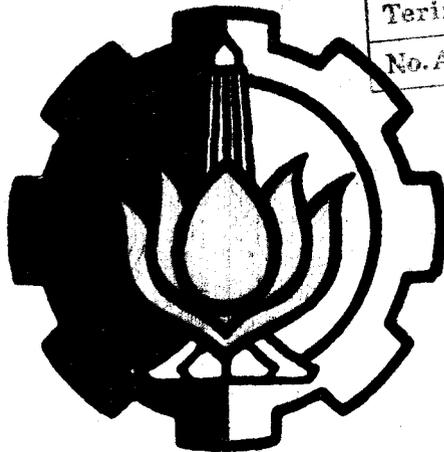


3100096007953

# TELEMETRI ELEKTRONIK UNTUK STASIUN RELAY TELEVISI DENGAN MENGGUNAKAN TRANSMISI DATA PADA BAND VHF

RSE  
621.3981  
Fad  
t-1  
1995



PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	18 APR 1995
Terima Dari	7/
No. Agenda	5785

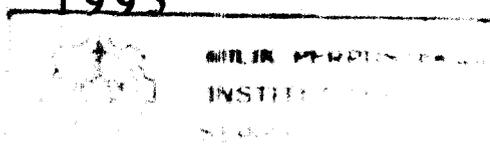
Disusun oleh :

**MOCH. CHOLIF FADHILAH**

**NRP. 2882200942**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA**

**1995**

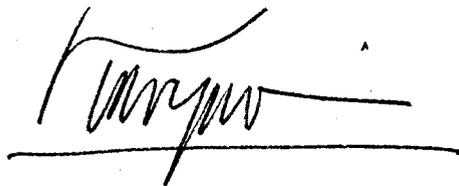


# TELEMETRI ELEKTRONIK UNTUK STASIUN RELAY TELEVISI DENGAN MENGGUNAKAN TRANSMISI DATA PADA BAND VHF

## TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik Elektro  
P a d a  
Bidang Studi Elektronika  
Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
S u r a b a y a

Mengetahui / Menyetujui  
Dosen Pembimbing,



Ir. KARYADI, M.Sc.

SURABAYA

MARET, 1995

*Ya Allah,  
limpahkan shalawat kepada dzat Muhammad  
yang lembut nan tunggal  
matahari langit  
pemunculan cahaya  
pusat peredaran  
dan kutub falak keindahan*

*Ya Allah,  
dengan rahasia di sisiMu  
dan dengan perjalannya di sisiMu  
amankan rasa takutku  
kurangi kesalahanku  
lenyapkan gundah dan tamakku  
dan jadilah penolongku  
bawalah aku kepadaMu  
dan karunikanlah aku fana terhadapku  
dan jangan jadikan diriku  
mendapat cobaan dari nafsuku  
singkatkanlah bagiku semua rahasia tersembunyi*

*Ya Hayyu,  
Ya Qoyyum*

*(Imam Ad Dasuqi)*

**kupersembahkan karya kecil ini kepada :**  
yang tak terlukiskan keikhlasan pengorbanan, dan cinta kasihnya

Ibu dan Bapak ku

juga kepada

Mbak Iva, Mas Arief, Helmi, Ufi  
saudara-saudaraku yang telah banyak berkorban karena aku

## ABSTRAK

---

Untuk memantau panel-panel pada stasiun relay televisi sampai saat ini masih dilakukan oleh petugas di lokasi stasiun setempat yang lazimnya jauh dari kota (di atas sebuah bukit atau gunung). Tugas pemantauan bagi manusia merupakan pekerjaan yang menjemukan dan tidak efisien lebih-lebih dilakukan di lokasi yang jauh dari keramaian.

Pada tugas akhir ini akan dirancang sebuah alat (telemetri elektronik) yang akan memantau panel pada stasiun relay televisi dengan menggunakan bantuan mikroprosesor. Data-data pemantauan panel-panel ini dikomunikasikan dua arah antara mikroprosesor dengan sebuah Personal Computer pada sebuah stasiun pengatur yang berada di kota dengan menggunakan teknik transmisi data pada band VHF. Dari data yang diterima di stasiun pengatur dapat diketahui kondisi stasiun relay.

# KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan RahmatNya sehingga hanya dengan kemurahan dan ridhoNya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul :

## **TELEMETRI ELEKTRONIK UNTUK STASIUN RELAY TELEVISI DENGAN MENGGUNAKAN TRANSMISI DATA PADA BAND VHF**

Tugas akhir ini disusun guna memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana teknik elektro pada Bidang Studi Elektronika Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Pada kesempatan ini pula penulis dengan tulus menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan sebesar-besarnya kepada :

- Bapak Ir. Karyadi, MSc, selaku dosen pembimbing tugas akhir.
- Bapak Ir. Totok Mudjiono, M. Ikom, selaku dosen pembimbing II tugas akhir.
- Bapak Ir. Soetikno, selaku Koordinator Bidang Studi Elektronika

Jurusan Teknik Elektro FTI ITS.

- Bapak Dr. Ir. Moch.Salehudin, M.Eng.Sc, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro serta seluruh staf pegawai Jurusan Teknik Elektro.
- Seluruh dosen pengajar Jurusan Teknik Elektro yang telah memberikan ilmu selama penulis kuliah.
- Rekan-rekan Bidang Studi Elektronika terutamama rekan-rekan laboratorium B205, B203, B403 yang telah banyak memberikan bantuan sumbangan pikiran dan dorongan selama penyelesaian tugas akhir ini.
- Rekan-rekan di Klampis Semolo Timur dan di Klampis Ngasem : Deny, Yoga, Danang, Didit, Bekti, Wasis, Hanang, Pak Win, Mala yang telah banyak memberikan bantuan dan dorongan. Sukses selalu untuk kalian.

Penulis menyadari adanya kekurangan-kekurangan dalam penyelesaian tugas akhir ini. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati kami mengharapkan kritik dan saran demi kesempurnaan tugas akhir ini. Besar harapan penulis semoga karya kecil ini dapat memberikan sumbangan pengetahuan kepada siapa saja.

Penulis

# DAFTAR ISI

---

	Halaman
JUDUL .....	i
ABSTRAK .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
I.1        LATAR BELAKANG .....	I-1
I.2        PERMASALAHAN .....	I-2
I.3        PEMBATAAN MASALAH .....	I-2
I.4        TUJUAN .....	I-3
I.5        METODOLOGI .....	I-3
I.6        SISTEMATIKA PEMBAHASAN .....	I-3
I.7        RELEVANSI .....	I-4

**BAB II LANDASAN TEORI**

II.1	TELEMETRI . . . . .	II-1
II.1.1	Telemetri untuk stasiun relay televisi . . . . .	II-2
II.1.2	Blok diagram Unit Remote . . . . .	II-3
II.1.3	Komponen pada Unit Pemantauan . . . . .	II-4
II.2	MIKROPROSESOR 8-BIT 8088 . . . . .	II-6
II.2.1	Arsitektur sistem 3 bus . . . . .	II-6
II.2.2	Arsitektur 8088 . . . . .	II-6
II.2.3	Fetch dan Execute . . . . .	II-8
II.2.4	Register internal 8088 . . . . .	II-9
II.2.5	Konfigurasi pin Intel 8088 . . . . .	II-13
II.3	KOMUNIKASI DATA SERIAL . . . . .	II-18
II.3.1	Format data serial asinkron . . . . .	II-19
II.3.2	Tingkat efisiensi komunikasi . . . . .	II-22
II.4	UART NATIONAL INS8250 . . . . .	II-22
II.4.1	Register pada UART INS8250 . . . . .	II-23
II.4.2	Standard transmisi EIA RS-232 . . . . .	II-26
II.5	SPEKTRUM GELOMBANG RADIO . . . . .	II-28
II.6	MODULASI . . . . .	II-30
II.7	PEMODULASIAN FREKUENSI (FM) . . . . .	II-30
II.7.1	Teknik pembangkitan direct FM . . . . .	II-33
II.7.2	Teknik pembangkitan indirect FM . . . . .	II-34
II.8	DEMODULASI SINYAL FM . . . . .	II-34
II.9	SINYAL FSK . . . . .	II-36
II.9.1	Demodulator FSK XR-2211 . . . . .	II-36
II.9.2	Modulator FSK XR-2206 . . . . .	II-39

	Halaman
<b>BAB III PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT</b>	
III.1	MAIN BOARD MINIMUM SISTEM. . . . . III-3
III.1.1	Rangkaian clock . . . . . III-3
III.1.2	Data dan address bus . . . . . III-6
III.1.3	Sinyal kontrol . . . . . III-8
III.1.4	Organisasi memory . . . . . III-8
III.2	RANGKAIAN KOMUNIKASI SERIAL . . . . . III-11
III.3	RANGKAIAN ANALOG TO DIGITAL CONVERTER . III-13
III.4	MODULATOR FSK XR-2206 . . . . . III-19
III.5	DEMODULATOR FSK XR-2211 . . . . . III-21
III.6	RANGKAIAN TRANSMITTER VHF . . . . . III-23
III.7	RANGKAIAN RECEIVER VHF . . . . . III-25
III.8	MODUL SWITCH . . . . . III-26
III.9	AKUISISI DATA DARI METER KUMPARAN PUTAR III-28
III.10	PENGUAT DIFFERENSIAL . . . . . III-29
III.11	PERENCANAAN SOFTWARE . . . . . III-31
III.11.1	Software komunikasi serial . . . . . III-31
III.11.2	Software untuk ADC . . . . . III-33
III.11.3	Software inisialisasi minimum sistem . . . . . III-34
 <b>BAB IV PENGUJIAN PERALATAN</b>	
IV.1	PENGUJIAN MODUL ADC . . . . . IV-1
IV.1.1	Kalibrasi tegangan referensi ADC . . . . . IV-2
IV.1.2	Pengujian ADC . . . . . IV-2
IV.2	PENGUJIAN UART . . . . . IV-3
IV.3	PENGUJIAN DAN PENGKALIBRASIAN MODULATOR DEMODULATOR FSK . . . . . IV-4

