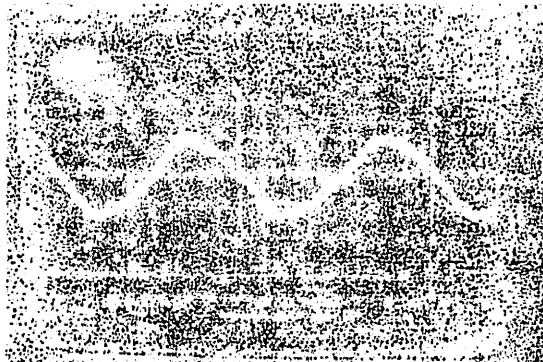


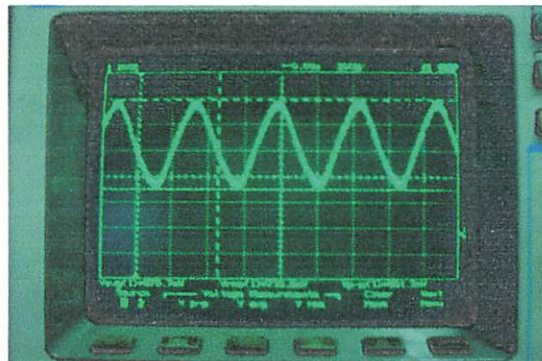
Figure 2: A rectangular image showing a pattern of interconnected, irregular shapes, possibly a network diagram or a textured surface.

The following text is extremely faint and illegible due to the low quality of the scan. It appears to be a multi-paragraph document, but the content cannot be discerned.

menghubungkan pin 9 (*FSK input*) dengan logika '0'. Setelah hal ini dilakukan frekuensi keluaran akan bergeser. Dari frekuensi F1 sebesar 1200Hz menjadi frekuensi F2 yang diharapkan bernilai sebesar 2200Hz. Untuk mendapatkan nilai frekuensi F2 sesuai dengan diharapkan, dilakukan dengan memutar variable resistor R2 50K $\Omega$  yang terhubung dengan pin 8 (*Timing Resistor 2*) IC XR-2206. Nilai variable resistor R2 sebelum pengaturan diawali nilai 0  $\Omega$ . Setelah dilakukan pengujian dan pengaturan, didapatkan hasil pengukuran dan pengujian yang diperlihatkan pada gambar berikut.



**Gambar 4-8. Pengujian Frekuensi saat kondisi Space IC-XR2206**



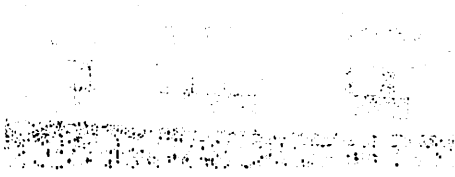
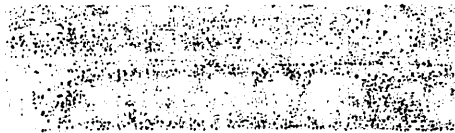
**Gambar 4-9. Pengujian Gelombang Frekuensi saat kondisi Space F1 IC-XR2206**



The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions. It emphasizes that proper record-keeping is essential for the integrity of the financial system and for the ability to detect and prevent fraud. The document also highlights the need for transparency and accountability in all financial activities.

The second part of the document outlines the specific requirements for record-keeping, including the need to maintain complete and accurate records of all transactions, to ensure that all records are properly stored and protected, and to ensure that all records are readily accessible for review and audit.

The third part of the document discusses the consequences of non-compliance with the record-keeping requirements, including the potential for fines, penalties, and the loss of the right to participate in the financial system. It also emphasizes the importance of ongoing monitoring and reporting to ensure that all requirements are being met.

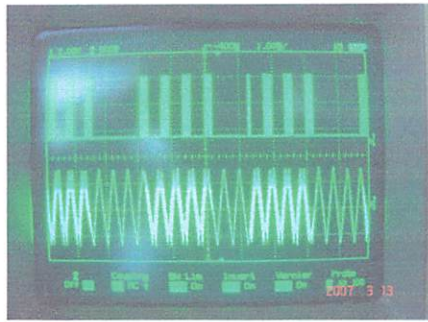


The following section discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions.



The following section discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions.

Dari hasil pengujian yang dilakukan, untuk mendapatkan frekuensi saat kondisi space (F2) sebesar 2200 Hz dengan nilai capacitor yang telah ditentukan sebesar 22 nf dibutuhkan pengaturan nilai resistor R2 yang berupa variabel sebesar 19,4 K $\Omega$ . Dari hasil pengaturan telah didapatkan nilai frekuensi saat kondisi space sesuai dengan yang diharapkan yakni sebesar 2200 Hz.

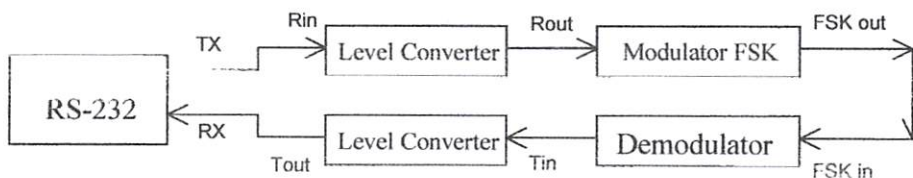


**Gambar 4-10. Pengujian Gelombang Mark-Space IC-XR2206**

Pengujian gelombang hasil modulasi pada XR-2206, yaitu dengan memberikan input digital pada pin 9 pada XR-2206.

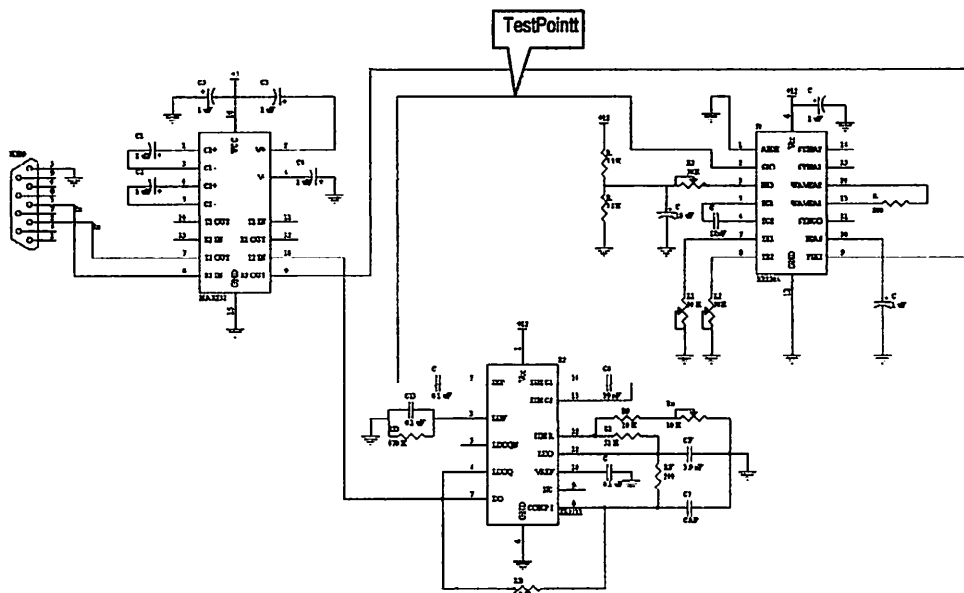
#### 4.3.1.3. Demodulator FSK

Pada bagian ini pengujian dilakukan dengan menginputkan sinyal data yang telah termodulasi FSK ke dalam rangkaian demodulator FSK. Dengan cara tersebut diinginkan agar sinyal data yang termodulasi FSK tersebut dapat diterjemahkan kembali menjadi data digital yang sesuai.



**Gambar 4-10 Metode Pengujian Demodulator.**

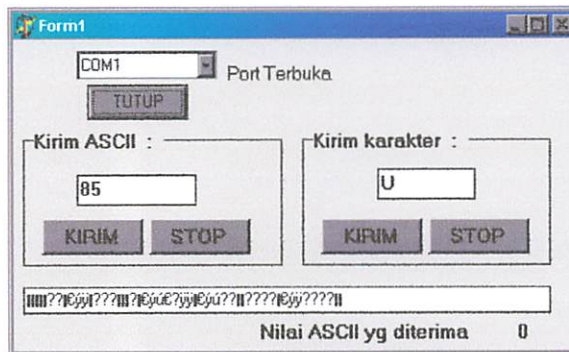
Pengujian perangkat demodulator dilakukan setelah rangkaian level konverter MAX-232 bekerja dengan benar dan rangkaian modulator XR-2206 bekerja sesuai dengan frekuensi saat kondisi mark space-nya (mark 1200Hz, space 2200Hz). Pengujian dilakukan dengan bantuan PC dan perangkat lunak yang bertugas mengirimkan data berupa sebuah karakter setiap 50 milisecond. Karakter tersebut akan dimodulasikan FSK kemudian diinputkan kedalam demodulator FSK dan diterjemahkan kembali menjadi data digital untuk diterima kembali oleh PC.



**Gambar 4-11. Rangkaian Pengujian Demodulator FSK.**

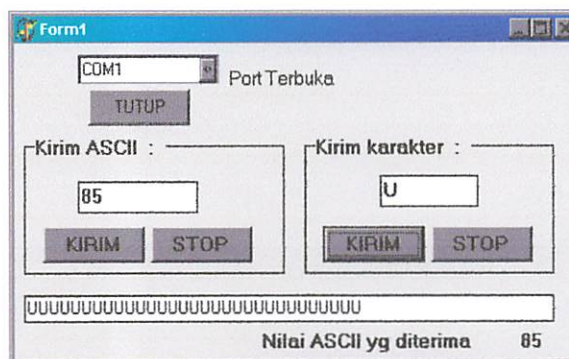
Pengaturan dilakukan pada variable resistor Rx 10K yang terhubung seri dengan resistor R0 10 K $\Omega$  pada pin 12 (timing resistor input) IC XR-2211. Nilai variabel resistor Rx dimulai dari nilai resistansi 0 K $\Omega$ . Pengaturan dilakukan dengan meningkatkan nilai resistansi Rx secara perlahan sampai IC XR-2211 memasuki wilayah penguncian yang ditandai dengan perubahan logic pada pin 6 (*lock detect*

dengan meningkatkan nilai resistansi Rx secara perlahan sampai IC XR-2211 memasuki wilayah penguncian yang ditandai dengan perubahan logic pada pin 6 (*lock detect out*) dari logika '0' menjadi '1'. Memasuki awal daerah penguncian, PC mulai menerima data namun tidak sesuai dengan data yang dikirimkannya.



**Gambar 4-12. XR-2211 Awal Memasuki Daerah Penguncian.**

Nilai resistansi Variable resistor Rx terus dinaikkan perlahan hingga data yang diterima oleh PC sesuai dengan data yang dikirimkan. Hasil pengaturan dapat dilihat pada gambar berikut:



**Gambar 4-13. Hasil Peneraan IC XR-2211.**

Dari hasil pengaturan IC XR221, untuk dapat mendemodulasikan data dengan benar, dibutuhkan pengaturan nilai resistansi yang terhubung dengan pin 12 (timing resistor input) hingga bernilai 15,1 K $\Omega$ . Pengujian dilanjutkan dengan pengiriman berbagai karakter ASCII lainnya. Setelah menjalani pengaturan tersebut, didapatkan bahwa data yang diterima telah sesuai dengan data yang dikirim sehingga disimpulkan bahwa modulator telah berfungsi dengan benar.

**Tabel 4-2. Nilai R1 dan R2 pada Modulator**

<b>Frekwensi Hz</b>	<b>C nF</b>	<b>R1 K<math>\Omega</math></b>	<b>R2 K<math>\Omega</math></b>
1200	22	35,7	-
2200		-	19,4

Dalam keseluruhan sistem informasi dimungkinkan terjadinya potensi error, dalam signal digital akan muncul bit error yakni kejadian dimana terjadi kesalahan penerimaan bit yaitu berkebalikan terhadap bit yang dikirimkan. Biner 0 yang dikirimkan akan berubah menjadi biner 1 ketika diterima atau sebaliknya. Dalam pengujian berikut akan diukur jumlah kejadian error bit dalam pentransmisian data melalui modem FSK yang telah dibuat.

Dalam sistem yang dibuat, digunakan baudrate data sebesar 300 bit per second. Dengan demikian dapat dihitung waktu yang dibutuhkan untuk mengirim 1 bit adalah :

$$\begin{aligned} \text{Waktu bit} &= 1000 \text{ ms} / 1200 \text{ bit} \\ &= 0,833 \text{ ms} \end{aligned}$$

Sedangkan waktu untuk mengirimkan sejumlah data dapat dihitung dengan mengalikan jumlah bit data dengan waktu untuk satu bit. Dalam tranmisi serial asynchronous, tiap byte data mengalami penambahan beberapa bit kontrol yaitu startbit, stopbit, dan parity bit. Pada sistem yang dibuat menggunakan baudrate 300 bps dengan 1 startbit, 8 databit, 1stopbit, dan parity ganjil. Sehingga waktu transmisi untuk sejumlah data dalam ukuran byte dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Waktu data} &= \text{ukurandata} \times (\text{startbit} + \text{databit} + \text{paritybit} + \text{stopbit}) \times \text{waktubit} \\ &= \text{ukurandata} \times (1+8+1+1) \times 0,833 \\ &= \text{ukurandata} \times 11 \times 0,833 \end{aligned}$$

Pengujian dilakukan menggunakan software yang bertugas membandingkan data yang diterima dengan data acuan. Hal tersebut untuk mencari error bit yang terjadi. Software juga melakukan pencatatan waktu awal penerimaan data dan waktu akhir penerimaan data untuk mendapatkan waktu transmisi data. Hasil pengujian bit error serta pengujian waktu transmisi diperlihatkan dalam tabel berikut:

**Tabel 4-3. Hasil Pengujian Bit Error dan Waktu Pengiriman Data Modulator Demodulator FSK dengan baudrate 1200 bps, databit 8, stopbit 1**

Data dikirim (Byte)	Data diterima (Byte)	Biterror (bit)	Waktu Perhitungan (ms)	Waktu Pengujian (ms)	Penyimpangan (ms)
128	128	0	1173	1160	13
128	128	0	1173	1159	14
128	128	0	1173	1159	14
256	256	0	2347	2309	38
256	256	0	2347	2309	38
256	256	0	2347	2309	38

512	512	0	4693	4670	23
512	512	0	4693	4669	24
512	512	0	4693	4670	23
1024	1024	0	9387	9390	3
1024	1024	0	9387	9390	3
1024	1024	0	9387	9390	3
2048	2048	0	18773	18729	44
2048	2048	0	18773	18729	44
2048	2048	0	18773	18729	44
4096	4096	0	37547	37509	38
4096	4096	0	37547	37510	37
4096	4096	0	37547	37510	37
8192	8192	0	75093	75030	63
8192	8192	0	75093	75030	63
8192	8192	0	75093	75030	63
16384	16384	1	150186	150279	93
16384	16384	0	150186	150219	33
16384	16384	0	150186	150169	17

Dari hasil pengujian didapatkan penyimpangan rata rata sebesar 22 ms namun data tetap diterima dengan benar. Terjadi 1 error bit pada saat mengirimkan data sebesar 16384 byte dengan penyimpangan waktu sebesar 93ms.

#### 4.3.1.4 *Signal to Noise Ratio (SNR)*

Signal Noise Ratio adalah perbandingan sinyal data yang ditransmisikan terhadap noise yang terjadi pada radio transceiver.

Pada pengukuran noise pada pesawat penerima didapatkan signal noise, yaitu  $V_{\text{NOISE(RMS)}} = 413,4 \text{ mV}$ .