IV.4            PENGUJIAN TRANSMITTER & RECEIVER VHF . . . . IV-6

**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

V.1            KESIMPULAN . . . . . V-1

V.2            SARAN-SARAN . . . . . V-2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

---

Gambar		Halaman
II-1	Sistem Telemetry untuk Stasiun Relay TV . . . . .	II-3
II-2	Blok diagram unit remote pada sistem telemetry . . . . .	II-5
II-3	Arsitektur internal 8088 . . . . .	II-7
II-4	Register internal 8088 . . . . .	II-11
II-5	Format Flag Register 8088 . . . . .	II-13
II-6	Konfigurasi pin uP 8088 . . . . .	II-14
II-7	Format data serial asinkron . . . . .	II-20
II-8	Blok diagram UART INS8250 . . . . .	II-23
II-9	Register Internal UART INS8250 . . . . .	II-25
II-10	Direct FM modulator dengan dioda varactor . . . . .	II-34

Gambar	Halaman
II-11	Slope detector . . . . . II-35
II-12	Karakteristik slope detector . . . . . II-36
II-13	Sinyal modulasi FSK . . . . . II-37
III-1	Rangkaian pembangkit clock dan sinyal reset . . . . . III-4
III-2	Fungsi power-on reset . . . . . III-6
III-3	Data bus dan address bus . . . . . III-8
III-4	Decoder untuk sinyal-sinyal kontrol . . . . . III-9
III-5	Rangkaian memory . . . . . III-10
III-6	Rangkaian komunikasi serial UART . . . . . III-12
III-7	Rangkaian ADC . . . . . III-14
III-8	Diagram waktu dari ADC0808 . . . . . III-15
III-9	Rangkaian pembangkit pulsa clock untuk ADC . . . . . III-17
III-10	Rangkaian sumber tegangan referensi untuk ADC . . . . . III-18
III-11	Rangkaian modulator FSK XR-2206 . . . . . III-20
III-12	Rangkaian Demodulator FSK . . . . . III-21
III-13	Rangkaian transmitter VHF . . . . . III-24
III-14	Rangkaian receiver VHF . . . . . III-25
III-15	Modul switch power on-off . . . . . III-27
III-16	Mengambil data dari meter kumparan putar panel . . . . . III-29
III-17	Rangkaian penguat differensial . . . . . III-30
IV-1	Pengujian taraf histeresis $V_{UT}$ dan $V_{LT}$ input modulator . . . . . IV-5

## DAFTAR TABEL

---

Tabel		Halaman
II-1	Register UART INS8250 . . . . .	II-24
III-1	Decoding sinyal kontrol . . . . .	III-9
III-2	Full decoding untuk SRAM dan EPROM . . . . .	III-9
III-3	Partial decoding untuk SRAM dan EPROM . . . . .	III-12
III-4	Decoding untuk ADC . . . . .	III-16
IV-1	Hasil pengujian ADC . . . . .	IV-3
IV-2	Pengujian modulator demodulator . . . . .	IV-6

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

---

Era teknologi elektronika dan komputer telah memberikan banyak kemudahan bagi kehidupan di segala bidang. Mulai dari industri, pendidikan sampai lingkungan keluarga. Revolusi teknologi yang sedemikian pesat menimbulkan kreasi-kreasi baru untuk memenuhi kebutuhan manusia antara lain kebutuhan untuk pemantauan jarak jauh.

### **I.1 LATAR BELAKANG**

Pemantauan panel pada stasiun relay televisi yang dilakukan di lokasi setempat dirasa sebagai suatu pekerjaan yang tidak praktis dan tidak efisien.

Dengan menggunakan mikroprosesor dapat dilakukan pemantauan panel-panel pada stasiun relay televisi. Dengan mengkomunikasikan data-data panel secara dua arah antara mikroprosesor dan sebuah Personal Computer pada sebuah unit pemantauan yang berada di kota dengan teknik transmisi data pada band VHF, maka dimungkinkan pemantauan dan pengendalian dari jauh (dari kota) dan tidak di lokasi setempat (lazimnya tempat yang sangat tinggi : bukit atau

gunung). Dengan pertimbangan diatas maka penyusun mengambil judul :

**TELEMETRI ELEKTRONIK UNTUK STASIUN RELAY TELEVISI  
DENGAN MENGGUNAKAN TRANSMISI DATA PADA BAND VHF**

**I.2 PERMASALAHAN**

Permasalahan yang umum adalah agar data-data variabel dapat diolah oleh peralatan elektronik digital maka data analog pada stasiun relay perlu diubah menjadi besaran digital.

Yang kedua adalah cara komunikasi data dari berbagai unit remote yang berada pada stasiun relay dengan unit pemantauan. Untuk itu perlu dikaji bagaimana sistem komunikasi digital dan transmisi data yang dapat menunjang keperluan ini.

**I.3 PEMBATASAN MASALAH**

Untuk merencanakan sistem telemetri elektronik untuk stasiun relay televisi ini adalah sangat kompleks. Sehingga pada tugas akhir ini hanya dibatasi pada pemantauan beberapa variabel penting.

Setiap bagian peralatan direncanakan secara modular, sehingga pengembangan selanjutnya tidak akan mengakibatkan perubahan pada bagian yang telah ada.

#### **I.4 TUJUAN**

Membuat alat/sistem telemetri elektronik yang mampu melakukan pemantauan panel pada stasiun relay dari jarak jauh dengan menggunakan teknik transmisi data pada band VHF. Dengan cara demikian maka tugas pemantauan yang biasanya dilakukan pada stasiun setempat yang letaknya berada pada tempat yang kurang praktis dicapai (di atas bukit /gunung) dapat dilakukan operator cukup dari stasiun unit pemantauan.

Secara umum diharapkan alat ini dapat menambah keandalan stasiun relay dalam menyiarkan ulang siaran dari stasiun televisi utama.

#### **I.5 METODOLOGI**

Untuk mencapai tujuan yang diinginkan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini dilakukan langkah sebagai berikut :

Mempelajari satu jenis mikroprosesor sebagai jantung pengaturan berikut teknik interfacingnya. Mempelajari cara kerja pemancar dan penerima VHF. Mempelajari teknik komunikasi data serial. Mempelajari akuisisi data variabel-variabel pada panel stasiun relay.

#### **I.6 SISTEMATIKA PEMBAHASAN**

Buku laporan Tugas Akhir ini disusun dengan sistematika sebagai berikut:

**BAB I**   Pendahuluan; Pada bab ini dijelaskan mengenai latar belakang

pemilihan judul Tugas Akhir, permasalahan, tujuan dibuatnya peralatan, metodologi, sistematika pembahasan dan relevansi pembuatan Tugas Akhir.

**BAB II** Landasan teori; menjelaskan mengenai telemetri, mikroprosesor 8088, komunikasi data serial, UART, Spektrum gelombang radio, Modulasi FSK.

**BAB III** Perencanaan dan Pembuatan Alat; membahas konsep perencanaan hardware yang dibuat berikut software pendukungnya.

**BAB IV** Pengujian Peralatan; membahas pengujian semua modul yang mendukung peralatan.

**BAB V** Penutup; membahas kesimpulan dari seluruh pembahasan, perencanaan dan pembuatan alat, pengujian peralatan, serta saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut.

## **I.7 RELEVANSI**

Peralatan yang dirancang pada Tugas Akhir ini menerapkan Komunikasi Data Digital dengan transmisi band VHF diharapkan dapat membantu menambah tingkat keandalan secara umum pada stasiun relay yang bertugas menyiarkan ulang siaran dari stasiun televisi utama.

## BAB II

# LANDASAN TEORI

---

### II.1 TELEMETRI

Telemetri adalah sistem pengukuran terhadap variabel fisik dari jarak jauh tanpa ada kontak langsung dengan variabel fisik yang diukur . Transmisi data pada telemetri tidak menggunakan penghantar kabel. Transmisi data dilakukan dengan komunikasi RF pada band VHF.

Dua bagian terpenting pada telemetri adalah :

1. Unit-unit remote yang masing-masing berada pada lokasi dimana besaran fisik berada akan diukur.
2. Unit pemantauan sebagai tempat pengumpulan data variabel hasil pengukuran unit-unit remote, yang kemudian data akan disajikan oleh PC pada sebuah layar monitor. Di samping itu dari unit ini kita dapat memberikan command-command pada unit remote untuk melakukan suatu aksi.

### II.1.1 TELEMETRI UNTUK STASIUN RELAY TELEVISI

Secara garis besar konsep telemetri untuk stasiun relay televisi adalah sebagai berikut.

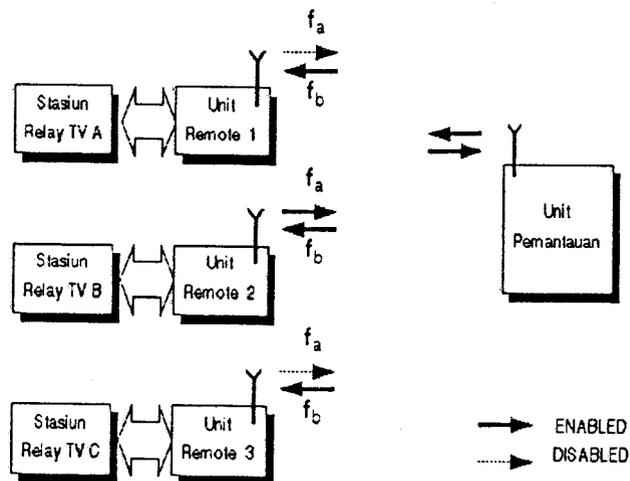
- Unit remote berada pada stasiun relay televisi.
- Unit pemantauan berada pada suatu lokasi di kota.