Pada saat pengiriman data berlogika high (1), pada pesawat penerima didapat :

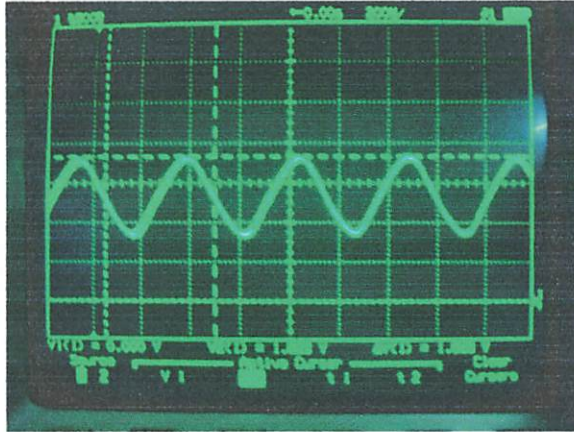
$$V_{\text{P-P}} = 6,031 \text{ Volt}$$

$$\text{Frek} = 1,205 \text{ KHz}$$

$$V/\text{div} = 1 \text{ Volt}$$

$$T/\text{div} = 100 \mu\text{s}$$

Dan ditunjukkan pada gambar berikut :



**Gambar 4-14. Sinyal Pada Pengiriman data berlogika 1**

Dengan demikian :

$$\begin{aligned} V_{\text{Signal}} &= 0,707x \frac{V_{P-P}}{2} \\ &= 0,707x \frac{6,031}{2} \\ &= 2,131 \text{ Volt} \end{aligned}$$

Jadi Signal Noise Ratio yang terjadi pada saat pengiriman data dengan logika 1 (high) :

$$\begin{aligned} \text{SNR} &= 20 \log \frac{V_S}{V_N} \\ &= 20 \log \frac{2,131}{0,4134} \\ &= 14,24 \text{ dB} \end{aligned}$$



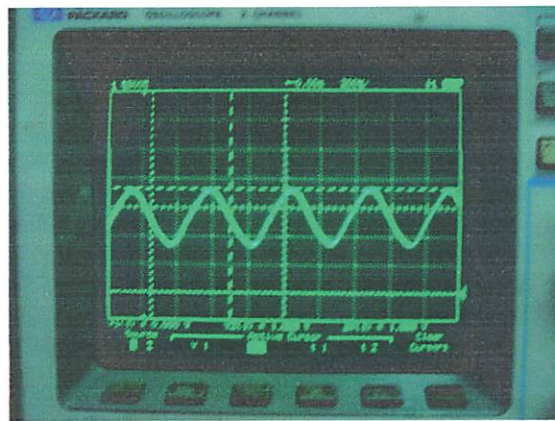
Untuk pengiriman data berlogika low (nol), pada pesawat penerima didapatkan

$$V_{P-P} = 3,063 \text{ Volt}$$

$$\text{Frek} = 2,193 \text{ KHz}$$

$$V/\text{div} = 1 \text{ Volt}$$

$$T/\text{div} = 100 \text{ } \mu\text{s}$$



**Gambar 4-15. Signal Pengiriman Data berlogika 0**

Dengan demikian :

$$\begin{aligned} V_{\text{Signal}} &= 0,707x \frac{V_{P-P}}{2} \\ &= 0,707x \frac{3,063}{2} \\ &= 1,082 \text{ Volt} \end{aligned}$$

Jadi Signal Noise Ratio yang terjadi pada saat pengiriman data dengan logika 0

(LOW) :

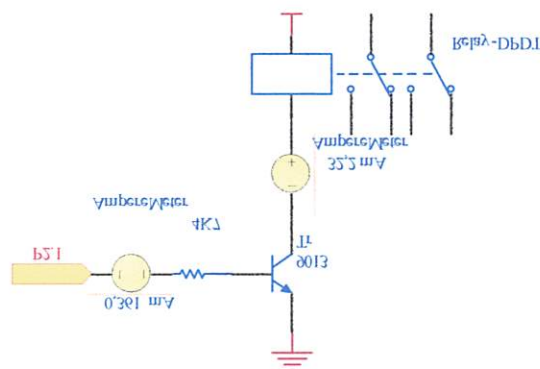
$$\begin{aligned}
 \text{SNR} &= 20 \log \frac{V_S}{V_N} \\
 &= 20 \log \frac{1,082}{0,4134} \\
 &= 8,35 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

**Tabel 4-4. Tabel Perhitungan NSR**

Logika	$V_{\text{NOISE}}$ Volt <sub>(RMS)</sub>	F KHz	$V_{\text{P-P}}$ Volt	SNR dB
0	0,4134	2,193	3,063	8,35
1		1,205	6,031	14,24

#### 4.3.1.5. Rangkaian Driver Motor

Rangkaian driver motor terdiri dari komponen Transistor 9013 dengan Rb yang konstan sebesar 4,7 Kohm, dan sebuah Relay 12 Volt. Rangkaian seperti pada gambar berikut



**Gambar 4-16. Pengujian Rangkaian Driver Motor**

Dari hasil pengukuran, didapat :

$$I_B = 0,361 \text{ mA}$$

$$I_C = 32,2 \text{ mA}$$

Dan diketahui :

$$R_B = 4,7 \text{ Kohm}$$

$$R_C = 343 \text{ Ohm}$$

$$V_{CE(SAT)} = 0,6 \text{ Volt}$$

$$V_{CC} = 12 \text{ Volt}$$

$$V_{OH} = 2,4 \text{ Volt}$$

Maka :

$$\begin{aligned} I_C &= \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_B} \\ &= \frac{12 - 0,6}{343} \\ &= 33,2 \text{ mA} \end{aligned}$$

dan

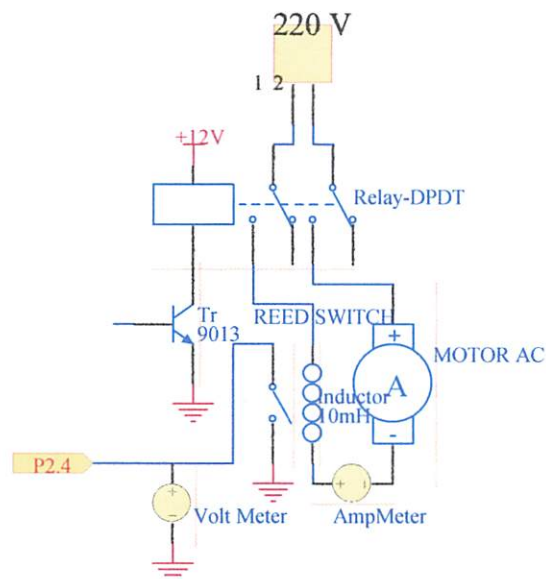
$$\begin{aligned} I_B &= \frac{2,4 - 0,7}{4700} \\ &= 0,361 \text{ mA} \end{aligned}$$

**Tabel 4-5. Perbandingan Pengukuran dan Perhitungan Arus Transistor Driver**

Parameter	Pengukuran mA	Perhitungan mA
$I_C$	32,2	33,20
$I_B$	0,361	0,361

#### 4.3.1.6. Pengujian Detektor Arus

Pada pengujian rangkaian detektor arus, rangkaian disusun seperti gambar berikut:



**Gambar 4-17. Pengujian Detektor Arus**

Pada saat keadaan pintu tertahan untuk tertutup karena terhalang, yaitu saat motor berhenti berputar dan konsumsi arus oleh motor  $I = 0,35$  Amp.

Tegangan pada P2.4 = 0,5 Volt.

Tabel 4-6. Hasil pengujian Detektor Arus

Kedadaan Pintu	Tegangan pada P2.4 Volt
Tidak tertahan	0,50
Tertahan	4,56

#### 4.3.2. Pengujian Sistem Keseluruhan

Pada percobaan ini, dilakukan pengujian terhadap sistem secara keseluruhan, yaitu dengan cara membari perintah dari PC kepada RTU, menggunakan program aplikasi yang telah dirancang, seperti pada gambar berikut :



Gambar 4-18. Program Aplikasi pada PC



Tutup	Menutup	Berhasil
Buka	Membuka	Berhasil
Tutup	Menutup	Berhasil
Buka	Membuka	Berhasil
Tutup	Menutup	Berhasil
Buka	Membuka	Berhasil
Tutup	Menutup	Berhasil
Buka	Membuka	Berhasil
Tutup	Menutup	Berhasil
Buka	Membuka	Berhasil
Tutup	Menutup	Berhasil
Buka	TIDAK DIRESPON	GAGAL
Tutup	Menutup	Berhasil
Buka	Membuka	Berhasil
Tutup	Menutup	Berhasil
Buka	Membuka	Berhasil
Tutup	Menutup	Berhasil
Buka	Membuka	Berhasil
Tutup	Menutup	Berhasil
Buka	Membuka	Berhasil
Tutup	Menutup	Berhasil
Buka	TIDAK DIRESPON	GAGAL
Tutup	Menutup	Berhasil
Buka	Membuka	Berhasil
Tutup	Menutup	Berhasil
Buka	Membuka	Berhasil
Tutup	Menutup	Berhasil
Buka	Membuka	Berhasil
Tutup	Menutup	Berhasil

Buka	TIDAK DIRESPON	GAGAL
Tutup	Menutup	Berhasil
Buka	Membuka	Berhasil
Tutup	Menutup	Berhasil
Buka	Membuka	Berhasil
Tutup	Menutup	Berhasil

Sedangkan pada pengujian pemantauan level posisi pintu terhadap tampilan pada PC, yaitu setiap 1 step pada PC mewakili 1 cm pada pintu bendungan, ditunjukkan pada tabel berikut.

Pada pengujian terjadi error pada pemantauan di posisi 4 cm, 9 cm, 13 cm dengan rata-rata penyimpangan 1 step

$$\begin{aligned} \text{Error} &= (3/15) \times 100 \% \\ &= 20 \% \end{aligned}$$

**Tabel 4-8. Pemantauan Posisi Pintu dari PC**

<b>Posisi Pintu Bendungan (cm)</b>	<b>Posisi Pintu pada PC (step)</b>	<b>Selisih</b>
0	0	0
1	1	0
2	2	0
3	3	0
4	5	1



5	5	0
6	6	0
7	7	0
8	8	0
9	8	1
10	10	0
11	11	0
12	12	0
13	14	1
14	14	0
15	15	0

0

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil pengujian pada bab sebelumnya, terdapat beberapa hal yang dapat disimpulkan dari penelitian ini, hal tersebut adalah sebagai berikut :

- Dari hasil pengujian rangkaian modem, dalam proses pengiriman dan penerimaan data, dari 24 kali pengiriman data yang besarnya berbeda, rata-rata penyimpangan waktu yang terjadi antara waktu penerimaan dari pengukuran dibanding perhitungan sebesar 22 ms, dan proses transmisi data terjadi error 4 %, yaitu dari 24 data yang dikirim, 23 data dapat diterima oleh penerima sesuai dengan data yang dikirim, satu data mengalami kerusakan berupa perubahan 1 bit (error satu bit), yaitu pada pengiriman data 16384.
- Perhitungan SNR (Signal Noise Ratio) didapatkan pada saat pengiriman data dengan logika 1 (high) adalah  $SNR = 14,24$  dB, dan pengiriman data berlogika low (low),  $SNR = 8,35$  dB
- Untuk 20 kali percobaan rata-rata waktu yang dibutuhkan dalam satu kali perintah membuka sampai pintu terbuka penuh adalah 18 detik.
- Sedangkan untuk proses menutup, dengan jumlah percobaan yang sama didapat rata-rata waktu 15 detik.
- Pada pengujian sistem secara keseluruhan, untuk proses memberikan perintah kepada RTU (proses membuka dan menutup) terjadi error 6 %,

yaitu dari 50 kali pemberian perintah (pengiriman data), ada 3 kali perintah tersebut tidak direspon oleh RTU.

## 5.2 Saran

Pada penelitian ini, terdapat beberapa hal yang masih bisa dikembangkan lagi dalam penelitian – penelitian berikutnya, beberapa hal tersebut antara lain :

- Pada PC di *workstation* hendaknya dilengkapi sistem pengolah data berbasis database, sehingga dapat diketahui intensitas operasional dari pintu.
- Pada sistem hendaknya dilengkapi dengan sistem terotomatisasi, yaitu sistem yang dapat bekerja sewaktu – waktu tanpa operator.
- Pada RTU, untuk aplikasi sebenarnya, detektor arus akan lebih baik jika menggunakan sensor arus, sehingga arus yang terpakai oleh motor dapat diketahui, tentunya hal ini sangat berkaitan pada proses perawatan motor.

## Daftar Pustaka

AT89C8252. American: Atmel Corporation. 2000

Budioko, Totok, *Belajar Dengan Mudah Dan Cepat Pemrograman Bahasa C Dengan SDCC Pada Mikrokontroler AT89X051/AT89C51/52*. Gava Media: Yogyakarta, 2005.

Malik, Ibnu, *Belajar Mikrokontroler ATMEL*. Gava Media: Yogyakarta, 2003.

Paul Malvino, Albert; *Prinsip-Prinsip Elektronika*, Salemba Teknik: Jakarta, 2003.

Robert F Coughlin, Frederick F Driscoll, *Penguat Operasional Dan Rangkaian Terpadu*, Erlangga: Jakarta, 1994.

Website ATMEL Corp. (<http://www.atmel.com>)

Website EXAR Corp. (<http://www.EXAR.com>)

# LAMPIRAN



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

### LEMBAR PERBAIKAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Zainal Abidin  
NIM : 02 17 021  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Teknik Elektronika  
Hari / Tanggal Ujian Skripsi : Sabtu / 17 Maret 2007

No	Materi Perbaikan	Paraf
1.	Rumus resolusi pada ADC 0804	
2.	Rangkaian Switch PTT Elektronik	

Telah Diperiksa / Disetujui :

**Dosen Penguji II**

I Komang Somawirata, ST, MT.  
NIP. Y. 103 010 0361

Mengetahui,

**Dosen pembimbing**

Ir. Sidik Noertjahjono, MT  
NIP. 102 870 0167



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

**LEMBAR PERBAIKAN SKRIPSI**

Nama Mahasiswa : Zainal Abidin  
NIM : 02 17 021  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Teknik Elektronika  
Hari / Tanggal Ujian Skripsi : Sabtu / 17 Maret 2007

No	Materi Perbaikan	Paraf
1.	Referensi tentang metode modulasi pada HT	
2.	Kenapa modem FSK diperlukan dalam sistem, dan apa akibat jika modem FSK dihilangkan.	
3.	Rangkaian lengkap dari PC ke Modem FSK dan fungsi masing-masing kaki yang digunakan.	
4.	Lengkapi skema dengan RS-232 dan Modem FSK dan HT	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Telah Diperiksa / Disetujui :

**Dosen Penguji I**

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Cahyo Chrysdian'.

DR. Cahyo Chrysdian, Msc.  
NIP. 1030400412

Mengetahui,

**Dosen pembimbing**

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Sidik Noertjahjono'.