Komunikasi data hanya dimungkinkan antara unit remote dengan unit pemantauan, sedangkan antar unit remote tidak terdapat komunikasi. Pada tiap unit remote dan pada unit pemantauan dilengkapi transmitter dan receiver VHF untuk keperluan komunikasi data ini.

Frekuensi kerja transmitter pada semua unit remote adalah sama, misalkan sama dengan  $f_a$ . Dan digunakan frekuensi yang berlainan  $f_b$ , untuk unit pemantauan. Receiver unit remote diset pada frekuensi  $f_b$  dan receiver unit pemantauan diset pada frekuensi  $f_a$ .

Komunikasi data antara unit remote dengan unit pemantauan adalah sebagai berikut :

1. Komunikasi bersifat full-duplex.
2. Pada suatu saat tidak ada atau hanya satu unit-remote yang aktif link dengan unit pemantauan.
3. Unit remote yang aktif link akan mengirim data atau melakukan aksi hanya bila menerima byte-byte atau sederetan karakter reserved words (kata



**Gambar II-1**  
Sistem Telemetry untuk Stasiun Relay TV.

terkadang) command.

4. Data-data tertentu akan dikirim unit remote dengan diawali byte-byte atau sederetan karakter yang merupakan reserved words pula.

### II.1.2 BLOK DIAGRAM UNIT REMOTE

Unit remote terdiri dari unit-unit dengan fungsinya masing masing, sebagai berikut :

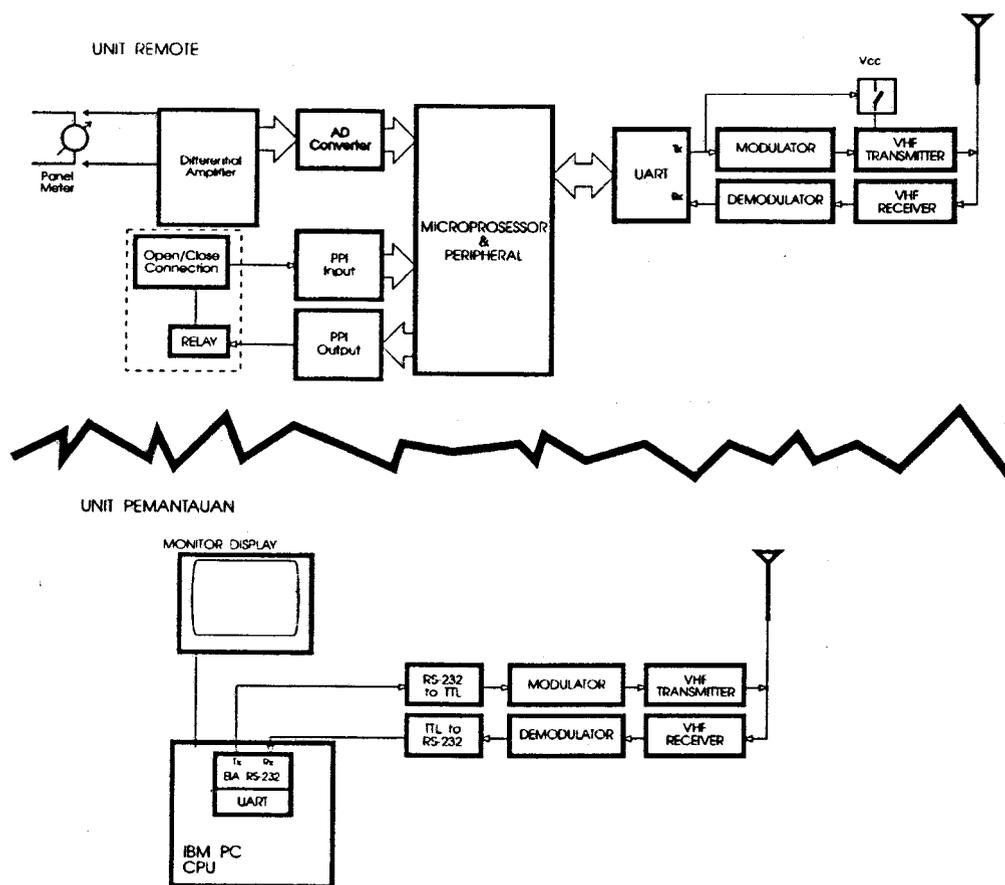
- Analog to Digital Converter (ADC), digunakan untuk mengkonversi besaran analog menjadi data digital yang kemudian diinputkan ke mikroprosesor.

- Sinyal Conditioning yang berfungsi mengkondisi besaran terukur menjadi besaran analog yang layak untuk ADC.
- Programmable Peripheral Interface (PPI) yakni sebagai port I/O data digital.
- Universal Asynchronous Receiver Transmitter (UART) yakni unit yang menangani komunikasi serial.
- Modulator-Demodulator Frequency Shift Keying (MODEM-FSK), digunakan untuk konversi data serial digital ke/dari data serial FSK
- Transmitter-Receiver VHF, digunakan untuk mengirim dan menerima data serial FSK pada transmisi gelombang VHF.
- Minimum Sistem dengan mikroprosesor sebagai jantung berikut peripheralnya adalah sistem hardware-software yang akan mengendalikan dan mengatur semua aktifitas hardware unit remote diatas.

### II.1.3 KOMPONEN PADA UNIT PEMANTAUAN

Unit pemantauan terdiri dari komponen-komponen sebagai berikut :

- Universal Asynchronous Receiver Transmitter (UART) yakni unit yang menangani komunikasi serial atau pada IBM PC biasa dinamakan Serial Communication Card.
- Modulator-Demodulator Frequency Shift Keying , digunakan untuk konversi data serial digital ke/dari data serial FSK.
- Transmitter-Receiver VHF, digunakan untuk mengirim dan menerima data



**Gambar II-2**  
Blok diagram unit remote pada sistem telemetri.

serial FSK pada transmisi gelombang VHF.

- IBM PC dengan mikroprosesor sebagai jantung berikut peripheralnya yang merupakan sistem hardware-software yang akan menerima data hasil pengukuran pada unit remote serta untuk mengirim byte-byte command pada unit remote. Dan yang penting pula adalah penyajian seluruh data pengukuran pada sebuah monitor dan menampung instruksi melalui keyboard.

## II.2 MIKROPROSESOR 8-BIT 8088

### II.2.1 ARSITEKTUR SISTEM 3 BUS

Minimum sistem dengan uP 8088 menggunakan arsitektur sistem 3 bus<sup>1</sup>, yaitu address bus, data bus, dan control bus. 8088 adalah mikroprosesor 8-bit yang berarti data bus terdiri dari 8-bit.

8088 menggunakan address bus dengan panjang 20-bit sehingga mampu mengalami memory sampai  $2^{20}$  atau 1.048.578 byte. Untuk I/O hanya digunakan 16 bit lower address sehingga dapat mengalami peralatan I/O sebanyak  $2^{16}$  atau 65.536.

Sedangkan control bus berfungsi sebagai indikasi apakah address bus pada suatu saat sebagai address memory ataukah address I/O. Karenanya pada tiap saat 8088 mengoutputkan address dan juga mengaktifkan satu diantara empat sinyal control : memory read, memory write, I/O read, I/O write.

### II.2.2 ARSITEKTUR 8088

Gambar II-3 menunjukkan model dari CPU 8088. Terlihat 8088 dibagi menjadi dua prosesor terpisah, yang dinamakan BIU (bus interface unit) dan EU (execution unit). BIU menyediakan fungsi hardware meliputi pembangkitan

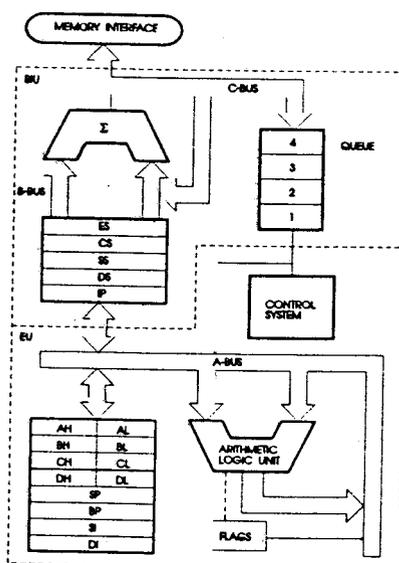
---

<sup>1</sup>

Coffron, J.W., PRACTICAL HARDWARE DETAIL FOR 8080, 8085, Z80, AND 6800 MICROPROCESSOR SYSTEM, New Jersey, Prentice Hall Inc., 1981, hal.3

address memory dan I/O untuk transfer data dengan dunia luar CPU dan tentu juga dengan EU.

EU menerima kode instruksi program dan data dari BIU, kemudian mengeksekusi instruksi-instruksi ini dan menyimpan hasilnya pada general register. EU terkadang mengembalikan data ke BIU untuk misalnya disimpan dalam suatu lokasi memory atau ditulis ke I/O.



**Gambar II-3<sup>2</sup>**  
Arsitektur internal 8088.

Ini karena EU tidak mempunyai hubungan langsung dengan bus pada

system. Jadi EU menerima dan mengoutputkan semua datanya melalui BIU. Data bus BIU pada 8088 mempunyai lebar 8-bit.

### II.2.3 FETCH DAN EXECUTE

Dengan adanya BIU dan EU maka memungkinkan 8088 melakukan fetch dan execute (mengambil dan mengeksekusi) secara bersamaan. Adapaun langkah-langkahnya fetch dan execute adalah sebagai berikut:

1. BIU mengoutputkan isi dari IP (Instruction Pointer) ke address bus, sehingga byte atau word yang terpilih dibaca oleh BIU.
2. Register IP ditambah 1 sebagai persiapan untuk fetch instruksi selanjutnya.
3. Setelah memasuki BIU, kemudian dilewatkan ke queue. Queue adalah register FIFO (first-in, first-out), dan pada 8088 terdiri dari 4 byte.
4. Anggap queue pada awalnya kosong, sehingga EU segera mengambil instruksi ini dari queue dan mengeksekusinya.
5. Sementara EU mengeksekusi instruksi tadi, BIU melakukan fetch sebuah instruksi yang baru. BIU akan mengisi queue dengan beberapa instruksi baru sebelum EU siap mengambil instruksi selanjutnya dan ini bergantung pada seberapa lama eksekusi instruksi pertama.

BIU diprogram untuk fetch instruksi baru ketika queue mempunyai ruang kosong 1 byte.

Keuntungan arsitektur queue ini adalah bahwa EU dapat mengeksekusi instruksi-instruksi hampir tanpa putus ini menguntungkan dibanding harus menunggu BIU untuk mengambilkan sebuah instruksi yang baru.

#### II.2.4 REGISTER INTERNAL 8088

Prosesor 8088 memiliki empat grup register 16 bit, yaitu :

- data register,
- index register dan pointer register,
- segment register,
- flag register.

##### Data register

Data register atau general purpose register terdiri dari accumulator yakni register AX, disamping itu terdapat register BX, CX, DX. Masing masing dapat diakses sebagai byte atau word. Jadi dapat digunakan sebagai dua register 8 bit secara terpisah atau sebuah register 16 bit, misalnya register AX (16 bit) dapat digunakan dalam bentuk register AH (8 bit high) dan AL (8 bit low).

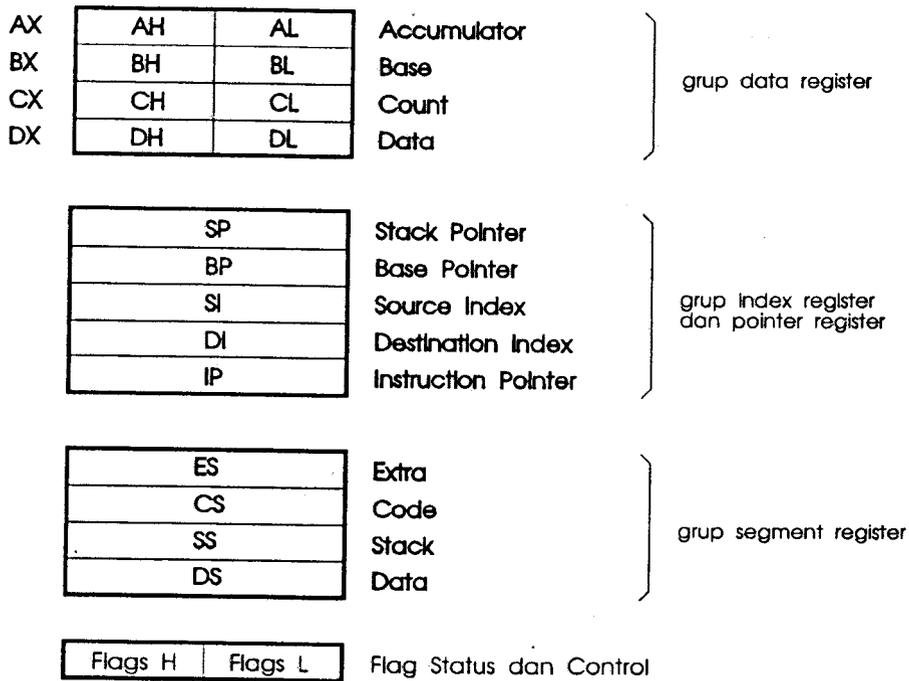
Banyak instruksi yang memakai general purpose register ini untuk tujuan-tujuan tertentu, untuk alasan ini masing-masing diberikan nama-nama seperti accumulator, base, counter dan data. Fungsi utama dari general purpose register adalah sebagai berikut:

- AX (accumulator) ialah register yang sering dipakai untuk menangani hasil dari aritmetika dan logika unit.
- BX (base) ialah register sering dipakai untuk menangani address base dari data yang terletak dalam memori dan juga base address dari table data yang digunakan oleh intruksi misalnya : translate (XLAT).
- CX (Count) ialah register pencacah untuk instruksi tertentu seperti shift dan rotate, dan untuk counter operasi loop.
- DX (Data) ialah register yang juga memegang peranan penting dalam perkalian 16 bit, bagian terpenting dari pembagi sebelum operasi pembagian dan sebagai hold address port I/O untuk intruksi I/O.

### **Pointer register dan index register**

Pointer register dan index register semuanya adalah 16 bit. Dan tidak dapat diakses secara terpisah 8 bit high atau 8 bit low sebagaimana data register. Terdapat empat buah register yang tergolong grup ini yang masing-masing mempunyai fungsi spesifik :

- SP (Stack Pointer) ialah register yang berfungsi sebagai penunjuk lokasi puncak stack.
- BP (Base Pointer) ialah register yang berfungsi sebagai penunjuk suatu lokasi pada stack.
- SI (Source Index) ialah register yang digunakan sebagai source index



**Gambar II-4<sup>3</sup>**  
Register internal 8088.

register pada mode indirect addressing, juga digunakan untuk menyimpan offset suatu operand selama berlangsungnya operasi string.

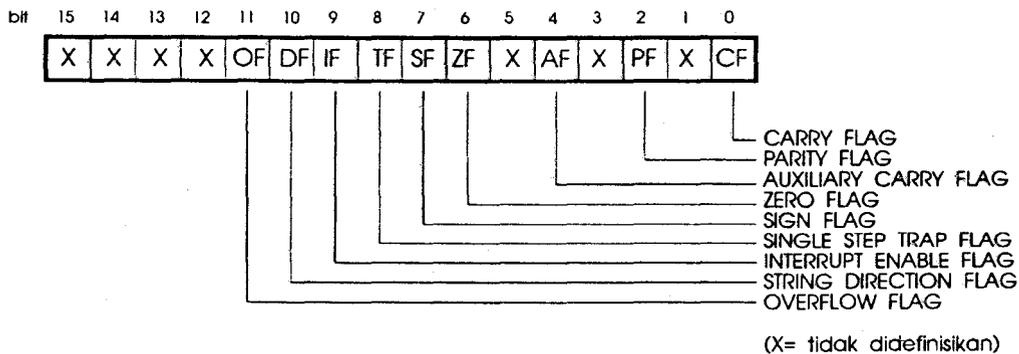
- DI (Destination Index) ialah register yang digunakan sebagai destination index register pada mode indirect addressing, juga digunakan untuk menyimpan offset suatu operand selama berlangsungnya operasi string.

### Segment register

Empat segment register : CS, DS, SS dan ES sebagai base untuk ke-empat segment memory : code segment, data segment, stack segment, dan extra segment. Lokasi memory yang sebenarnya diperoleh dengan menambahkan nilai offset pada segment yang sebelumnya telah dikalikan 10h atau kita lakukan dengan mudah yakni dengan menambahkan nilai offset pada segment yang telah kita geser 4 bit ke kiri. Offset ini dapat berupa suatu konstanta atau isi register lain, misalnya register IP, SI, atau DI. Register register ini adalah :

- CS (Code segment) berisi informasi base segment (64 KByte) yang mengandung program atau code. Register ini berubah paling sering dengan intruksi-intruksi Jump, Call, dan Return.
- DS (Data Segment) berisi informasi base segment (64 KByte) yang mengandung data referensi dari hampir semua intruksi dan addressing mode. Data hampir selalu dimasukkan dan dikeluarkan dari memori melalui data segmen.
- SS (Stack Segment) berisi informasi base segment (64 KByte) yang digunakan untuk stack LIFO (Last In First Out).
- ES (Extra Segment) berisi informasi base segment (64 KByte) yang digunakan untuk keperluan khusus yang biasanya dipakai khusus untuk intruksi string.

### Register flag



**Gambar II-5<sup>4</sup>**  
Format Flag Register 8088.

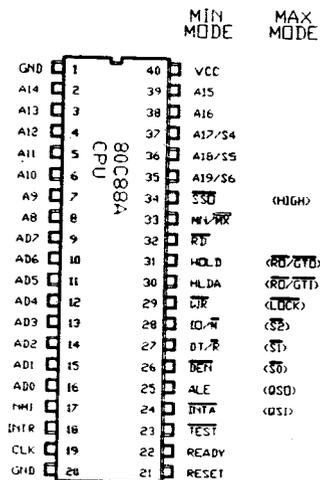
Register flag disebut juga register status atau program status word adalah register 16 bit yang mengandung flag. Gambar II-5 memperlihatkan posisi bit relatif dan sebuah huruf yang dipakai untuk mengidentifikasi tiap-tiap bit flag.

## II.2.5 KONFIGURASI PIN uP INTEL 8088

Gambar II-6 menggambarkan konfigurasi pin dari 8088, dipack dalam 40 pin dual in line package (DIP). Intel menggunakan trik time multiplexing pada beberapa pin 8088, di mana satu pin dengan lebih dari satu fungsi. Misalnya pin AD0-AD7 merupakan address bus XA0-XA7 selama T1, dan akan berubah menjadi data bus XD0-XD7 selama T2 sampai T4.

**Keperluan Power Supply**

Mikroprosesor uP 8088 memerlukan tegangan suply +5 Volt dengan toleransi  $\pm 10 \%$ . uP 8088 menarik arus maksimum 340 mA. 8088 beroperasi pada temperatur lingkungan 32 F - 180 F. Disamping itu ada juga versi CMOS dari uP 8088 yang memerlukan supply arus sangat kecil dan mempunyai range temperatur yang lebih luas. uP 80C88 adalah versi CMOS yang memerlukan arus suply hanya 10 mA.



**Gambar II-6**  
Konfigurasi pin uP 8088.

**Karakteristik Input**

Karakteristik input dari mikroprosesor ini adalah kompatibel dengan semua komponen logika standar saat ini. Level arus input adalah sangat kecil karena

input adalah gate-gate dari MOSFET yang hanya menggambarkan arus bocor.