Ir. Sidik Noertjahjono, MT  
NIP. 102 870 0167



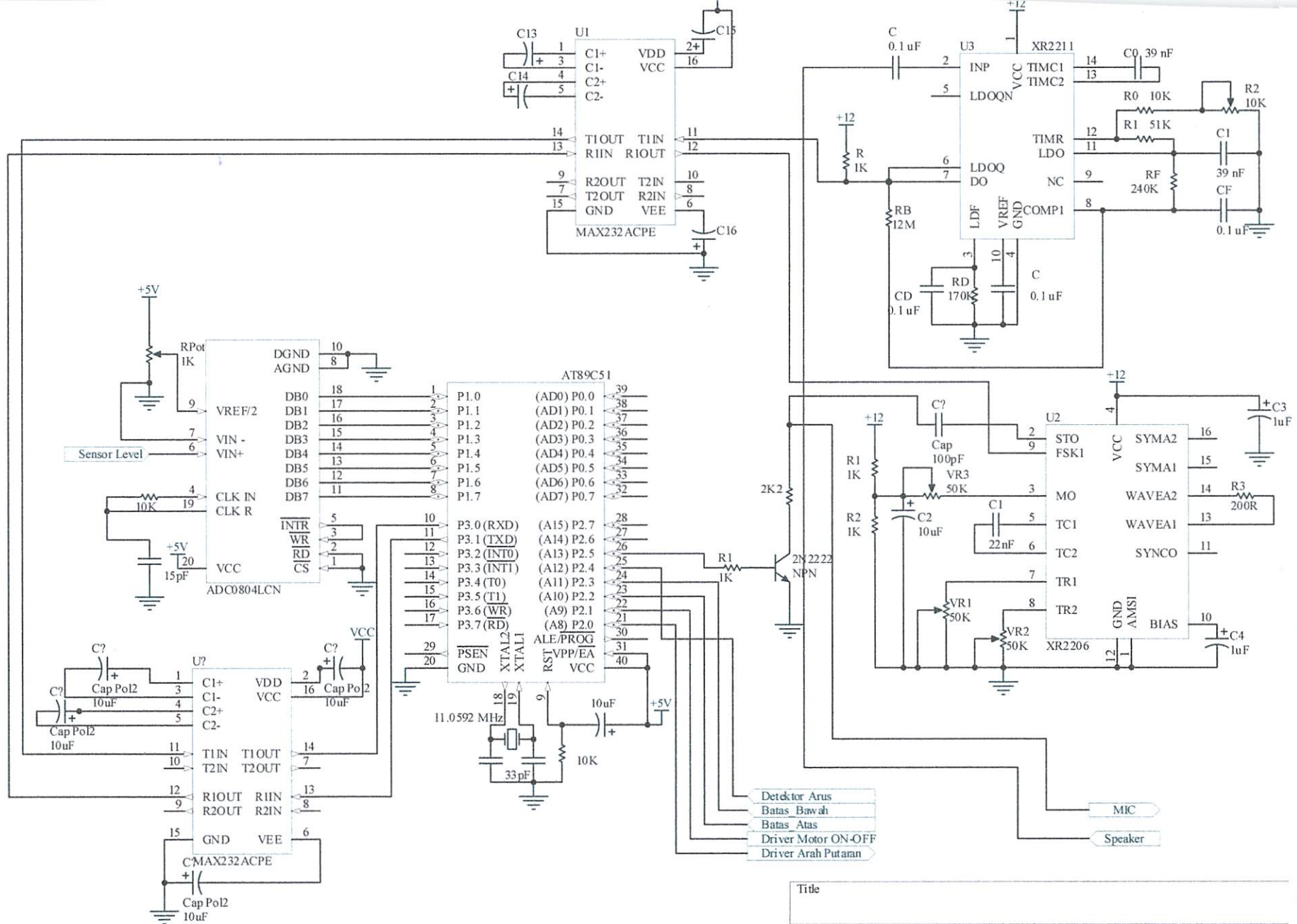
## **Lembar Koreksi**

### **Pertanyaan :**

1. Metode modulasi pada Handy-Talky
2. Akibat jika pada sistem tidak disertakan FSK Modem, atau dengan kata lain data digital serial langsung dimodulasi dan didemodulasi pada Handy-Talky.
3. Rangkaian dari PC ke FSK Modem, dan fungsi masing – masing komponen.
4. Rangkaian lengkap dengan RS-232, Modulator, Demodulator, dan HT

### **Jawab :**

1. Referensi mengenai metode modulasi pada HT dapat dilihat dari Frekuensi yang digunakan (untuk IC-2N, 144 – 146 MHz), yaitu termasuk dalam golongan VHF (Very High Frekuensi) yang ada pada 30 – 300 MHz, maka metode Modulasi pada HT tergolong dalam Modulasi Frekuensi (FM).
2. Pada HT, data analog yang diterima tidak dapat langsung didemodulasi menjadi data serial digital, hasil modulasi perubahan amplitudo masih mengandung linieritas terhadap waktu, jadi data hasil demodulasi pada HT tidak akan dianggap data digital sehingga tidak akan diolah pada PC, atau Mikrokontrol.
3. Rangkaian FSK Modem, lengkap dengan RS-232, dan fungsi serta alur kerja dari data pada masing – masing komponen, ditunjukkan sebagai berikut :
4. Rangkaian lengkap Mikrokontroller, RS-232, Modulator dan Demodulator ke HT ditunjukkan sebagai berikut :



- Detektor Arus
- Batas Bawah
- Batas Atas
- Driver Motor ON-OFF
- Driver Arah Putaran

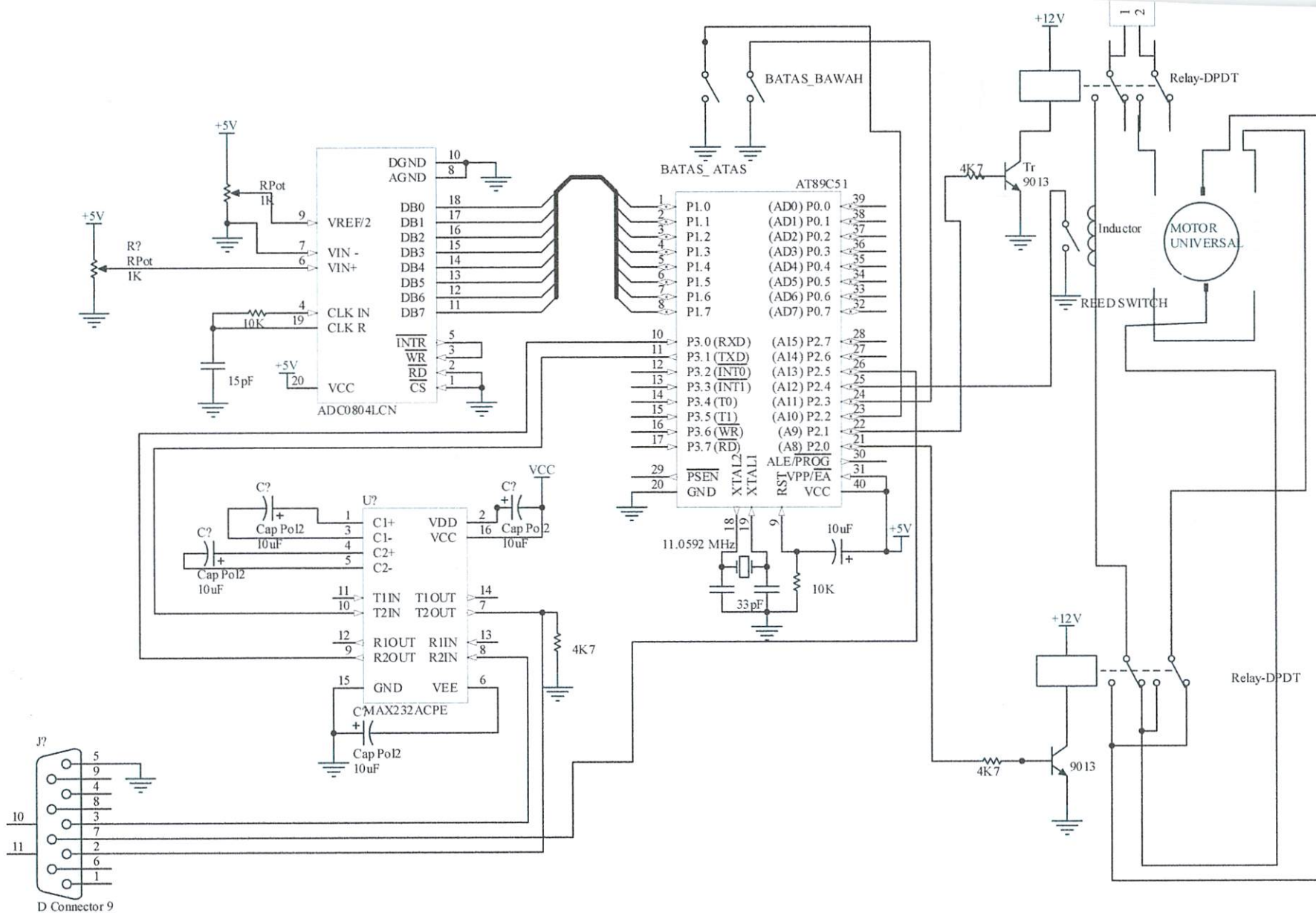
MIC

Speaker

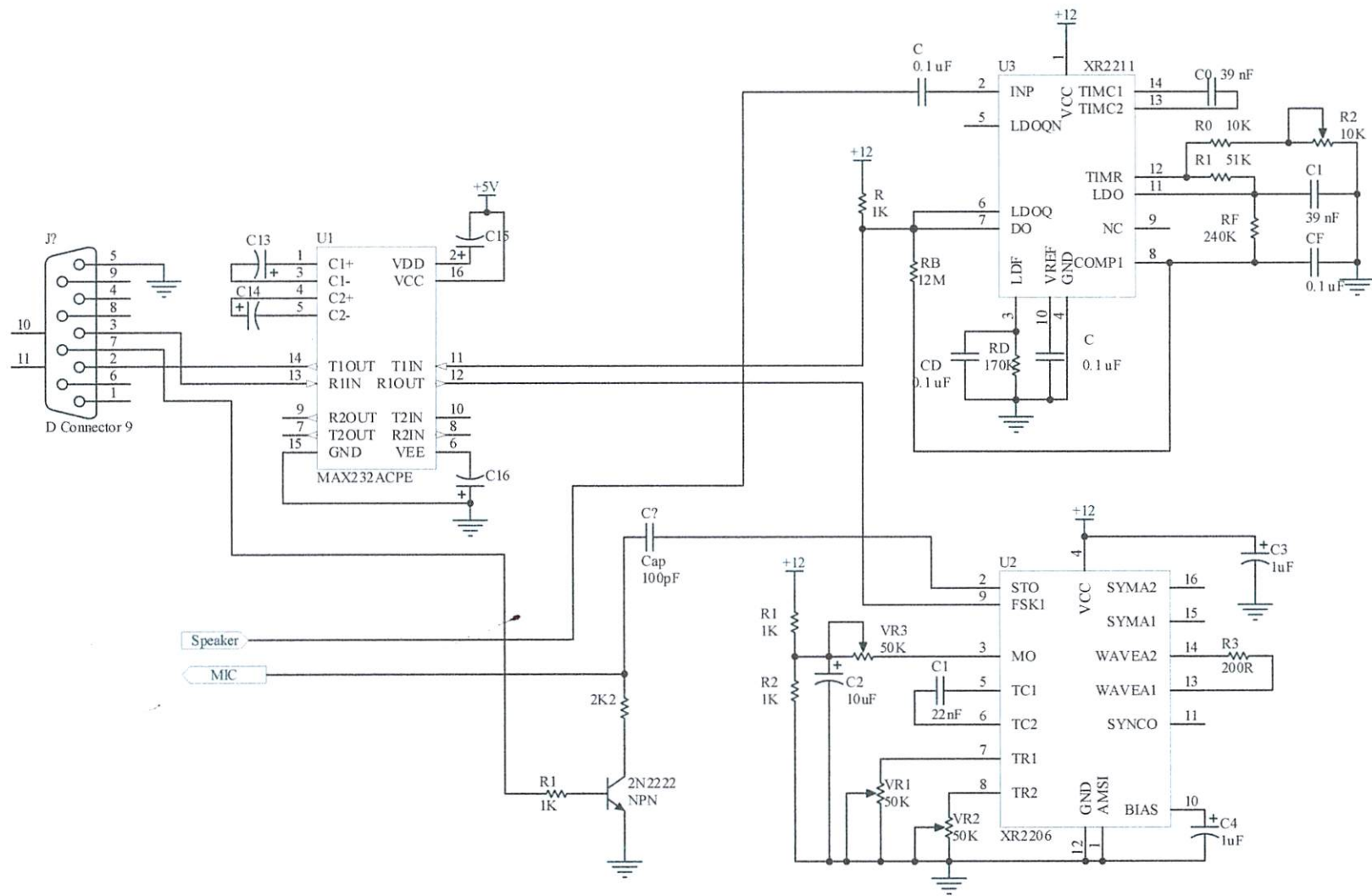
Title		
Size	Number	Revision
A		
Date:	3/22/2007	Sheet of
File:	H:\DE\lph\Sch\semua.Sch.Doc	Drawn By:

Pada gambar dapat dilihat bahwa data serial yang akan ditransmisikan akan dikeluarkan oleh controller 89C51 pada pin 11 Tx (P3.1), yang kemudian akan dihubungkan dengan R1in (Pin 13) pada Max232, hal ini dimaksudkan untuk mengantisipasi jika ada kerusakan data akibat pengkabelan, oleh sebab itu data serial akan dibuffer oleh Max232, data tersebut akan disesuaikan kembali dengan level TTL dengan menghubungkan dengan Pin 13 (R1 in) pada Max232 di modem, output data digital dengan level TTL akan masuk pada Pin 9 (FSK1) pada Modulator XR-2206, Modulator XR-2206 akan memodulasi data digital (Mark dan Space) menjadi data analog dengan dua frekuensi yang berbeda (logika 1 pada Frekuensi 1200 Hz dan logika 0 pada frekuensi 2200 Hz) menggunakan metode FSK (Frekuensi Shift Keyying), data analog tersebut akan masuk pada jalur Microphone pada HT (Handy Talky) untuk ditransmisikan.

Demikian juga jika ada data serial dari PC, data serial berupa data analog yang ada pada jalur Speaker pada HT (berupa data dengan Frekuensi 1200 Hz dan 2200 Hz) akan masuk pada Pin 2 pada demodulator XR-2211, data analog itu (Mark pada 1200 Hz dan Space pada 2200 Hz) akan didemodulasi menjadi data digital dengan level TTL, kemudian akan diteruskan ke Pin 11 (T1 in) pada Max232 untuk disesuaikan dengan level RS232, hal ini dimaksudkan untuk mencegah kerusakan data akibat panjangnya pengkabelan, level RS232 tersebut akan kembali disesuaikan menjadi level TTL dengan menghubungkannya dengan Pin 11 Max232 pada CPU, untuk diolah pada controller AT89C51 melalui Pin 10 Rx pada AT89C51.