### **Karakteristik Output**

Level tegangan logik 1 dari uP 8088 adalah kompatible dengan kebanyakan IC logika standar, tetapi level logik 0 adalah tidak kompatibel. Rangkaian logika standar mempunyai tegangan output logika 0 maksimum 0,4 Volt dan 8088 mempunyai level tegangan maksimum 0,45 Volt. Sehingga ada perbedaan 0,05 Volt. Perbedaan ini mengurangi kekebalan terhadap noise dari level standar 400 mV ( $0,8 - 0,45 = 350$  mV). Penurunan kekebalan terhadap noise ini menimbulkan problem ketika koneksi-koneksi yang cukup panjang dan beban-beban yang terlalu banyak. Sehingga dianjurkan maksimum 10 beban yang dihubungkan ke pin output tanpa buffer. Jika pembebanan ini terlampaui noise akan mulai terjadi dan menimbulkan problem dalam timing.

**Data bus (AD0-AD7).** Delapan pin ini digunakan untuk jalur data CPU bidirectional. Pin-pin ini valid sebagai jalur data D0-D7 hanya selama kondisi clock T2 sampai T4. Selama T1 pin-pin ini sebagai 8 bit low dari address bus.

**Address bus (AD0-AD7 , A8-A15 , dan A16/S3-A14/S6).** Dua puluh pin ini merupakan address bus 20 bit dari CPU sehingga memungkinkan prosesor mengakses 1.048.576 lokasi memory. Pin-pin ini valid sebagai address bus A0-

A19 hanya selama kondisi clock T1, sedang selama T2 sampai T4 pin-pin ini berubah fungsi menjadi jalur data dan jalur status.

**Address Latch Enable (ALE).** ALE 8088 adalah pin output aktif high, untuk menandakan bahwa valid address sudah berada pada bus.

**Memory/IO (M/IO).** M/IO digunakan untuk membedakan antara akses memory (M/IO = 1) dengan akses peralatan I/O (M/IO = 0).

**Read (RD).** Pin Read mempunyai sinyal keluaran aktif low yang menandakan bahwa arah aliran data pada bus adalah dari memory atau I/O ke prosesor. Sinyal keluaran dimulai pada clock T2 dan hilang pada clock T4.

**Write (WR).** Pin Write mempunyai sinyal keluaran aktif low yang menandakan bahwa arah aliran data pada bus adalah dari prosesor ke memory atau I/O. Sinyal keluaran dimulai pada clock T2 dan hilang pada clock T4.

**Clock (CLK).** Semua event pada mikroprosesor disinkronisasi dengan sistem clock yang dimasukkan melalui pin CLK.

**Data transmit/receive (DT/R).** Pin DT/R menghasilkan sinyal keluaran yang

digunakan untuk mengontrol arah data pada buffer yang dihubungkan ke data bus. Logik low menandakan operasi read, dan high menandakan operasi write.

**Data Enable (DEN).** Sinyal keluaran DEN digunakan untuk indikasi bahwa valid data ada pada bus. Sinyal ini bersama  $DT/\bar{R}$  dipakai untuk mengenablekan dan memberi arah bidirectional buffer yang terhubung ke data bus.

**Minimum/Maximum (MN/MX).** Dihubungkan dengan logik high bila digunakan untuk mode operasi minimum dan low untuk mode operasi maximum.

**RESET.** Pulsa high pada pin input ini menyebabkan instruction pointer menunjuk ke lokasi FFFF0h yang lazimnya merupakan awal lokasi program inisialisasi sistem.

**READY.** Sinyal untuk input ini diambil dari rising edge clock T2. Apabila dari input ini didapat low maka tambahan clock T3 akan disisipka oleh prosesor. Cycle ini akan berulang terus sampai didapat input READY high. Input READY ini digerakkan oleh peralatan memori yang lambat dimana supply data tidak secepat timing CPU.

**INTR.** Pin input untuk permintaan pelayanan routine interrupt dari peralatan I/O.

**INTA.** Pin yang menghasilkan sinyal output respon dari INTR.

**HOLD.** Pin input aktif high yang menerima sinyal untuk permintaan akses memory langsung (direct memory access). Pada saat terdapat input aktif prosesor meng-open semua bus sehingga memisahkan hubungan prosesor dengan memory dan peralatan I/O.

**HLDA.** Pin output yang memberi sinyal acknowledge pada DMA controller sebagai akibat dari permintaan akses memory langsung.

### II.3 KOMUNIKASI DATA SERIAL

Berdasarkan arah transmisi data maka komunikasi data dapat dibedakan dalam 3 macam<sup>5</sup> : Simplex , yakni transmisi data yang berlangsung satu arah. half duplex, yakni transmisi data yang berlangsung dua arah tetapi secara bergantian. Dan full duplex, yakni transmisi data yang berlangsung dua arah secara bersamaan.

Berdasarkan bentuk sinyal yang dikirim transmisi dibagi menjadi dua, yaitu transmisi analog dan transmisi digital. Transmisi analog adalah transmisi sinyal kontinu, seperti sinyal bunyi atau suara. Transmisi analog sangat peka terhadap

noise dan distorsi. Transmisi digital adalah transmisi sinyal yang berupa aliran pulsa yang berlogik high atau low.

Transmisi digital dibedakan lagi menurut jumlah bit yang ditransmisikan. Ada transmisi data paralel dan transmisi data serial. Pada transmisi data paralel data dikirim dengan tiap satu bitnya melalui satu kawat penghubung. Sehingga satu data byte atau word dikirim dalam satu waktu. Dengan transmisi paralel pengiriman data relatif lebih cepat. Akan tetapi apabila diperlukan transmisi data untuk tempat yang berjauhan transmisi data paralel akan membutuhkan banyak kabel, sehingga cara ini tidak lagi efisien. Oleh karena itu transmisi data jarak jauh dilakukan secara serial. Pada satu sisi data paralel diubah menjadi format data serial sehingga siap dikirim melalui hanya satu penghantar ditambah dengan satu ground.

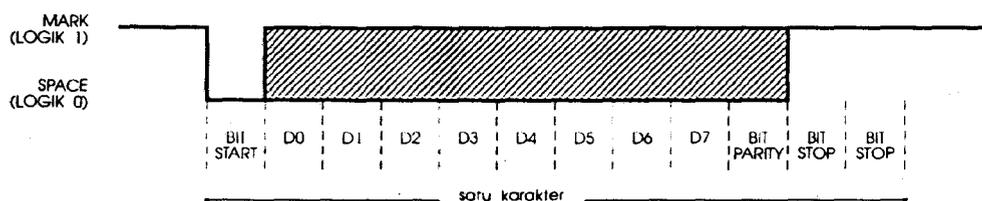
Pengubahan data paralel ke data serial dilakukan oleh UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter). Sedangkan data serial yang diterima diubah kembali ke bentuk paralel dilakukan juga oleh UART.

Ada dua macam format karakter pada komunikasi serial yaitu :

1. Format karakter Sinkron , dimana data yang dikirimkan disinkronkan dengan bit-bit protokol.
2. Format karakter Asinkron , dimana data yang dikirim selalu ditambahkan dengan bit-bit pengontrol : bit start, bit stop, bisa juga ditambah dengan bit parity.

### II.3.1 FORMAT DATA SERIAL ASINKRON

Format data serial terdiri dari interval mark dan space. Mark ditandai dengan adanya suatu level tegangan atau arus, begitu juga space ditandai dengan adanya suatu level tegangan atau arus yang berlainan. Pada sistem transmisi data asinkron diperlukan indikasi bahwa data tidak sedang dikirim. Kondisi ini kita namakan idle dan ditandai sama dengan mark.



**Gambar II-7<sup>6</sup>**  
Format data serial asinkron.

#### Protokol Komunikasi Asinkron

Pada komunikasi asinkron suatu saat transmisi data mempunyai kecepatan data yang harus dikirim, misalnya 30 karakter/detik tetapi pada saat lain mungkin hanya 10 karakter/detik. Receiver mensinkronkan dengan Transmitter ketika sebuah bit start diterima. Ketidaktentuan kecepatan data ini menghendaki apa yang

dinamakan protokol komunikasi asinkron. Adapun protokol komunikasi asinkron ini meliputi :

- Sebuah bit start pada awal dari setiap karakter data yang dikirim. Bit start adalah logik 0 (space) yang berguna untuk mensinkronkan transmitter dan receiver.
- Bit stop pada akhir setiap karakter sedangkan. Bit stop adalah logik 1 (mark). Bit stop bisa dibangun dari 1, 1,5, atau 2 bit. Bit stop memberikan suatu waktu minimum agar jalur transmisi dalam kondisi mark sebelum bit start dari karakter selanjutnya muncul.
- Jumlah bit satu data, ini bisa bernilai 5, 6, 7, atau 8 bit. LSB (Least Significant Bit) dari data dikirim lebih dulu dan MSB (Most Significant Bit) paling akhir.
- Kecepatan data atau baud rate, ini biasa dinyatakan dengan bit/s ataupun karakter/s.
- Digunakan/tidaknya bit parity yang akan mengikuti setiap data bit. Bila digunakan maka ditetapkan pula tipe bit parity yang digunakan : even parity atau odd parity. Bila even parity yang digunakan berarti bit high pada data dan parity berjumlah genap (even), dan berjumlah ganjil bila digunakan pilihan tipe odd parity.

### II.3.2 TINGKAT EFISIENSI KOMUNIKASI

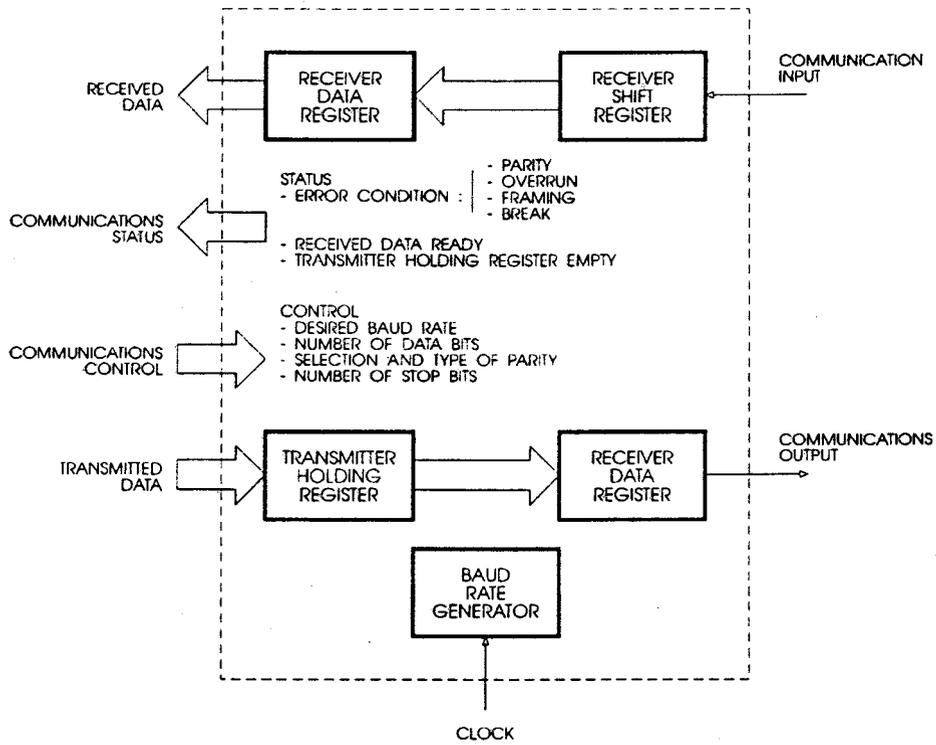
Data 8 bit dapat membentuk 256 konfigurasi yang berbeda. Sebuah data 8 bit yang akan ditransmisikan serial asinkron harus ditambah dengan bit start, bit stop, dan bit parity bila diperlukan. Bila masing-masing bit start, bit stop, bit parity adalah 1 bit maka data 8 bit paralel menjadi 10 bit serial. Bila dari 256 konfigurasi 8 bit data dibutuhkan misalnya hanya 200 konfigurasi saja maka tingkat efisiensinya :

$$\mu = \frac{\log_2 200}{10} \times 100 \%$$

$$\mu = 76,4 \%$$

### II.4 UART INS8250

Untuk menginterface antara PC atau mikroprosesor dengan jalur data serial, data paralel pada PC atau mikroprosesor harus dikonversikan ke/dari bentuk serial. Di samping itu diperlukan kemampuan mendeteksi apakah sebuah karakter telah diterima, apakah transmitter siap mengirim karakter selanjutnya, juga untuk indikasi bila terjadi framing error, parity error, overrun dan sebagainya. Tugas-tugas diatas dilakukan oleh sebuah UART sehingga menghindari ketidakefisienan bila harus ditangani oleh mikroprosesor secara terus menerus.



**Gambar II-8<sup>7</sup>**  
 Blok diagram UART INS8250.

**II.4.1 REGISTER PADA UART INS8250**

Pada UART INS8250 terdapat 10 buah register yang dapat diakses oleh mikroprosesor. Terdapat 3 pin input address untuk akses register-register tersebut.

Daftar register-register ini dapat dilihat pada tabel :

Fungsi masing-masing bit pada register UART 8250 dapat dilihat pada

**Tabel II-1**  
Register UART INS8250.

A2	A1	A0	I/O	Nama register
0	0	0	O•	Transmitter Holding Register
0	0	0	I•	Receiver Data Register
0	0	0	O••	Baud-Rate Divisor (LSB)
0	0	1	O•	Baud-Rate Divisor (MSB)
0	1	1	O•	Interrupt-Enable Register
0	1	0	I	Interrupt-Identification Register
0	1	1	O	Line-Control Register
1	0	0	O	Modem-Control Register
1	0	1	I	Line-Status Register
1	1	0	I	Modem-Status Register

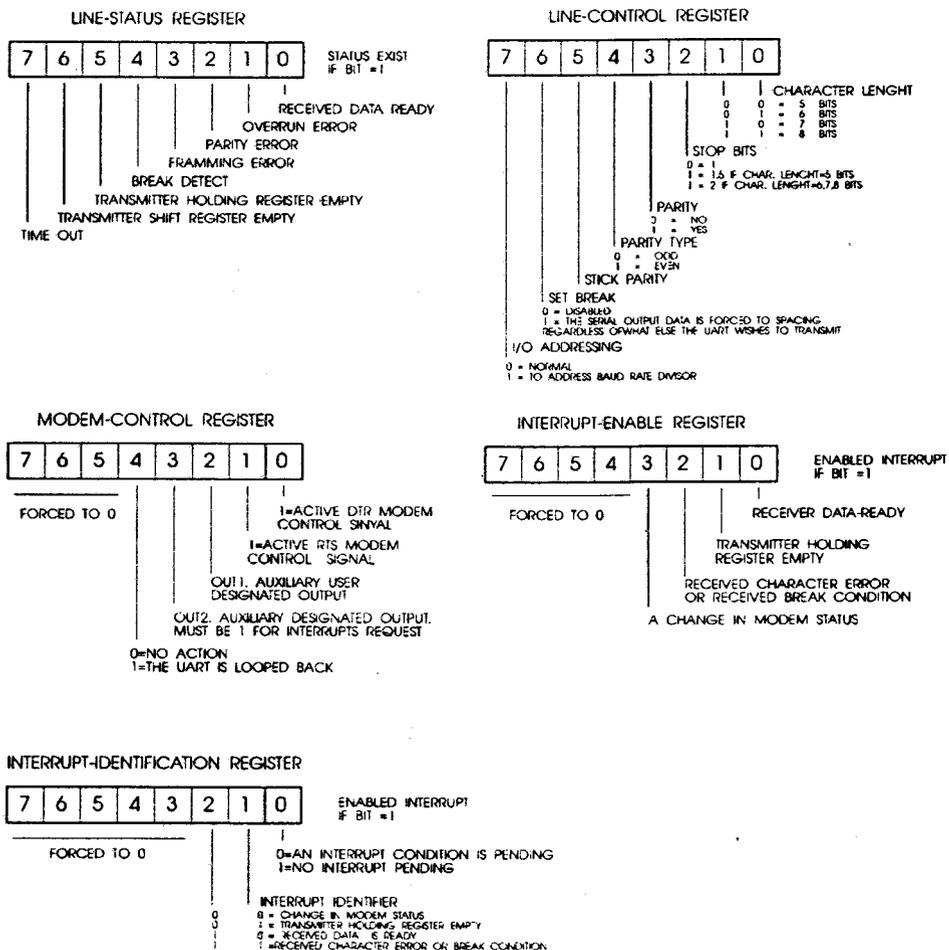
- Bit 7 Line-Control Register = 0
- Bit 7 Line-Control Register = 1

gambar II-9.

Adapun register-register yang terlibat pada inisialisasi adalah sebagai berikut :

- Baud-Rate Divisor (LSB)
- Baud-Rate Divisor (MSB)
- Interrupt-Enable Register
- Line-Control Register
- Modem-Control Register

Pada IBM PC juga terdapat card untuk komunikasi serial COM1 ataupun COM2 yang juga menggunakan INS8250 atau versi advancenya yang down compatible. Adapun alamat port I/O nya adalah dimulai dari 3F8h untuk COM1



Gambar II-9<sup>8</sup>  
Register Internal UART INS8250.

dan 2F8h untuk COM2.

Setelah pada UART dilakukan program inisialisasi dimana ditetapkan nilai-nilai baud rate, jumlah bit data, tipe bit parity, jumlah bit stop maka prosedur

untuk transmit dan receive adalah sbb :

### **Transmit**

1. Mikroprosesor mengecek apakah transmitter holding register kosong.
2. Bila transmitter holding register kosong maka mikroprosesor dapat segera mengoutputkan data ke UART (transmitter holding register).
3. Bila data sebelumnya telah terkirim maka UART akan menempatkan isi transmitter holding register pada transmitter shift register.
4. UART menambah data yang berada pada transmitter shift register dengan bit start, parity, dan bit stop sehingga menjadi data serial asinkron
5. UART mengirimkan keluar bit-bit data serial asinkron ini ke line serial.

### **Receive**

1. UART menempatkan bit-bit serial input ke receiver shift register.
2. Setelah didapat sejumlah bit stop sesuai dengan yang ditetapkan dan dilakukan error checking, data kemudian ditempatkan pada receiver data register.
3. UART mengubah statusnya bahwa kini data pada receiver telah siap.
4. Mikroprosesor mengambil byte data dari UART.

## **II.4.2 STANDARD TRANSMISI EIA RS-232**

Transmisi pada card komunikasi serial pada IBM PC yang umum dipakai

mengikuti standard EIA RS-232. Standard ini dikembangkan oleh Electronic Industries Association. Standard RS-232 mengatur interfacing antara komputer dengan modem (modulator demodulator). IBM PC dalam hal ini di sebut Data Terminal Equipment (DTE), dan modem disebut Data Communication Equipment (DCE). Standard RS-232 menetapkan fungsi 25 pin penghubung untuk komunikasi serial, level tegangan, rise time dan fall time, kecepatan bit maksimum serta kapasitansi antara kawat penghubung.