Title		
Size	Number	Revision
A		
Date:	3/22/2007	Sheet of
File:	H:\DE\phân Sd\CPU.SCHDOC	Drawn By:



Title		
Size	Number	Revision
A		
Date:	3/22/2007	Sheet of
File:	H:\DE\phã\Sch\XR_Modem.SCHDOC	Drawn By:

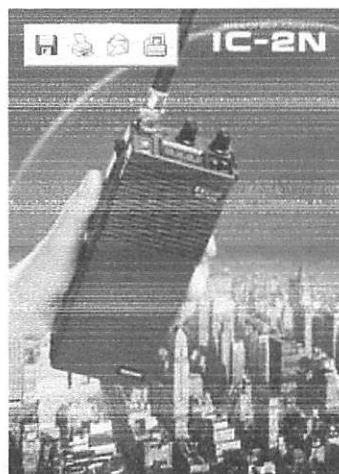
[Back to main](#)

[Back to Icom](#)

[Next HT/portable](#)

(C) 2007 SMOOFV

## Icom IC-2N



<b>Type:</b>	Amateur VHF transceiver
<b>Frequency range:</b>	144-146 MHz
<b>Mode:</b>	FM
<b>RF Power output:</b>	Hi: 1.5 W Lo: 150 mW
<b>Sensitivity:</b>	N/A
<b>Selectivity:</b>	N/A
<b>Image rejection:</b>	N/A
<b>Voltage:</b>	? VDC
<b>Current drain:</b>	RX: Max 130 mA TX: Max 550 mA
<b>Impedance:</b>	50 ohms
<b>Dimensions (W*H*D):</b>	? mm
<b>Weight:</b>	? gr
<b>Manufactured:</b>	19xx-19xx
<b>Other:</b>	
<b>Related documents:</b>	

**Tabel 2.1 Karakteristik-karakteristik Band Komunikasi Unguided.**  
(sumber: Komunikasi Data d Komputer, William Stallings)

Band Frekuensi	Nama	Data Analog		Data Digital		Aplikasi-aplikasi Utama
		Modulasi	Bandwidth	Modulasi	Rate Data	
30-300 kHz	LF (low frequency)	Biasanya tidak dipraktikkan		ASK, FSK, MSK	0.1 to 100 bps	Navigasi
300-3000 kHz	MF (medium frequency)	AM	to 4 kHz	ASK, FSK, MSK	10 to 1000 bps	Radio AM komersil
3-30 MHz	HF (high frequency)	AM, SSB	to 4 kHz	ASK, FSK, MSK	10 to 3000 bps	Radio gelombang pendek
30-300 MHz	VHF (very high frequency)	AM, SSB; FM	5 kHz to 5 MHz	FSK, PSK	to 100 kbps	Televisi VHF, radio FM
300-3000 MHz	UHF (ultra high frequency)	FM, SSB	to 20 MHz	PSK	to 10 Mbps	Televisi UHF, gelombang mikro terrestrial
3-30 GHz	SHF (super high frequency)	FM	to 500 MHz	PSK	to 100 Mbps	Gelombang mikro terrestrial, gelombang mikro satelit
30-300 GHz	EHF (extremely high frequency)	FM	to 1 GHz	PSK	to 750 Mbps	Percobaan jangkauan pendek titik ke titik

```
ORG    0000H
SJMP   INIT_SER
```

---

INISIALISASI PIN PADA CONTROLLER

---

```
ADC            EQU    35H
MOTOR          EQU    36H
ATAS           EQU    37H
BAWAH         EQU    38H
SDH_OVER      EQU    39H
Dly1          EQU    40H
Dly0          EQU    41H
DATA1         EQU    42H
DATA2         EQU    43H
DATA3         EQU    44H
CNTR          EQU    45H
Dhum          EQU    46H
Dta0          EQU    47H
Dta1          EQU    48H
Dta2          EQU    49H
Dly2          EQU    4DH
STATUS_MOTOR  BIT    P2.1
BATAS_ATAS   BIT    P2.2
BATAS_BAWAH  BIT    P2.3
OVERLOAD     BIT    P2.4
```

---

```
;
;  INISIALISASI SERIAL DENGAN BOUDRATE 9600
;
```

---

```
INIT_SER:
    MOV TMOD,#20H
    MOV TH1,#0FDH
    MOV SCON,#50H
    SETB TR1
    SETB ES
    SETB EA
```

---

```
;
;          PROGRAM UTAMA
;
```

---

```
UTAMA_1:
    MOV    CNTR,#3
```



```
ACALL Terima_SER
ACALL DELAY
ACALL LOOK
CJNE R0, #01H, TUTUP_KON
MOV R0, #00H
MOV A, #255
ACALL cacah
ACALL DATA_SER
JMP UTAMA
```

TUTUP\_KON:

```
CJNE R0, #08H, UTAMA_1
MOV R0, #00H
JMP UTAMA_1
```

;

UTAMA:

```
MOV CNTR, #3
ACALL Terima_SER
ACALL DELAY
ACALL LOOK
CALL BUKA_TUTUP
ACALL DELAY
JMP UTAMA
```

Rest:

```
Mov Data1, #0
Mov Data2, #0
Mov data3, #0
Jmp UTAMA
```

```
;-----
;-----
;-----ALL SUBRUTIN IN HERE-----
;-----
;-----
```

Terima\_SER:

```
CLR ES
JNB RI, $
CLR RI
MOV A, SBUF
Mov Data1, A
Dec Cntr
Jnb RI, $
Clr RI
Mov A, Sbuf
Mov Data2, A
Dec Cntr
Jnb RI, $
Clr RI
Mov A, Sbuf
Mov Data3, A
Dec Cntr
```

```
ACALL KIRIM
RET
```

---

---

KIRIM:

```
clr     ES
mov     SBUF,R6
jnb     TI,$
clr     TI
setb    ES
ret
```

---

---

DELAY JIKA DIPERLUKAN

---

---

```
jeda:   djnz    Dly2,$
        ret
```

```
DELAY:  MOV     Dly1,#255
```

```
LOOP:   Acall   Wait
        Jnb     RI, Terus
        Ljmp    UTAMA
```

```
Terus:  Djnz    Dly1, Loop
        Ret
```

```
Wait:   Djnz    Dly0,$
        Ret
```

```
;DELAY:
;       MOV     R6,#255
```

```
;LOOP:
;       MOV     R7,#100
;       DJNZ    R7,$
;       DJNZ    R6, LOOP
;       RET
```

END

June 1997-3

## FEATURES

- Low-Sine Wave Distortion, 0.5%, Typical
- Excellent Temperature Stability, 20ppm/°C, Typ.
- Wide Sweep Range, 2000:1, Typical
- Low-Supply Sensitivity, 0.01%V, Typ.
- Linear Amplitude Modulation
- TTL Compatible FSK Controls
- Wide Supply Range, 10V to 26V
- Adjustable Duty Cycle, 1% TO 99%

## APPLICATIONS

- Waveform Generation
- Sweep Generation
- AM/FM Generation
- V/F Conversion
- FSK Generation
- Phase-Locked Loops (VCO)

## GENERAL DESCRIPTION

The XR-2206 is a monolithic function generator integrated circuit capable of producing high quality sine, square, triangle, ramp, and pulse waveforms of high-stability and accuracy. The output waveforms can be both amplitude and frequency modulated by an external voltage. Frequency of operation can be selected externally over a range of 0.01Hz to more than 1MHz.

The circuit is ideally suited for communications, instrumentation, and function generator applications requiring sinusoidal tone, AM, FM, or FSK generation. It has a typical drift specification of 20ppm/°C. The oscillator frequency can be linearly swept over a 2000:1 frequency range with an external control voltage, while maintaining low distortion.

## ORDERING INFORMATION

Part No.	Package	Operating Temperature Range
XR-2206M	16 Lead 300 Mil CDIP	-55°C to +125°C
XR-2206P	16 Lead 300 Mil PDIP	-40°C to +85°C
XR-2206CP	16 Lead 300 Mil PDIP	0°C to +70°C
XR-2206D	16 Lead 300 Mil JEDEC SOIC	0°C to +70°C

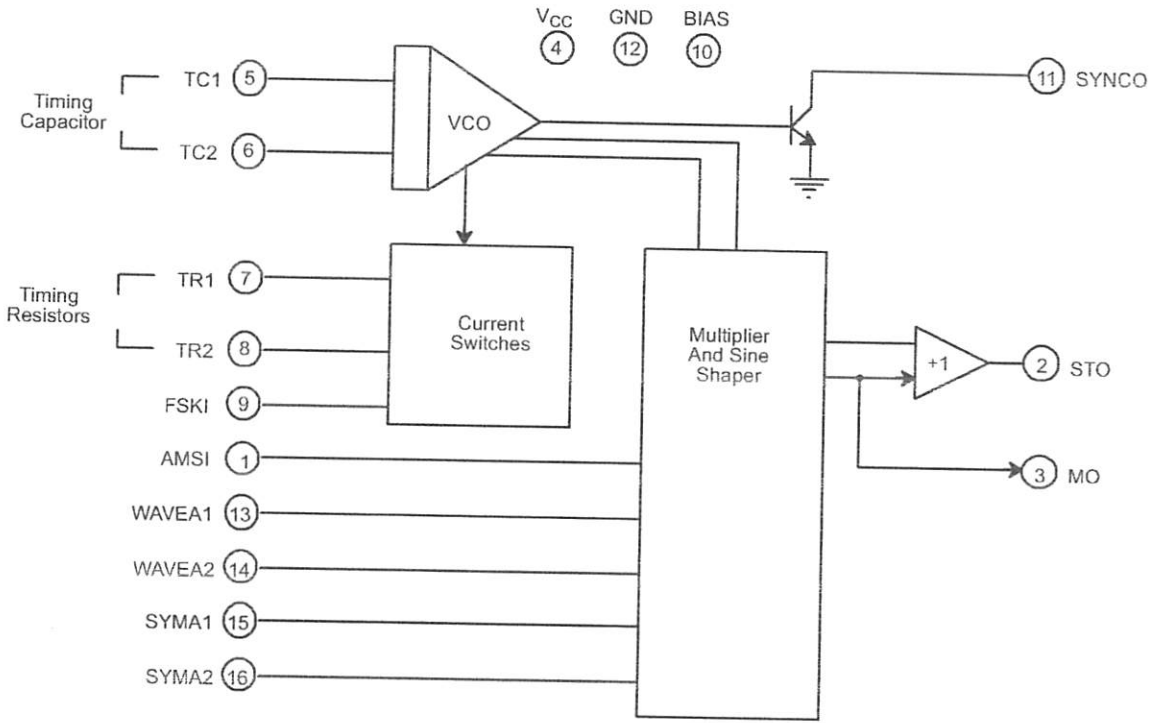
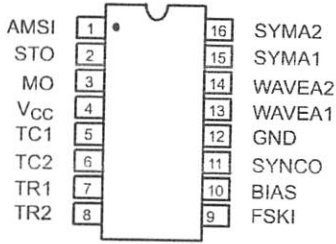
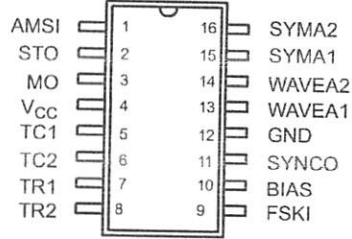


Figure 1. XR-2206 Block Diagram



16 Lead PDIP, CDIP (0.300")



16 Lead SOIC (Jedec, 0.300")

PIN DESCRIPTION

Pin #	Symbol	Type	Description
1	AMSI	I	Amplitude Modulating Signal Input.
2	STO	O	Sine or Triangle Wave Output.
3	MO	O	Multiplier Output.
4	V <sub>CC</sub>		Positive Power Supply.
5	TC1	I	Timing Capacitor Input.
6	TC2	I	Timing Capacitor Input.
7	TR1	O	Timing Resistor 1 Output.
8	TR2	O	Timing Resistor 2 Output.
9	FSKI	I	Frequency Shift Keying Input.
10	BIAS	O	Internal Voltage Reference.
11	SYNCO	O	Sync Output. This output is a open collector and needs a pull up resistor to V <sub>CC</sub> .
12	GND		Ground pin.
13	WAVEA1	I	Wave Form Adjust Input 1.
14	WAVEA2	I	Wave Form Adjust Input 2.
15	SYMA1	I	Wave Symetry Adjust 1.
16	SYMA2	I	Wave Symetry Adjust 2.

## DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Test Conditions: Test Circuit of *Figure 2*  $V_{CC} = 12V$ ,  $T_A = 25^\circ C$ ,  $C = 0.01\mu F$ ,  $R_1 = 100k\Omega$ ,  $R_2 = 10k\Omega$ ,  $R_3 = 25k\Omega$   
 Unless Otherwise Specified.  $S_1$  open for triangle, closed for sine wave.

Parameters	XR-2206M/P			XR-2206CP/D			Units	Conditions
	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.		
<b>General Characteristics</b>								
Single Supply Voltage	<b>10</b>		<b>26</b>	10		26	V	
Split-Supply Voltage	<b><math>\pm 5</math></b>		<b><math>\pm 13</math></b>	$\pm 5$		$\pm 13$	V	
Supply Current		12	<b>17</b>		14	20	mA	$R_1 \geq 10k\Omega$
<b>Oscillator Section</b>								
Max. Operating Frequency	<b>0.5</b>	1		0.5	1		MHz	$C = 1000pF$ , $R_1 = 1k\Omega$
Lowest Practical Frequency		0.01			0.01		Hz	$C = 50\mu F$ , $R_1 = 2M\Omega$
Frequency Accuracy		$\pm 1$	<b><math>\pm 4</math></b>		$\pm 2$		% of $f_o$	$f_o = 1/R_1C$
Temperature Stability Frequency		$\pm 10$	<b><math>\pm 50</math></b>		$\pm 20$		ppm/ $^\circ C$	$0^\circ C \leq T_A \leq 70^\circ C$ $R_1 = R_2 = 20k\Omega$
Sine Wave Amplitude Stability <sup>2</sup>		4800			4800		ppm/ $^\circ C$	
Supply Sensitivity		0.01	<b>0.1</b>		0.01		%/V	$V_{LOW} = 10V$ , $V_{HIGH} = 20V$ , $R_1 = R_2 = 20k\Omega$
Sweep Range	1000:1	2000:1			2000:1		$f_H = f_L$	$f_H @ R_1 = 1k\Omega$ $f_L @ R_1 = 2M\Omega$
<b>Sweep Linearity</b>								
10:1 Sweep		2			2		%	$f_L = 1kHz$ , $f_H = 10kHz$
1000:1 Sweep		8			8		%	$f_L = 100Hz$ , $f_H = 100kHz$
FM Distortion		0.1			0.1		%	$\pm 10\%$ Deviation
<b>Recommended Timing Components</b>								
Timing Capacitor: C	<b>0.001</b>		100	0.001		100	$\mu F$	<i>Figure 5</i>
Timing Resistors: $R_1$ & $R_2$	<b>1</b>		2000	1		2000	k $\Omega$	
<b>Triangle Sine Wave Output<sup>1</sup></b>								
								<i>Figure 3</i>
Triangle Amplitude		160			160		mV/k $\Omega$	<i>Figure 2</i> , $S_1$ Open
Sine Wave Amplitude	<b>40</b>	60	80		60		mV/k $\Omega$	<i>Figure 2</i> , $S_1$ Closed
Max. Output Swing		6			6		Vp-p	
Output Impedance		600			600		$\Omega$	
Triangle Linearity		1			1		%	
Amplitude Stability		0.5			0.5		dB	For 1000:1 Sweep
<b>Sine Wave Distortion</b>								
Without Adjustment		2.5			2.5		%	$R_1 = 30k\Omega$
With Adjustment		0.4	<b>1.0</b>		0.5	1.5	%	See <i>Figure 7</i> and <i>Figure 8</i>

### Notes

<sup>1</sup> Output amplitude is directly proportional to the resistance,  $R_3$ , on Pin 3. See *Figure 3*.

<sup>2</sup> For maximum amplitude stability,  $R_3$  should be a positive temperature coefficient resistor.

**Bold face parameters** are covered by production test and guaranteed over operating temperature range.

## DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (CONT'D)

Parameters	XR-2206M/P			XR-2206CP/D			Units	Conditions
	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.		
<b>Amplitude Modulation</b>								
Input Impedance	50	100		50	100		k $\Omega$	For 95% modulation
Modulation Range		100			100		%	
Carrier Suppression		55			55		dB	
Linearity		2			2		%	
<b>Square-Wave Output</b>								
Amplitude		12			12		Vp-p	Measured at Pin 11.
Rise Time		250			250		ns	
Fall Time		50			50		ns	$C_L = 10\text{pF}$
Saturation Voltage		0.2	<b>0.4</b>		0.2	0.6	V	$I_L = 2\text{mA}$
Leakage Current		0.1	<b>20</b>		0.1	100	$\mu\text{A}$	$V_{CC} = 26\text{V}$
FSK Keying Level (Pin 9)	0.8	1.4	<b>2.4</b>	0.8	1.4	2.4	V	See section on circuit controls
Reference Bypass Voltage	2.9	3.1	<b>3.3</b>	2.5	3	3.5	V	Measured at Pin 10.

### Notes

<sup>1</sup> Output amplitude is directly proportional to the resistance,  $R_3$ , on Pin 3. See Figure 3.

<sup>2</sup> For maximum amplitude stability,  $R_3$  should be a positive temperature coefficient resistor.

**Bold face parameters** are covered by production test and guaranteed over operating temperature range.

Specifications are subject to change without notice

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Power Supply ..... 26V  
 Power Dissipation ..... 750mW  
 Derate Above 25°C ..... 5mW/°C

Total Timing Current ..... 6mA  
 Storage Temperature ..... -65°C to +150°C

## SYSTEM DESCRIPTION

The XR-2206 is comprised of four functional blocks; a voltage-controlled oscillator (VCO), an analog multiplier and sine-shaper; a unity gain buffer amplifier; and a set of current switches.