Pada IBM PC ke-25 pin yang disarankan standard RS-232 tidak dipakai semua. Sesuai dengan standard RS-232 konektor pada port serial IBM PC adalah male sedang pada DCE adalah female. Konektor yang digunakan adalah DB-25P male dan DB-25S female. RS-232 menggunakan standard negatif, jadi tingkat logika high berada dalam daerah tegangan -3 sampai -15 Volt (-25 Volt tanpa beban) dan tingkat logika 0 berada dalam daerah +3 sampai +15 Volt (+25 Volt tanpa beban). Kapasitansi maksimum dari kabel penghubung yang diperbolehkan adalah 2500 pF. Sedangkan resistansi output dari sistem ditetapkan tidak boleh kurang dari 300 Ohm.

Untuk menginterface level RS-232 dengan level TTL maka digunakan driver MC 1488 untuk TTL ke RS-232 dan MC1489 untuk RS232 ke TTL. MC 1488 memerlukan supply + dan - sedangkan 1489 cukup +5 Volt. Untuk mengurangi cross-talk antar kabel maka rise time dan fall time paling tidak 30 V/ $\mu$ s.

## II.5 SPEKTRUM GELOMBANG RADIO

Untuk memudahkan pengenalannya maka spektrum gelombang radio<sup>12</sup> digolongkan menurut sifat-sifat yang dimilikinya. Spektrum gelombang radio digolongkan sebagai berikut :

### 1. VLF (Very Low Frequency)

VLF mempunyai batas frekuensi dari 3 sampai 30 KHz ( $\lambda = 100$  km sampai 10 km). Getaran radio pada frekuensi ini bersifat ground wave dan sangat tidak efisien untuk dipancarkan. Yang dimaksud ground wave yaitu getaran yang dirambatkan oleh permukaan bumi. Sifat gelombang ground wave adalah perambatannya lurus dan sukar untuk dibiaskan, hanya mempunyai polaritas vertikal, dan polaritas vertikal langsung diserap bumi.

### 2. LF (Low Frequency)

LF mempunyai batas frekuensi dari 30 KHz sampai 300 KHz ( $\lambda = 10$  km sampai 1 km). Sifat gelombang ground wave.

### 3. MF (Medium Frequency)

MF mempunyai batas frekuensi dari 300 KHz sampai 3000 KHz ( $\lambda = 1$  km sampai 100 m). MF merupakan kombinasi antara ground wave dan sky wave. Sky wave akan dominan bila berada di atas 2 MHz. Gelombang ini banyak digunakan untuk pemancar yang bersifat lokal. Sky wave adalah

getaran radio yang perambatannya disebabkan oleh pantulan ionosfer dan permukaan bumi.

4. HF (High Frequency)

HF mempunyai batas frekuensi dari 3 MHz sampai 30 MHz ( $\lambda = 100$  m sampai 10 m). Perambatan HF adalah tidak stabil serta mudah dibiaskan tergantung pada kondisi cuaca.

5. VHF (Very High Frequency)

VHF mempunyai batas frekuensi dari 30 MHz sampai 300 MHz ( $\lambda = 10$  m sampai 1 m). VHF bersifat space wave dengan pancaran yang lurus seperti sinar. Banyak diaplikasikan untuk komunikasi lokal. Pancaran gelombang yang bersifat space wave adalah lurus dan bisa dihalangi oleh bangunan bertingkat atau gunung.

6. UHF (Ultra High Frequency)

UHF mempunyai batas frekuensi dari 300 MHz sampai 3000 MHz ( $\lambda = 1$  m sampai 0.1 m). Banyak diaplikasikan pada multiplex radio link, komunikasi satelit dan radar.

7. SHF (Super High Frequency)

VHF mempunyai batas frekuensi dari 3 GHz sampai 30 GHz ( $\lambda = 0.1$  m sampai 0.01 m). Merupakan gelombang space wave.

## II.6 MODULASI ,

Semua jenis bentuk informasi harus diubah terlebih dulu ke bentuk analog agar dapat ditumpangkan pada gelombang pembawa. Cara menumpangkan informasi ke gelombang radio ini dinamakan modulasi. Memodulasi berarti melakukan perubahan pada parameter dari suatu gelombang pembawa (carrier) yang memiliki frekuensi yang tinggi sebagai akibat dari sinyal informasi yang memiliki frekuensi lebih rendah.

Kegunaan Pemodulasian adalah :

- Untuk memudahkan radiasi.
- Untuk keperluan multiplexing dari beberapa kanal informasi.
- Agar sinyal informasi dapat dikirim pada banyak kanal.
- Mengurangi noise dan interferensi pada sinyal informasi.

## II.7 PEMODULASIAN FREKUENSI (FM)

Pemodulasian frekuensi dilakukan dengan pemodulasian frekuensi gelombang pembawa oleh sinyal informasi. Dengan demikian frekuensi gelombang pembawa berubah-ubah sesuai dengan sinyal informasi (pemodulasi).

Persamaan sudut sesaat dari gelombang termodulasi frekuensi adalah sebagai berikut<sup>13</sup> :

$$M(t) = V_c \cos(\omega_c t + \theta(t))$$

dimana

$$\theta(t) = \frac{K_1 V_a}{\omega_a} \cos \omega_a t$$

$K_1$  adalah konstanta sensitivitas deviasi [Rad/secon Volt]. Kemudian didefinisikan suatu konstanta baru yaitu deviasi frekuensi. Deviasi frekuensi menyatakan besar kenaikan dan penurunan frekuensi disekitar  $f_c$ .

$$\Delta F = K_1 V_a$$

maka fase dari sinyal FM adalah :

$$\theta(t) = \frac{\Delta F}{F_a} \cos \omega_a t$$

dimana

$$m = \frac{\Delta F}{F_a}$$

adalah indeks modulasi dari sinyal FM yaitu perbandingan deviasi frekuensi dengan frekuensi pemodulasi. Dengan demikian didapatkan persamaan fase dari sinyal FM :

$$\Theta(t) = m \cos \omega_a t$$

dan persamaan sinyal FM lengkap adalah :

$$M(t) = V_c \cos(\omega_c t + m \cos \omega_a t)$$

Modulasi frekuensi secara luas digunakan pada :

- Radio broadcasting komersial dengan lebar kanal 200 KHz dengan frekuensi  
88 MHz sampai 108 MHz.
- Televisi dengan lebar band audio 50 KHz pada  
54 MHz sampai 88 MHz,  
174 MHz sampai 216 MHz,  
470 MHz sampai 890 MHz.
- Narrow-band untuk keperluan pelayanan umum pada 108 MHz sampai  
174 MHz  
890 MHz ke atas.
- Narrow-band untuk amatir radio pada frekuensi  
52 MHz sampai 53 MHz,  
146 MHz sampai 147,5 MHz,  
440 MHz sampai 450 MHz,  
890 MHz ke atas.

Modulasi frekuensi tidak dapat digunakan pada frekuensi di bawah 30 MHz karena distorsi fase yang diakibatkan ionosfer bumi. Pada frekuensi di atas 30 MHz sinyal FM ditransmisikan secara line-of-sight dan tidak terpengaruh oleh

ionosfer.

### II.7.1 TEKNIK PEMBANGKITAN DIRECT FM

Teknik ini memanfaatkan perubahan sinyal pemodulasi untuk mengubah-ubah frekuensi sinyal carrier. Untuk setiap perubahan amplitudo berakibat perubahan pada frekuensi sinyal carrier. Salah satu metoda pembangkitan secara langsung adalah dengan menggunakan dioda varactor.

Modulator jenis dioda varaktor memanfaatkan sifat dari bias balik (reverse bias) pada junction dioda. Setiap perubahan amplitudo sinyal pemodulasi yang masuk mengakibatkan perubahan kapasitansi pada diode tersebut. Akibat perubahan itu maka rangkaian kapasitansi pada rangkaian LC akan berubah pula. Sehingga frekuensi yang dihasilkan akan ikut berubah seiring dengan perubahan pada amplitudo sinyal pemodulasi.

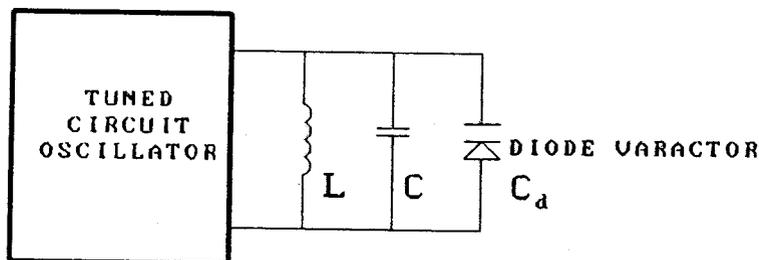
Untuk menentukan frekuensi tengah dari modulator ini dipakai persamaan:

$$F_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{L(C+C_D)}}$$

dengan  $F_o$  adalah frekuensi tengah,  $L$  induktansi induktor,  $C$  kapasitansi kapasitor,  $C_D$  kapasitansi dioda varactor. Jika sinyal pemodulasi diinputkan maka :

$$F_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{L(C+\Delta C)}}$$

Dari kedua persamaan di atas dapat diturunkan persamaan untuk mencari deviasi



Gambar II-10<sup>14</sup>  
Direct FM modulator dengan dioda varactor.

frekuensi :

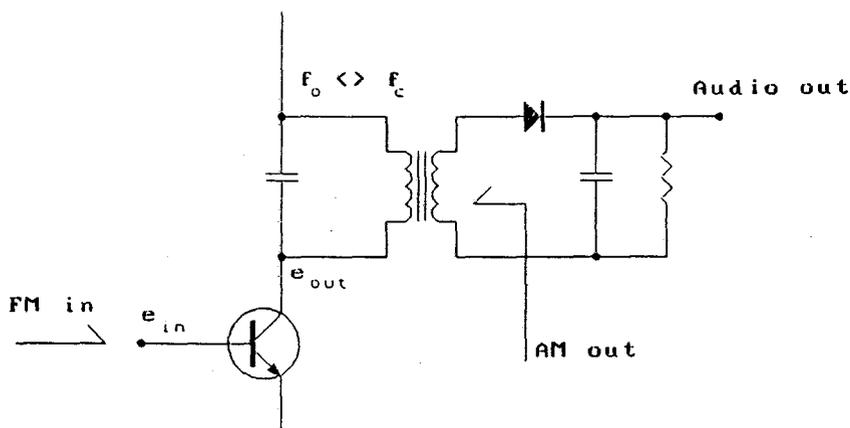
$$\Delta F = F_0 - F_m$$

### TEKNIK PEMBANGKITAN INDIRECT FM

Teknik ini tidak langsung mengubah frekuensi carrier untuk setiap perubahan amplitudo sinyal pemodulasi. Setiap kali perubahan amplitudo sinyal pemodulasi mengakibatkan perubahan fase pada sinyal pembawa, sehingga membentuk modulasi fase. Frekuensi dari sinyal pembawa tersebut ekuivalen dengan integral dari sinyal pemodulasi.