The VCO produces an output frequency proportional to an input current, which is set by a resistor from the timing

terminals to ground. With two timing pins, two discrete output frequencies can be independently produced for FSK generation applications by using the FSK input control pin. This input controls the current switches which select one of the timing resistor currents, and routes it to the VCO.

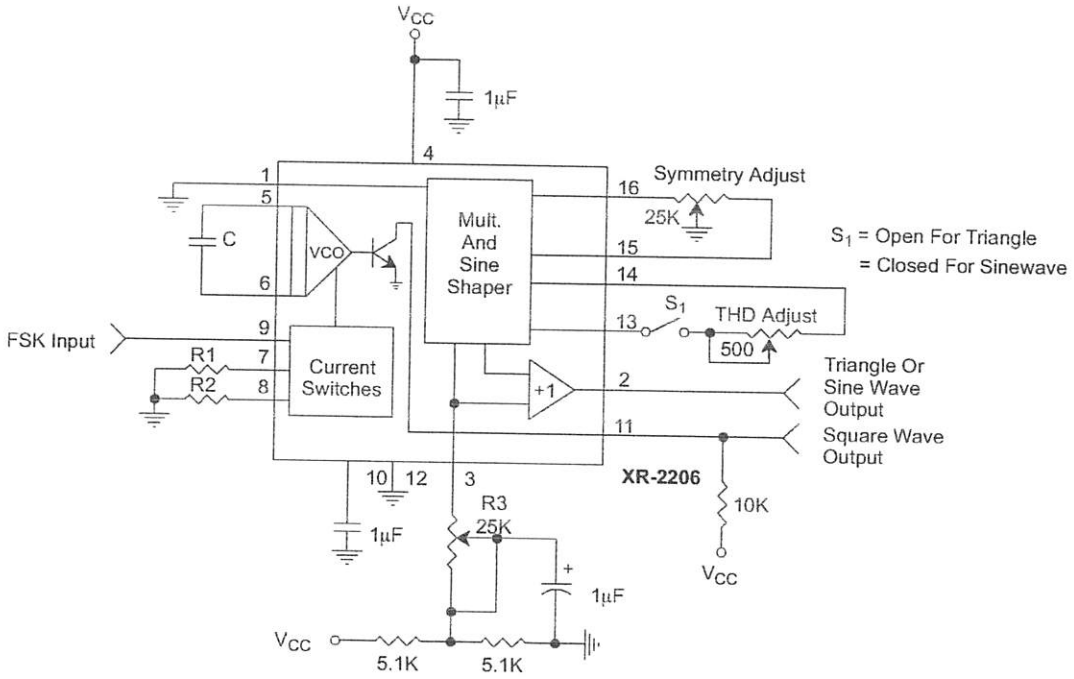


Figure 2. Basic Test Circuit

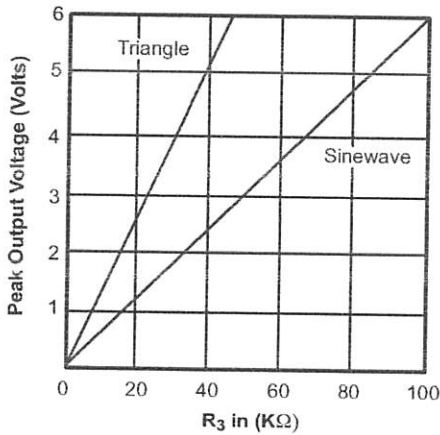


Figure 3. Output Amplitude as a Function of the Resistor, R3, at Pin 3

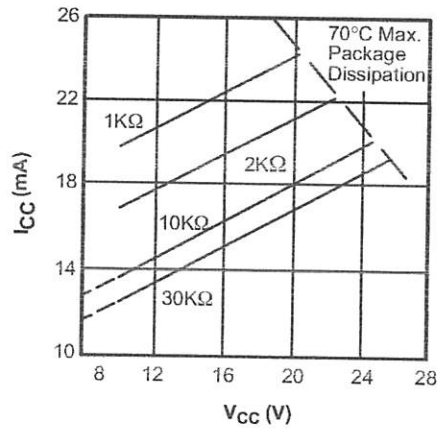


Figure 4. Supply Current vs Supply Voltage, Timing, R



June 1997-3

### FEATURES

- Wide Frequency Range, 0.01Hz to 300kHz
- Wide Supply Voltage Range, 4.5V to 20V
- HCMOS/TTL/Logic Compatibility
- FSK Demodulation, with Carrier Detection
- Wide Dynamic Range, 10mV to 3V rms
- Adjustable Tracking Range,  $\pm 1\%$  to 80%
- Excellent Temp. Stability,  $\pm 50\text{ppm}/^\circ\text{C}$ , max.

### APPLICATIONS

- Caller Identification Delivery
- FSK Demodulation
- Data Synchronization
- Tone Decoding
- FM Detection
- Carrier Detection

### GENERAL DESCRIPTION

The XR-2211 is a monolithic phase-locked loop (PLL) system especially designed for data communications applications. It is particularly suited for FSK modem applications. It operates over a wide supply voltage range of 4.5 to 20V and a wide frequency range of 0.01Hz to 300kHz. It can accommodate analog signals between 10mV and 3V, and can interface with conventional DTL, TTL, and ECL logic families. The circuit consists of a basic PLL for tracking an input signal within the pass band, a

quadrature phase detector which provides carrier detection, and an FSK voltage comparator which provides FSK demodulation. External components are used to independently set center frequency, bandwidth, and output delay. An internal voltage reference proportional to the power supply is provided at an output pin.

The XR-2211 is available in 14 pin packages specified for military and industrial temperature ranges.

### ORDERING INFORMATION

Part No.	Package	Operating Temperature Range
XR-2211M	14 Pin CDIP (0.300")	-55°C to +125°C
XR-2211N	14 Pin CDIP (0.300")	-40°C to +85°C
XR-2211P	14 Pin PDIP (0.300")	-40°C to +85°C
XR-2211ID	14 Lead SOIC (Jedec, 0.150")	-40°C to +85°C

## BLOCK DIAGRAM

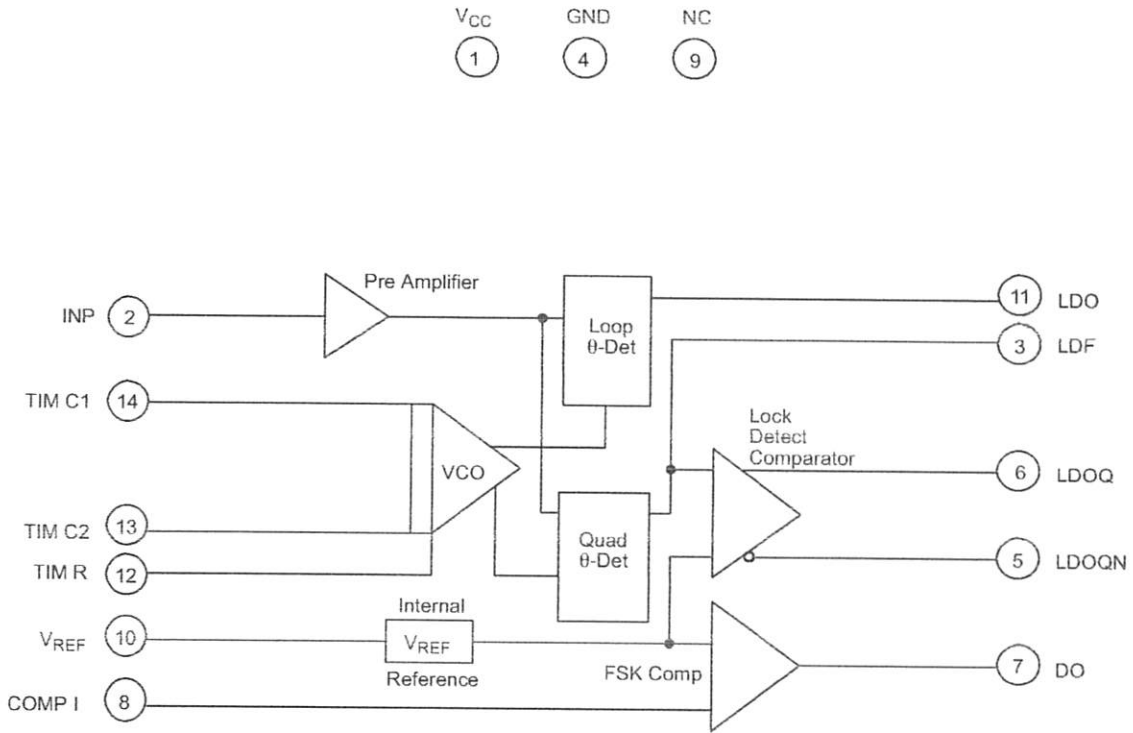
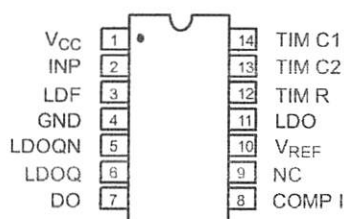
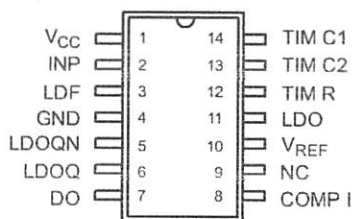


Figure 1. XR-2211 Block Diagram

## PIN CONFIGURATION



14 Lead CDIP, PDIP (0.300")



14 Lead SOIC (Jedec, 0.150")

## PIN DESCRIPTION

Pin #	Symbol	Type	Description
1	V <sub>CC</sub>		<b>Positive Power Supply.</b>
2	INP	I	<b>Receive Analog Input.</b>
3	LDF	O	<b>Lock Detect Filter.</b>
4	GND		<b>Ground Pin.</b>
5	LDOQN	O	<b>Lock Detect Output Not.</b> This output will be low if the VCO is in the capture range.
6	LDOQ	O	<b>Lock Detect Output.</b> This output will be high if the VCO is in the capture range.
7	DO	O	<b>Data Output.</b> Decoded FSK output.
8	COMP I	I	<b>FSK Comparator Input.</b>
9	NC		<b>Not Connected.</b>
10	V <sub>REF</sub>	O	<b>Internal Voltage Reference.</b> The value of V <sub>REF</sub> is V <sub>CC</sub> /2 - 650mV.
11	LDO	O	<b>Loop Detect Output.</b> This output provides the result of the quadrature phase detection.
12	TIM R	I	<b>Timing Resistor Input.</b> This pin connects to the timing resistor of the VCO.
13	TIM C2	I	<b>Timing Capacitor Input.</b> The timing capacitor connects between this pin and pin 14.
14	TIM C1	I	<b>Timing Capacitor Input.</b> The timing capacitor connects between this pin and pin 13.

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Test Conditions:  $V_{CC} = 12V$ ,  $T_A = +25^{\circ}C$ ,  $R_0 = 30K\Omega$ ,  $C_0 = 0.033\mu F$ , unless otherwise specified.

Parameter	Min.	Typ.	Max.	Unit	Conditions
<b>General</b>					
Supply Voltage	<b>4.5</b>		<b>20</b>	V	
Supply Current		4	7	mA	$R_0 \geq 10K\Omega$ . See Figure 4.
<b>Oscillator Section</b>					
Frequency Accuracy		$\pm 1$	$\pm 3$	%	Deviation from $f_0 = 1/R_0 C_0$
Frequency Stability					
Temperature		$\pm 20$	$\pm 50$	ppm/ $^{\circ}C$	See Figure 8.
Power Supply		0.05	<b>0.5</b>	%/V	$V_{CC} = 12 + 1V$ . See Figure 7.
		0.2		%/V	$V_{CC} = \pm 5V$ . See Figure 7.
Upper Frequency Limit	<b>100</b>	300		kHz	$R_0 = 8.2K\Omega$ , $C_0 = 400pF$
Lowest Practical Operating Frequency			0.01	Hz	$R_0 = 2M\Omega$ , $C_0 = 50\mu F$
Timing Resistor, $R_0$ - See Figure 5					
Operating Range	5		2000	K $\Omega$	
Recommended Range	5			K $\Omega$	See Figure 7 and Figure 8.
<b>Loop Phase Detector Section</b>					
Peak Output Current	$\pm 150$	$\pm 200$	$\pm 300$	$\mu A$	Measured at Pin 11
Output Offset Current		1		$\mu A$	
Output Impedance		1		M $\Omega$	
Maximum Swing	$\pm 4$	$\pm 5$		V	Referenced to Pin 10
<b>Quadrature Phase Detector</b>					
					Measured at Pin 3
Peak Output Current	<b>100</b>	300		$\mu A$	
Output Impedance		1		M $\Omega$	
Maximum Swing		11		V <sub>PP</sub>	
<b>Input Preempt Section</b>					
					Measured at Pin 2
Input Impedance		20		K $\Omega$	
Input Signal					
Voltage Required to Cause Limiting		2	10	mV rms	

**Notes**

Parameters are guaranteed over the recommended operating conditions, but are not 100% tested in production. **Bold face parameters** are covered by production test and guaranteed over operating temperature range.

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Test Conditions:  $V_{CC} = 12V$ ,  $T_A = +25^\circ C$ ,  $R_0 = 30K\Omega$ ,  $C_0 = 0.033\mu F$ , unless otherwise specified.

Parameter	Min.	Typ.	Max.	Unit	Conditions
<b>General</b>					
Supply Voltage	<b>4.5</b>		<b>20</b>	V	
Supply Current		4	7	mA	$R_0 \geq 10K\Omega$ . See Figure 4.
<b>Oscillator Section</b>					
Frequency Accuracy		$\pm 1$	$\pm 3$	%	Deviation from $f_0 = 1/R_0 C_0$
Frequency Stability					
Temperature		$\pm 20$	$\pm 50$	ppm/ $^\circ C$	See Figure 8.
Power Supply		0.05	<b>0.5</b>	%/V	$V_{CC} = 12 \pm 1V$ . See Figure 7.
		0.2		%/V	$V_{CC} = \pm 5V$ . See Figure 7.
Upper Frequency Limit	<b>100</b>	300		kHz	$R_0 = 8.2K\Omega$ , $C_0 = 400pF$
Lowest Practical Operating Frequency			0.01	Hz	$R_0 = 2M\Omega$ , $C_0 = 50\mu F$
Timing Resistor, $R_0$ - See Figure 5					
Operating Range	<b>5</b>		2000	$K\Omega$	
Recommended Range	<b>5</b>			$K\Omega$	See Figure 7 and Figure 8.
<b>Loop Phase Detector Section</b>					
Peak Output Current	<b>+150</b>	+200	<b>+300</b>	$\mu A$	Measured at Pin 11
Output Offset Current		1		$\mu A$	
Output Impedance		1		$M\Omega$	
Maximum Swing	$\pm 4$	$\pm 5$		V	Referenced to Pin 10
<b>Quadrature Phase Detector</b> <span style="float: right;">Measured at Pin 3</span>					
Peak Output Current	<b>100</b>	300		$\mu A$	
Output Impedance		1		$M\Omega$	
Maximum Swing		11		$V_{PP}$	
<b>Input Preempt Section</b> <span style="float: right;">Measured at Pin 2</span>					
Input Impedance		20		$K\Omega$	
Input Signal					
Voltage Required to Cause Limiting		2	10	mV rms	

### Notes

Parameters are guaranteed over the recommended operating conditions, but are not 100% tested in production. **Bold face parameters** are covered by production test and guaranteed over operating temperature range.

# PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT KENDALI JARAK JAUH POSISI BUKA TUTUP PINTU BENDUNGAN DENGAN MEDIA RADIO PAKET

## 1. Latar Belakang.

Hal yang melatar belakangi pemilihan judul di atas ialah metode yang dipakai selama ini dalam pengaturan buka-tutup pintu air di bendungan masih menggunakan metode yang konvensional, yaitu dengan menugaskan operator untuk membuka dan menutup pintu air bendungan secara manual, sehingga pengawasan tidak dapat berlangsung secara terus-menerus.

## 2. Rumusan Masalah

Dari penjelasan di atas, penulis dapat merumuskan masalah masalah yang di angkat dalam penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut :

- a. Melakukan proses kendali terhadap posisi buka tutup pintu air di bendungan secara otomatis.
- b. Membangun komunikasi serial antara Personal Computer (PC) sebagai Workstation dengan Mikrokontroler sebagai client secara wireless.

## 3. Tujuan

Tujuan penulis memilih judul ini adalah menerapkan teknologi mikrokontroler dan komunikasi dalam proses kendali jarak jauh posisi buka-tutup pintu air pada bendungan, yaitu dengan melakukan kendali buka tutup pintu air

## DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (CONT'D)

Test Conditions:  $V_{CC} = 12V$ ,  $T_A = +25^\circ C$ ,  $R_O = 30K\Omega$ ,  $C_O = 0.033\mu F$ , unless otherwise specified.

Parameter	Min.	Typ.	Max.	Unit	Conditions
<b>Voltage Comparator Section</b>					
Input Impedance		2		M $\Omega$	Measured at Pins 3 and 8
Input Bias Current		100		nA	
Voltage Gain	55	70		dB	$R_L = 5.1K\Omega$
Output Voltage Low		300	<b>500</b>	mV	$I_C = 3mA$
Output Leakage Current		0.01	<b>10</b>	$\mu A$	$V_O = 20V$
<b>Internal Reference</b>					
Voltage Level	<b>4.9</b>	5.3	<b>5.7</b>	V	Measured at Pin 10
Output Impedance		100		$\Omega$	AC Small Signal
Maximum Source Current		80		$\mu A$	

### Notes

Parameters are guaranteed over the recommended operating conditions, but are not 100% tested in production.

**Bold face parameters** are covered by production test and guaranteed over operating temperature range.

Specifications are subject to change without notice

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Power Supply ..... 20V  
 Input Signal Level ..... 3V rms  
 Power Dissipation ..... 900mW

Package Power Dissipation Ratings  
 CDIP ..... 750mW  
 Derate Above  $T_A = 25^\circ C$  ..... 8mW/ $^\circ C$   
 PDIP ..... 800mW  
 Derate Above  $T_A = 25^\circ C$  ..... 60mW/ $^\circ C$   
 SOIC ..... 390mW  
 Derate Above  $T_A = 25^\circ C$  ..... 5mW/ $^\circ C$

## SYSTEM DESCRIPTION

The main PLL within the XR-2211 is constructed from an input preamplifier, analog multiplier used as a phase detector and a precision voltage controlled oscillator (VCO). The preamplifier is used as a limiter such that input signals above typically 10mV rms are amplified to a constant high level signal. The multiplying-type phase detector acts as a digital exclusive or gate. Its output (unfiltered) produces sum and difference frequencies of the input and the VCO output. The VCO is actually a current controlled oscillator with its normal input current ( $f_O$ ) set by a resistor ( $R_O$ ) to ground and its driving current with a resistor ( $R_1$ ) from the phase detector.

The output of the phase detector produces sum and difference of the input and the VCO frequencies

(internally connected). When in lock, these frequencies are  $f_{IN} + f_{VCO}$  (2 times  $f_{IN}$  when in lock) and  $f_{IN} - f_{VCO}$  (0Hz when lock). By adding a capacitor to the phase detector output, the 2 times  $f_{IN}$  component is reduced, leaving a DC voltage that represents the phase difference between the two frequencies. This closes the loop and allows the VCO to track the input frequency.

The FSK comparator is used to determine if the VCO is driven above or below the center frequency (FSK comparator). This will produce both active high and active low outputs to indicate when the main PLL is in lock (quadrature phase detector and lock detector comparator).

pada bendungan melalui workstation, tanpa harus langsung ke lapangan (bendungan);

#### **4. Batasan Masalah**

Batasan masalah yang ditetapkan dalam penyelesaian penelitian skripsi ini adalah sebagai berikut :

a. Batasan masalah hanya terbatas pada proses kendali jarak jauh terhadap

b. Pintu bendungan yang digunakan hanya berupa model (miniatur) dari pintu bendungan.

rangkain yang umum tersedia dipasaran, sehingga tidak akan dibahas dalam penelitian ini.

gangguan dari luar, sehingga hal itu tidak akan dibahas dalam penelitian ini.

#### **5. Perancangan dan Pembuatan Alat.**

Pada Workstation akan terdiri dari sebuah PC (Personal Computer) yang digunakan sebagai pusat kendali dan terhubung dengan Modem FSK, sedangkan

pada RTU terdiri dari sebuah Mikrokontroler AT89C51 sebagai pusat pemroses data



## PRINCIPLES OF OPERATION

**Signal Input (Pin 2):** Signal is AC coupled to this terminal. The internal impedance at pin 2 is 20K $\Omega$ . Recommended input signal level is in the range of 10mV rms to 3V rms.

**Quadrature Phase Detector Output (Pin 3):** This is the high impedance output of quadrature phase detector and is internally connected to the input of lock detect voltage comparator. In tone detection applications, pin 3 is connected to ground through a parallel combination of  $R_D$  and  $C_D$  (see *Figure 3*) to eliminate the chatter at lock detect outputs. If the tone detect section is not used, pin 3 can be left open.

**Lock Detect Output, Q (Pin 6):** The output at pin 6 is at "low" state when the PLL is out of lock and goes to "high" state when the PLL is locked. It is an open collector type output and requires a pull-up resistor,  $R_L$ , to  $V_{CC}$  for proper operation. At "low" state, it can sink up to 5mA of load current.

**Lock Detect Complement, (Pin 5):** The output at pin 5 is the logic complement of the lock detect output at pin 6. This output is also an open collector type stage which can sink 5mA of load current at low or "on" state.

**FSK Data Output (Pin 7):** This output is an open collector logic stage which requires a pull-up resistor,  $R_L$ , to  $V_{CC}$  for proper operation. It can sink 5mA of load current. When decoding FSK signals, FSK data output is at "high" or "off" state for low input frequency, and at "low" or "on" state for high input frequency. If no input signal is present, the logic state at pin 7 is indeterminate.

**FSK Comparator Input (Pin 8):** This is the high impedance input to the FSK voltage comparator. Normally, an FSK post-detection or data filter is connected between this terminal and the PLL phase detector output (pin 11). This data filter is formed by  $R_F$  and  $C_F$  (see *Figure 3*.) The threshold voltage of the comparator is set by the internal reference voltage,  $V_{REF}$ , available at pin 10.

**Reference Voltage,  $V_{REF}$  (Pin 10):** This pin is internally biased at the reference voltage level,  $V_{REF}$ :  $V_{REF} = V_{CC}/2 - 650mV$ . The DC voltage level at this pin forms an internal reference for the voltage levels at pins 5, 8, 11 and 12. Pin

10 must be bypassed to ground with a 0.1 $\mu F$  capacitor for proper operation of the circuit.

**Loop Phase Detector Output (Pin 11):** This terminal provides a high impedance output for the loop phase detector. The PLL loop filter is formed by  $R_1$  and  $C_1$  connected to pin 11 (see *Figure 3*.) With no input signal, or with no phase error within the PLL, the DC level at pin 11 is very nearly equal to  $V_{REF}$ . The peak to peak voltage swing available at the phase detector output is equal to  $2 \times V_{REF}$ .

**VCO Control Input (Pin 12):** VCO free-running frequency is determined by external timing resistor,  $R_0$ , connected from this terminal to ground. The VCO free-running frequency,  $f_0$ , is:

$$f_0 = \frac{1}{R_0 \cdot C_0} \text{ Hz}$$

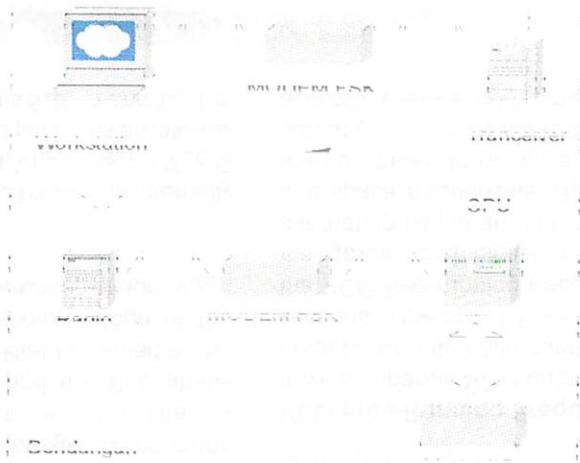
where  $C_0$  is the timing capacitor across pins 13 and 14. For optimum temperature stability,  $R_0$  must be in the range of 10K $\Omega$  to 100K $\Omega$  (see *Figure 9*.)

This terminal is a low impedance point, and is internally biased at a DC level equal to  $V_{REF}$ . The maximum timing current drawn from pin 12 must be limited to  $\leq 3mA$  for proper operation of the circuit.

**VCO Timing Capacitor (Pins 13 and 14):** VCO frequency is inversely proportional to the external timing capacitor,  $C_0$ , connected across these terminals (see *Figure 6*.)  $C_0$  must be non-polar, and in the range of 200pF to 10 $\mu F$ .

**VCO Frequency Adjustment:** VCO can be fine-tuned by connecting a potentiometer,  $R_X$ , in series with  $R_0$  at pin 12 (see *Figure 10*.)

**VCO Free-Running Frequency,  $f_0$ :** XR-2211 does not have a separate VCO output terminal. Instead, the VCO outputs are internally connected to the phase detector sections of the circuit. For set-up or adjustment purposes, the VCO free-running frequency can be tuned by using the generalized circuit in *Figure 3*, and applying an alternating bit pattern of 0's and 1's at the known mark and space frequencies. By adjusting  $R_0$ , the VCO can then be tuned to obtain a 50% duty cycle on the FSK output (pin 7). This will ensure that the VCO  $f_0$  value is accurately referenced to the mark and space frequencies.

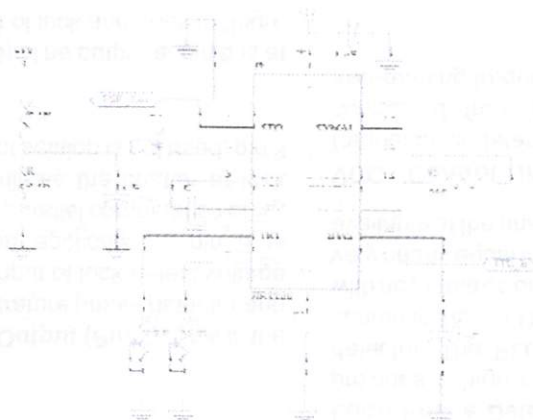


**Gambar 5.1 Diagram Blok Sistem**

### 5.1 Perancangan Modulasi FSK

Dalam sistem ini direncanakan sebuah modulator FSK dengan kecepatan

1200 bps menggunakan frekuensi untuk mark 1200Hz dan space 2200Hz.



**Gambar 5-2. FSK Generator dengan IC XR2206**

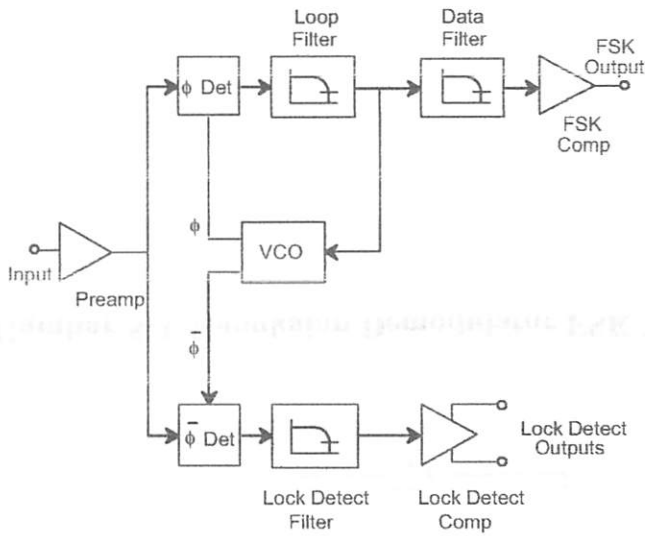


Figure 2. Functional Block Diagram of a Tone and FSK Decoding System Using XR-2211

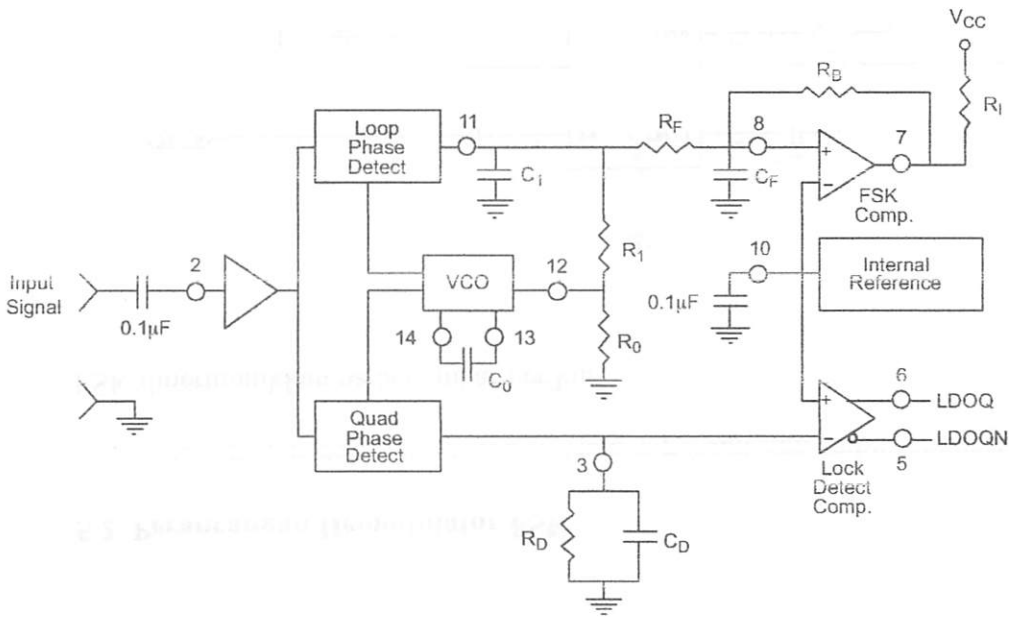
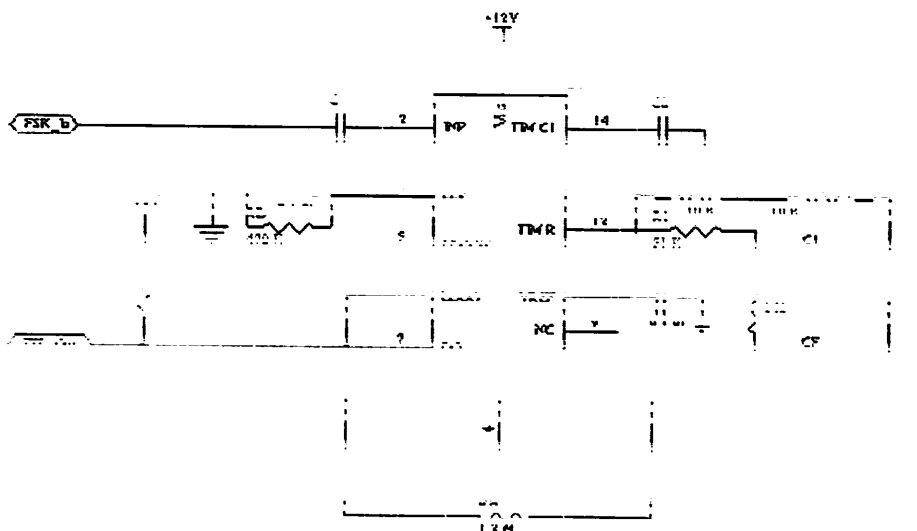


Figure 3. Generalized Circuit Connection for FSK and Tone Detection

Sinyal terbentuk berdasar kepada dua jenis komponen eksternal, yaitu C dan R1 atau R2, untuk membentuk frekuensi sebesar 1200 Hz R1 diatur pada 19,4 KΩ. Dan nilai C ada pada 22 nF

## 5.2 Perancangan Demodulator FSK

Rangkaian dasar IC XR2211 yang dipergunakan untuk aplikasi demodulasi FSK dipertunjukkan pada gambar berikut :



**Gambar 5-3. Rangkaian Demodulator FSK XR2211**

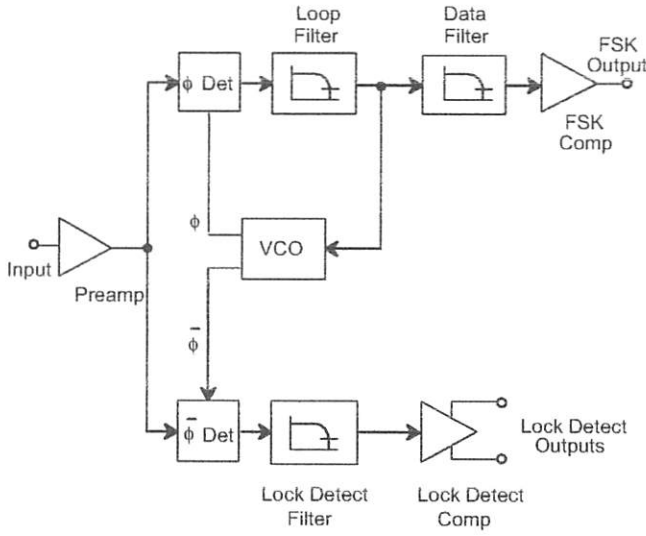


Figure 2. Functional Block Diagram of a Tone and FSK Decoding System Using XR-2211

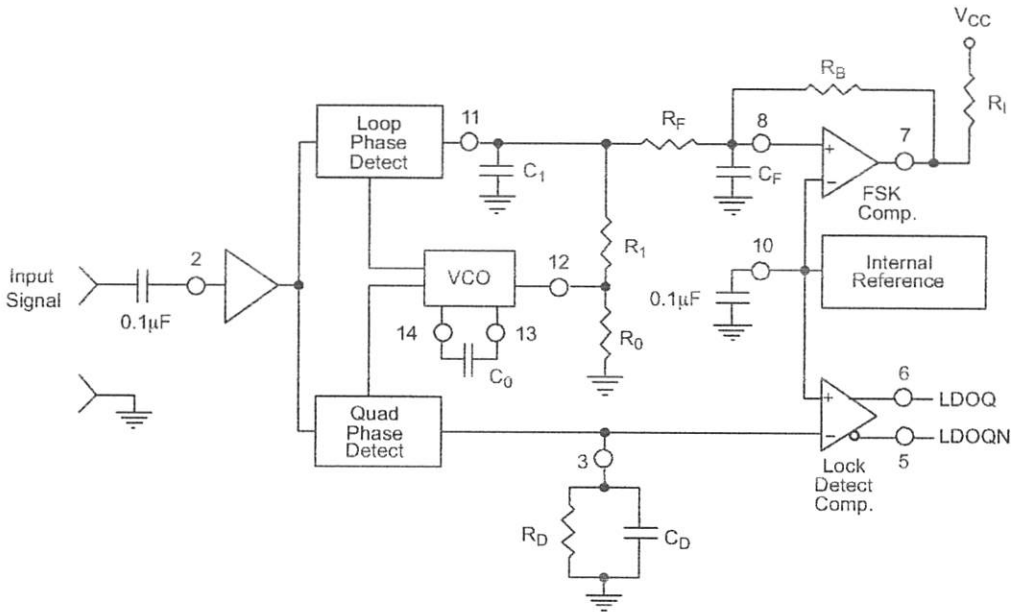


Figure 3. Generalized Circuit Connection for FSK and Tone Detection

## DESIGN EQUATIONS

(All resistance in  $\Omega$ , all frequency in Hz and all capacitance in farads, unless otherwise specified)

(See *Figure 3* for definition of components)

1. VCO Center Frequency,  $f_0$ :

$$f_0 = \frac{1}{R_0 \cdot C_0}$$

2. Internal Reference Voltage,  $V_{REF}$  (measured at pin 10):

$$V_{REF} = \left( \frac{V_{CC}}{2} \right) - 650mV \text{ in volts}$$

3. Loop Low-Pass Filter Time Constant,  $\tau$ :

$$\tau = C_1 \cdot R_{PP} \text{ (seconds)}$$

where:

$$R_{PP} = \left( \frac{R_1 \cdot R_F}{R_1 + R_F} \right)$$

if  $R_F$  is  $\infty$  or  $C_F$  reactance is  $\infty$ , then  $R_{PP} = R_1$

4. Loop Damping,  $\zeta$ :

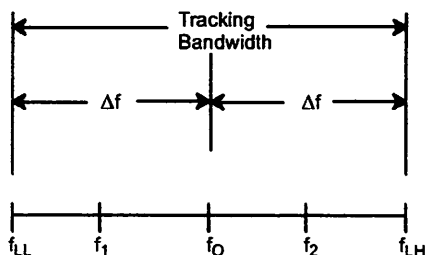
$$\zeta = \sqrt{\left( \frac{1250 \cdot C_0}{R_1 \cdot C_1} \right)}$$

**Note:** For derivation/explanation of this equation, please see TAN-011.

5. Loop-tracking

bandwidth,  $\pm = \frac{\Delta f}{f_0}$

$$\frac{\Delta f}{f_0} = \frac{R_0}{R_1}$$



6. FSK Data filter time constant,  $t_F$ :

$$\tau_F = \frac{R_B \cdot R_F}{(R_B + R_F)} \cdot C_F \text{ (seconds)}$$

7. Loop phase detector conversion gain,  $K_d$ : ( $K_d$  is the differential DC voltage across pin 10 and pin11, per unit of phase error at phase detector input):

$$K_d = \frac{V_{REF} \cdot R_1}{10,000 \cdot \pi} \left[ \frac{\text{volt}}{\text{radian}} \right]$$

**Note:** For derivation/explanation of this equation, please see TAN-011.

8. VCO conversion gain,  $K_o$ : ( $K_o$  is the amount of change in VCO frequency, per unit of DC voltage change at pin 11):

$$K_o = \frac{-2\pi}{V_{REF} \cdot C_0 \cdot R_1} = \left( \frac{\text{radian/second}}{\text{volt}} \right)$$

9. The filter transfer function:

$$F(s) = \frac{1}{1 + sR_1 \cdot C_1} \text{ at 0 Hz.} \quad S = j\omega \text{ and } \omega = 0$$

10. Total loop gain,  $K_T$ :

$$K_T = K_o \cdot K_d \cdot F(s) = \left( \frac{R_F}{5,000 \cdot C_0 \cdot (R_1 + R_F)} \right) \left[ \frac{1}{\text{seconds}} \right]$$

11. Peak detector current  $I_A$ :

$$I_A = \frac{V_{REF}}{20,000} \text{ (} V_{REF} \text{ in volts and } I_A \text{ in amps)}$$

**Note:** For derivation/explanation of this equation, please see TAN-011.

## APPLICATIONS INFORMATION

## FSK Decoding

Figure 10 shows the basic circuit connection for FSK decoding. With reference to Figure 3 and Figure 10, the functions of external components are defined as follows:  $R_0$  and  $C_0$  set the PLL center frequency,  $R_1$  sets the system bandwidth, and  $C_1$  sets the loop filter time constant and the loop damping factor.  $C_F$  and  $R_F$  form a one-pole post-detection filter for the FSK data output. The resistor  $R_B$  from pin 7 to pin 8 introduces positive feedback across the FSK comparator to facilitate rapid transition between output logic states.

## Design Instructions:

The circuit of Figure 10 can be tailored for any FSK decoding application by the choice of five key circuit components:  $R_0$ ,  $R_1$ ,  $C_0$ ,  $C_1$  and  $C_F$ . For a given set of FSK mark and space frequencies,  $f_0$  and  $f_1$ , these parameters can be calculated as follows:

(All resistance in  $\Omega$ 's, all frequency in Hz and all capacitance in farads, unless otherwise specified)

- a) Calculate PLL center frequency,  $f_0$ :

$$f_0 = \sqrt{F_1 \cdot F_2}$$

- b) Choose value of timing resistor  $R_0$ , to be in the range of 10K $\Omega$  to 100K $\Omega$ . This choice is arbitrary. The recommended value is  $R_0 = 20K\Omega$ . The final value of  $R_0$  is normally fine-tuned with the series potentiometer,  $R_X$ .

$$R_o = R_0 + \frac{R_X}{2}$$

- c) Calculate value of  $C_0$  from design equation (1) or from Figure 7:

$$C_0 = \frac{1}{R_0 \cdot f_0}$$

- d) Calculate  $R_1$  to give the desired tracking bandwidth (See design equation 5).

$$R_1 = \frac{R_0 \cdot f_0}{(f_1 - f_2)} \cdot 2$$

- e) Calculate  $C_1$  to set loop damping. (See design equation 4):

Normally,  $\zeta = 0.5$  is recommended.

$$C_1 = \frac{1250 \cdot C_0}{R_1 \cdot \zeta^2}$$



- f) The input to the XR-2211 may sometimes be too sensitive to noise conditions on the input line. *Figure 4* illustrates a method of de-sensitizing the XR-2211 from such noisy line conditions by the use of a resistor,  $R_x$ , connected from pin 2 to ground. The value of  $R_x$  is chosen by the equation and the desired minimum signal threshold level.

$$V_{IN \text{ minimum (peak)}} = V_a - V_b = \Delta V \pm 2.8mV \text{ offset} = V_{REF} \frac{20,000}{(20,000 + R_x)} \text{ or } R_x = 20,000 \left( \frac{V_{REF}}{\Delta V} - 1 \right)$$

$V_{IN}$  minimum (peak) input voltage must exceed this value to be detected (equivalent to adjusting  $V$  threshold)

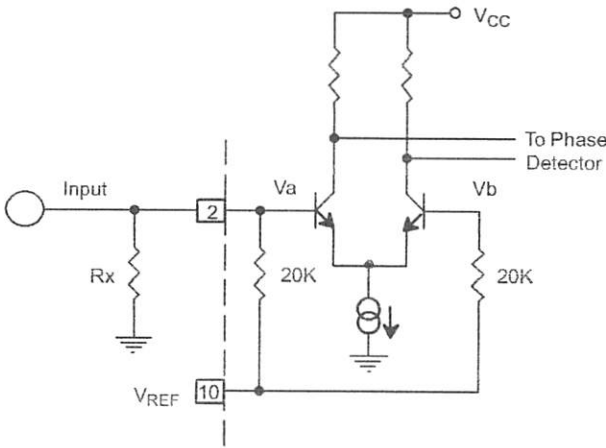


Figure 4. Desensitizing Input Stage

- g) Calculate Data Filter Capacitance,  $C_F$ :

$$R_{sum} = \frac{(R_F + R_1) \cdot R_B}{(R_1 + R_F + R_B)}$$

$$C_F = \frac{0.25}{(R_{sum} \cdot \text{Baud Rate})} \quad \text{Baud rate in } \frac{1}{\text{seconds}}$$

**Note:** All values except  $R_0$  can be rounded to nearest standard value.

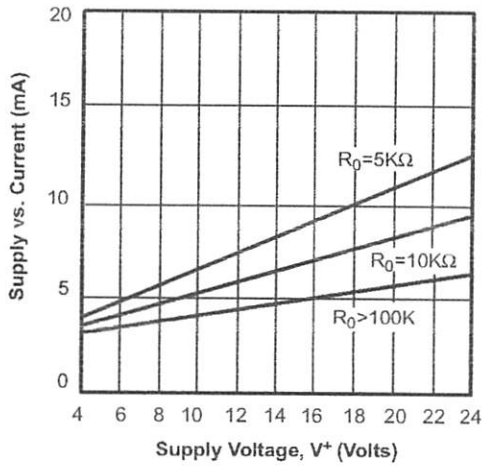


Figure 5. Typical Supply Current vs. V+ (Logic Outputs Open Circuited)

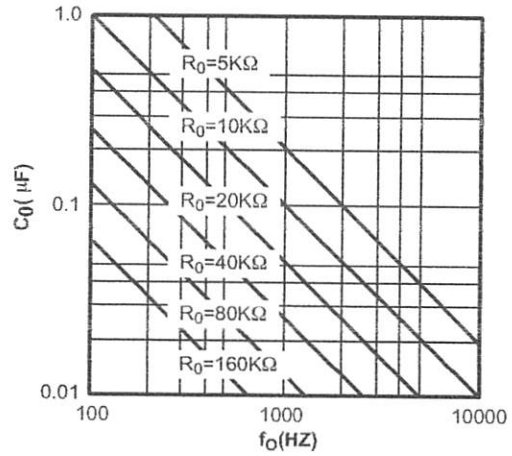


Figure 6. VCO Frequency vs. Timing Resistor

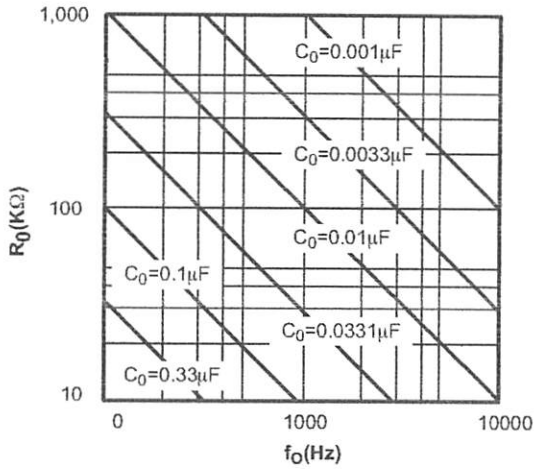


Figure 7. VCO Frequency vs. Timing Capacitor

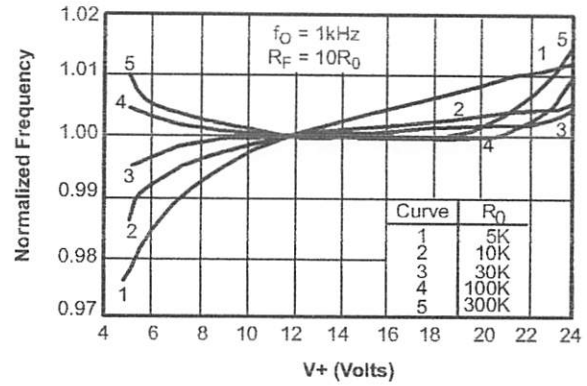


Figure 8. Typical  $f_0$  vs. Power Supply Characteristics

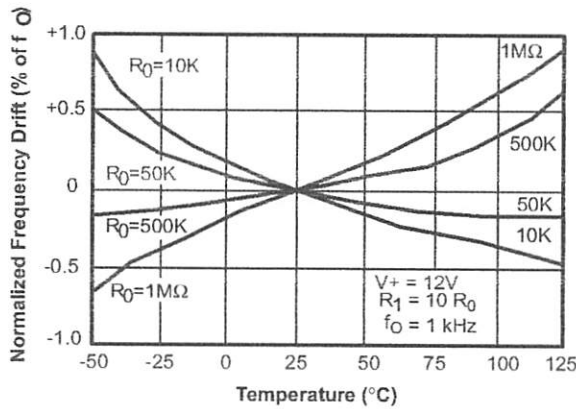


Figure 9. Typical Center Frequency Drift vs. Temperature

*Design Example:***1200 Baud FSK demodulator with mark and space frequencies of 1200/2200.**Step 1: Calculate  $f_0$ : from design instructions

$$(a) f_0 = \sqrt{1200 \cdot 2200} = 1624$$

Step 2: Calculate  $R_0$ :  $R_0 = 10K$  with a potentiometer of 10K. (See design instructions (b))

$$(b) R_T = 10 + \left(\frac{10}{2}\right) = 15K$$

Step 3: Calculate  $C_0$  from design instructions

$$(c) C_0 = \frac{1}{15000 \cdot 1624} = 39nF$$

Step 4: Calculate  $R_1$ : from design instructions

$$(d) R_1 = \frac{20000 \cdot 1624 \cdot 2}{(2200 - 1200)} = 51,000$$

Step 5: Calculate  $C_1$ : from design instructions

$$(e) C_1 = \frac{1250 \cdot 39nF}{51000 \cdot 0.5^2} = 3.9nF$$

Step 6: Calculate  $R_F$ :  $R_F$  should be at least five times  $R_1$ ,  $R_F = 51,000 \cdot 5 = 255 K\Omega$ Step 7: Calculate  $R_B$ :  $R_B$  should be at least five times  $R_F$ ,  $R_B = 255,000 \cdot 5 = 1.2 M\Omega$ Step 8: Calculate  $R_{SUM}$ :

$$R_{SUM} = \frac{(R_F + R_1) \cdot R_B}{(R_F + R_1 + R_B)} = 240K\Omega$$

Step 9: Calculate  $C_F$ :

$$C_F = \frac{0.25}{(R_{SUM} \cdot \text{Baud Rate})} = 1nF$$

**Note:** All values except  $R_0$  can be rounded to nearest standard value.

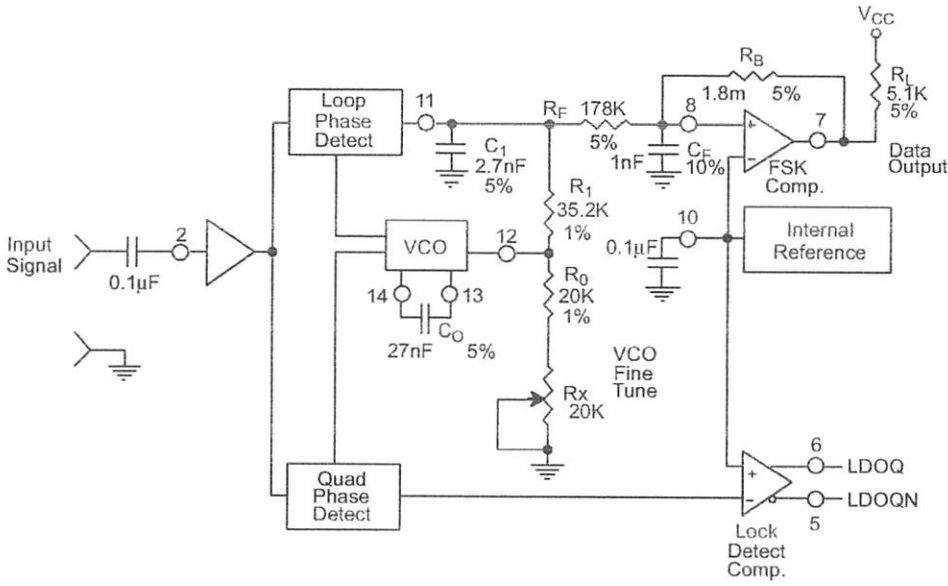


Figure 10. Circuit Connection for FSK Decoding of Caller Identification Signals (Bell 202 Format)

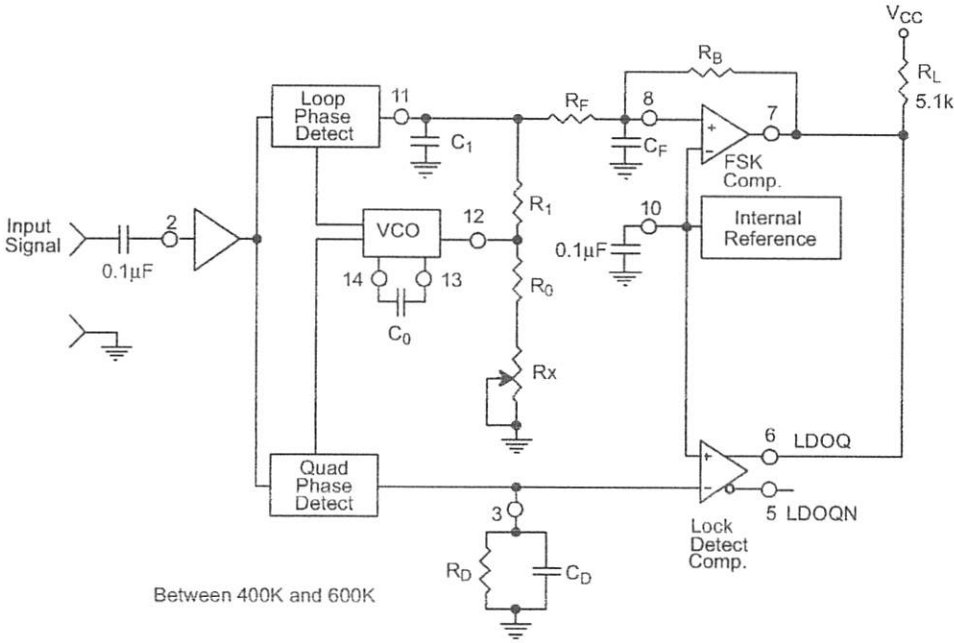


Figure 11. External Connectors for FSK Demodulation with Carrier Detect Capability

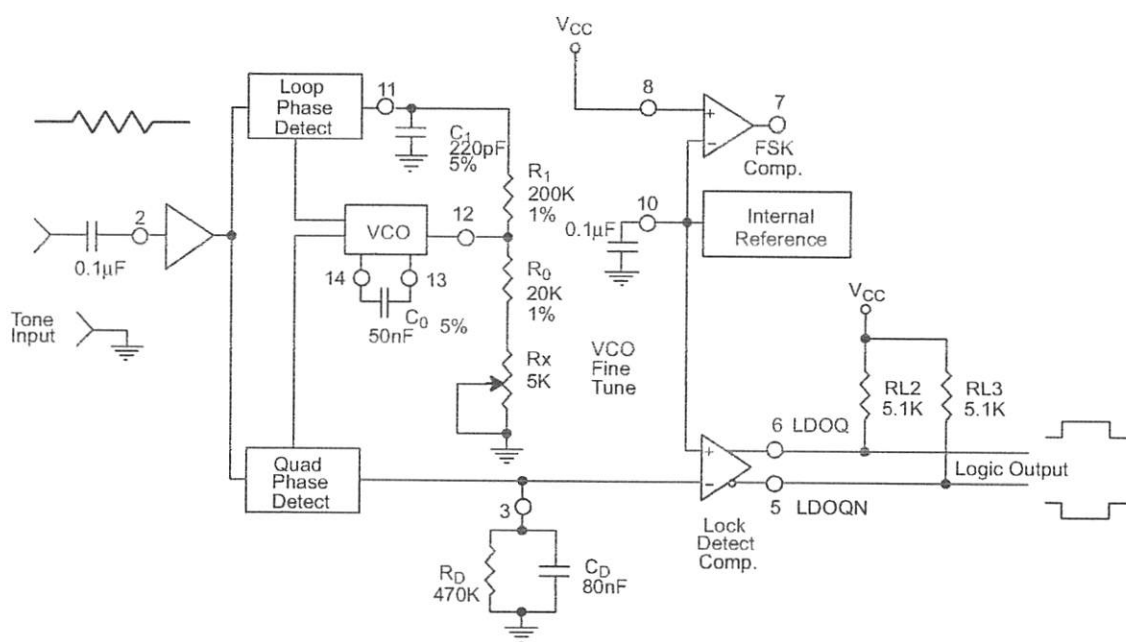


Figure 12. Circuit Connection for Tone Detection

### FSK Decoding with Carrier Detect

The lock detect section of XR-2211 can be used as a carrier detect option for FSK decoding. The recommended circuit connection for this application is shown in *Figure 11*. The open collector lock detect output, pin 6, is shorted to data output (pin 7). Thus, data output will be disabled at "low" state, until there is a carrier within the detection band of the PLL and the pin 6 output goes "high" to enable the data output.

**Note:** Data Output is "Low" When No Carrier is Present.

The minimum value of the lock detect filter capacitance  $C_D$  is inversely proportional to the capture range,  $\pm\Delta f_c$ . This is the range of incoming frequencies over which the loop can acquire lock and is always less than the tracking range. It is further limited by  $C_1$ . For most applications,  $\Delta f_c > \Delta f/2$ . For  $R_D = 470K\Omega$ , the approximate minimum value of  $C_D$  can be determined by:

$$C_D > \frac{16}{\Delta f} \quad C \text{ in } \mu\text{F} \text{ and } f \text{ in Hz.}$$

$C$  in  $\mu\text{F}$  and  $f$  in Hz.

With values of  $C_D$  that are too small, chatter can be observed on the lock detect output as an incoming signal

frequency approaches the capture bandwidth. Excessively large values of  $C_D$  will slow the response time of the lock detect output. For Caller I.D. applications choose  $C_D = 0.1\mu\text{F}$ .

### Tone Detection

*Figure 12* shows the generalized circuit connection for tone detection. The logic outputs, LDOQN and LDOQ at pins 5 and 6 are normally at "high" and "low" logic states, respectively. When a tone is present within the detection band of the PLL, the logic state at these outputs become reversed for the duration of the input tone. Each logic output can sink 5mA of load current.

Both outputs at pins 5 and 6 are open collector type stages, and require external pull-up resistors  $R_{L2}$  and  $R_{L3}$ , as shown in *Figure 12*.

With reference to *Figure 3* and *Figure 12*, the functions of the external circuit components can be explained as follows:  $R_0$  and  $C_0$  set VCO center frequency;  $R_1$  sets the detection bandwidth;  $C_1$  sets the low pass-loop filter time constant and the loop damping factor.

**Design Instructions:**

The circuit of *Figure 12* can be optimized for any tone detection application by the choice of the 5 key circuit components:  $R_0$ ,  $R_1$ ,  $C_0$ ,  $C_1$  and  $C_D$ . For a given input, the tone frequency,  $f_S$ , these parameters are calculated as follows:

(All resistance in  $\Omega$ 's, all frequency in Hz and all capacitance in farads, unless otherwise specified)

- Choose value of timing resistor  $R_0$  to be in the range of 10K $\Omega$  to 50K $\Omega$ . This choice is dictated by the max./min. current that the internal voltage reference can deliver. The recommended value is  $R_0 = 20\text{K}\Omega$ . The final value of  $R_0$  is normally fine-tuned with the series potentiometer,  $R_X$ .
- Calculate value of  $C_0$  from design equation (1) or from *Figure 7*  $f_S = f_0$ :

$$C_0 = \frac{1}{R_0 \cdot f_S}$$

- Calculate  $R_1$  to set the bandwidth  $\pm\Delta f$  (See design equation 5):

$$R_1 = \frac{R_0 \cdot f_0 \cdot 2}{\Delta f}$$

**Note:** The total detection bandwidth covers the frequency range of  $f_0 \pm \Delta f$

- Calculate value of  $C_1$  for a given loop damping factor:

Normally,  $\zeta = 0.5$  is recommended.

$$C_1 = \frac{1250 \cdot C_0}{R_1 \zeta^2}$$

Increasing  $C_1$  improves the out-of-band signal rejection, but increases the PLL capture time.

- Calculate value of the filter capacitor  $C_D$ . To avoid chatter at the logic output, with  $R_D = 470\text{K}\Omega$ ,  $C_D$  must be:

$$C_D > \frac{16}{\Delta f} \quad C \text{ in } \mu F$$

Increasing  $C_D$  slows down the logic output response time.

**Design Examples:**

Tone detector with a detection band of  $\pm 100\text{Hz}$ :

- Choose value of timing resistor  $R_0$  to be in the range of 10K $\Omega$  to 50K $\Omega$ . This choice is dictated by the max./min. current that the internal voltage reference can deliver. The recommended value is  $R_0 = 20\text{K}\Omega$ . The final value of  $R_0$  is normally fine-tuned with the series potentiometer,  $R_X$ .
- Calculate value of  $C_0$  from design equation (1) or from *Figure 6*  $f_S = f_0$ :

$$C_0 = \frac{1}{R_0 \cdot f_S} = \frac{1}{20,000 \cdot 1,000} = 50\text{nF}$$

c) Calculate  $R_1$  to set the bandwidth  $\pm\Delta f$  (See design equation 5):

$$R_1 = \frac{R_0 \cdot f_0 \cdot 2}{\Delta f} = \frac{20,000 \cdot 1,000 \cdot 2}{100} = 400K$$

**Note:** The total detection bandwidth covers the frequency range of  $f_0 \pm \Delta f$

d) Calculate value of  $C_0$  for a given loop damping factor:

Normally,  $\zeta = 0.5$  is recommended.

$$C_1 = \frac{1250 \cdot C_0}{R_1 \zeta^2} = \frac{1250 \cdot 50 \cdot 10^{-9}}{400,000 \cdot 0.5^2} = 6.25pF$$

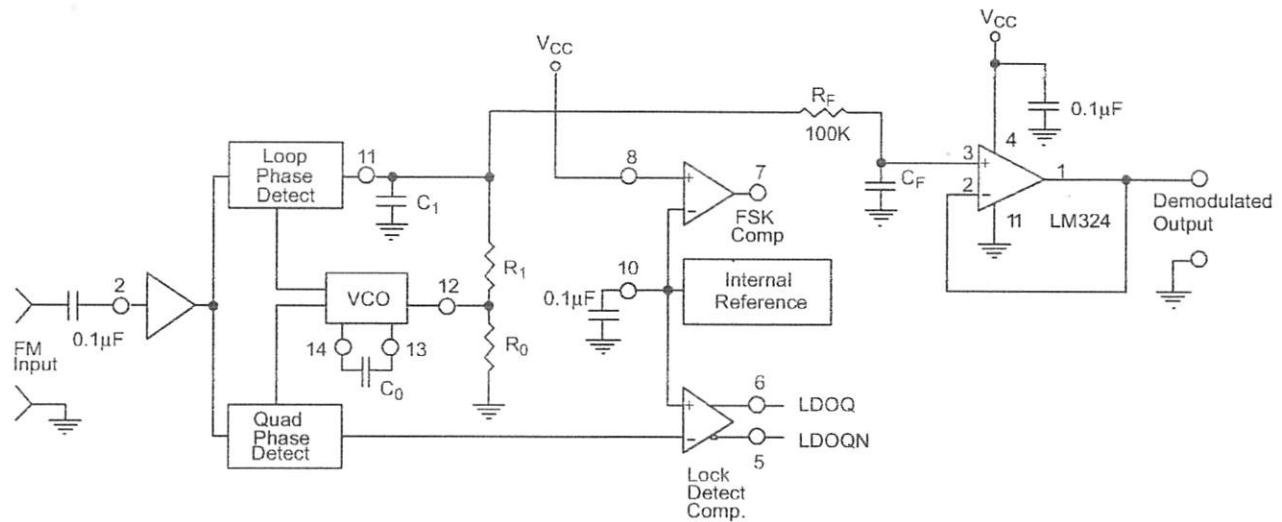
Increasing  $C_1$  improves the out-of-band signal rejection, but increases the PLL capture time.

e) Calculate value of the filter capacitor  $C_D$ . To avoid chatter at the logic output, with  $R_D = 470K\Omega$ ,  $C_D$  must be:

$$C_D = \frac{16}{\Delta f} \geq \frac{16}{200} \geq 80nF$$

Increasing  $C_D$  slows down the logic output response time.

f) Fine tune center frequency with  $5K\Omega$  potentiometer,  $R_X$ .



**Figure 13. Linear FM Detector Using XR-2211 and an External Op Amp.**  
(See Section on Design Equation for Component Values.)