## II.8 DEMODULASI SINYAL FM

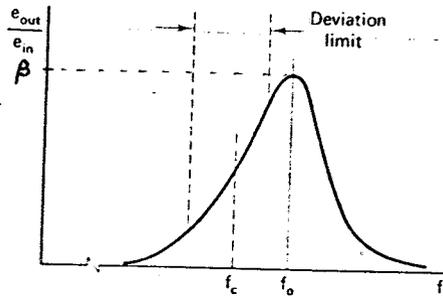
Demodulasi sinyal modulasi frekuensi diperlukan untuk menghasilkan sinyal informasi dari sinyal termulasi frekuensi. Demodulator ini disebut juga sebagai diskriminator. Salah satu jenis diskriminator adalah slope detector. Slope detector dibentuk dari rangkaian LC tank. Gambar II-12 menunjukkan bagian utama dari slope detector. Karakteristik slope detektor yang ditunjukkan pada gambar II-13.



Gambar II-11<sup>15</sup>  
Slope detector.

Prinsip kerja dari slope detektor adalah mengkonversikan besaran frekuensi menjadi besaran tegangan. Rangkaian LC tank ini beresonansi pada frekuensi resonansi  $f_0$ . Intermediate Frequency (IF) diusahakan jatuh pada daerah yang IF mempunyai frekuensi tengah  $f_c$  pada daerah linier. Hal ini bertujuan agar

perubahan frekuensi input berbanding lurus dengan tegangan output yang dihasilkan.



**Gambar II-12<sup>16</sup>**  
Karakteristik slope detector.

## II.9 SINYAL FSK

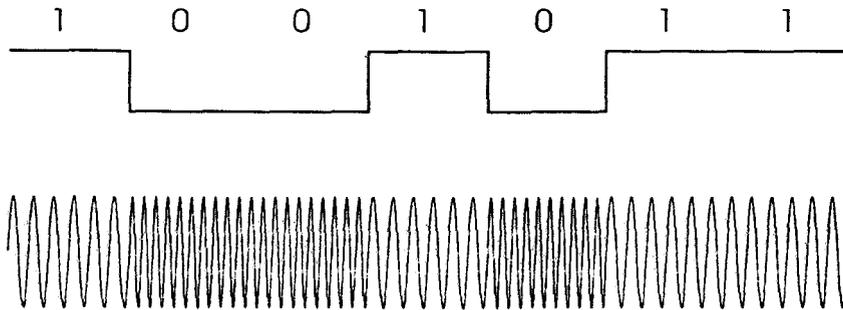
Sinyal FSK menggunakan sebuah tone untuk mewakili logik low dan sebuah tone lain untuk mewakili logik high. Ini dapat dilihat pada gambar II-14. Frekuensi tone yang digunakan harus berada dalam bandwidth jalur. FSK dengan baud rate 1200 bps disini menggunakan 2200 Hz untuk 0 dan 1200 Hz untuk 1.

### II.9.1 DEMODULATOR FSK XR-2211<sup>17</sup>

XR-2211 merupakan PLL (Phase Locked Loop) yang didesain khusus untuk penerapan komunikasi data. XR-2211 sangat cocok diaplikasi sebagai

<sup>16</sup> Gary M. Miller, loc. cit

<sup>17</sup> ....EXAR FUNCTION GENERATOR DATA BOOK, Exar Integrated System Inc, Sunnyvale, California, hal.14



**Gambar II-13**  
Sinyal modulasi FSK.

modem. XR-2211 merupakan pasangan dari XR-2206. Jika XR-2206 dipakai sebagai modulator FSK maka XR-2211 bekerja sebaliknya yaitu sebagai demodulator. XR-2211 dapat dioperasikan pada tegangan 4.5 - 20 V dan mempunyai jangkauan frekuensi dari 0.01 - 300 KHz. Komponen eksternal XR-2211 pada rangkaian demodulator ini dipakai untuk menentukan frekuensi tengah, bandwidth, serta delay output.

Bagian utama PLL XR-2211 terdiri dari input pre-amplifier, phase detector, VCO (voltage controlled oscillator). Pre-amplifier dipakai sebagai limiter sekaligus sebagai penguat. Sinyal yang berada di atas  $2 \text{ mV}_{\text{rms}}$  untuk di kuatkan pada level yang konstan. Phase detector menghasilkan selisih dari frekuensi input dan frekuensi output VCO. Perbedaan fase dari phase detector dipakai untuk mengemudikan VCO. VCO di dalam XR-2211 bekerja berdasarkan jumlah arus yang mengalir pada  $R_0$  dan  $R_1$ .  $R_0$  dipakai untuk menentukan frekuensi free-

running dari VCO. Sedangkan R1 merupakan salah satu komponen pembentuk Low Pass Filter.

Tegangan referensi pada pin 10 secara internal telah dibias pada level tegangan tertentu :

$$V_r = \frac{V_{cc}}{2} - 0.65 \quad [Volt]$$

Pin 10 harus dihubungkan dengan kapasitor 0.1 uF supaya XR-2211 beroperasi dengan baik. Pin 11 yang merupakan output loop phase detector memiliki impedansi yang tinggi. PLL loop filter dibentuk oleh komponen R1 dan C1 yang dihubungkan pada pin 11. Bila tidak terdapat sinyal input atau sinyal error maka tegangan DC pada pin 11 sama dengan pada pin 10  $V_r$ . Puncak ayunan tegangan pada output phase detector adalah sama dengan  $\pm V_r$ . frekuensi free-running VCO ditentukan oleh  $R_o$  dan  $R_1$ . Frekuensi free-running dari VCO :

$$f_o = \frac{1}{R_o C_o} \quad [Hz]$$

XR-2211 tidak memiliki terminal output VCO. Output dari VCO telah terhubung internal pada bagian phase detector. Pengaturan free-running VCO dilakukan dengan menghubungkan pin 2 dengan pin 10. Pengukuran frekuensi free-running dilakukan pada pin 3 dengan memutuskan juga sinyal input yang masuk.

## II.9.2 MODULATOR FSK XR-2206

XR-2206 merupakan sebuah generator fungsi yang dibangun dari rangkaian terintegrasi monolit dan mampu membangkitkan bentuk gelombang sinus, segi empat, gigi gergaji dengan kualitas tinggi dalam hal kemantapan dan kecermatannya. Bentuk gelombang outputnya dapat dimodulasi amplitudo atau frekuensi. Frekuensi kerja berada pada jangkauan 0.01 sampai 1 MHz. XR-2206 cocok sekali diaplikasikan sebagai modem. Bila XR-2206 diaplikasikan sebagai modem maka XR-2206 bertindak sebagai modulator FSK.

XR-2206 dapat dibagi menjadi empat blok fungsi yaitu osilator VCO, pembangkit gelombang sinus, penguat penyangga, dan perangkat saklar-saklar arus. Saklar arus ini digunakan untuk memilih resistor timing sesuai dengan logik input FSK.

## BAB III

# PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

---

Telemetri stasiun relay televisi di sini dirancang untuk memantau variabel pada panel meter yang terdiri dari :

- Oscillator frequency
- RF forward power
- RF backward power
- Audio peak level
- Video Peak level

disamping itu juga mengubah kondisi on-off power supply pada blok-blok pada stasiun relay televisi :

- Receiver
- Modulator
- Power Amplifier (Transmitter)

Diagram dapat dilihat pada II-2. Untuk pengambilan variabel tidak digunakan transducer khusus. Karena pengambilan data cukup dari panel stasiun relay, yang telah menyediakan connector-connector output untuk masing-masing variabel (build-in) untuk keperluan remote sensing.

Connector output build-in ini paralel dengan meter kumpulan putar yang ada, jadi telah berupa tegangan yang besarnya menunjukkan nilai variabel yang diukur. Tegangan-tegangan ini kemudian diumpun ke ADC dengan sebelumnya melalui penguat tegangan dulu sehingga rangnya layak dengan range ADC.

Dari ADC siap diolah oleh mikroprosesor untuk kemudian data diubah menjadi format serial asinkron oleh UART. Kemudian melalui modulator FSK yang merubah level digital menjadi tone FSK. Sinyal FSK yang mengikuti input level digital ini siap memodulasi sebuah transmitter VHF.

Data yang dikirim, pada band VHF telah berupa sinyal carrier transmitter termodulasi frekuensi oleh sinyal FSK.

Dengan receiver VHF bagian unit pemantauan akan menangkap sinyal RF yang kemudian mendemodulasikan menjadi sinyal audio (tone) kembali. Tone ini tidak lain adalah sinyal FSK. Jadi harus melalui demodulator FSK sehingga sinyal FSK diubah menjadi level logik. Aliran bit serial diterima dan diubah kembali ke paralel oleh UART. Dari UART data diterima PC. Data panel meter kemudian ditampilkan dilayar oleh PC.

Untuk pemberian command dari unit pemantauan ke unit remote prinsipnya

sama dengan keterangan di atas hanya saja frekuensi kerja transmitter dan receiver berbeda.

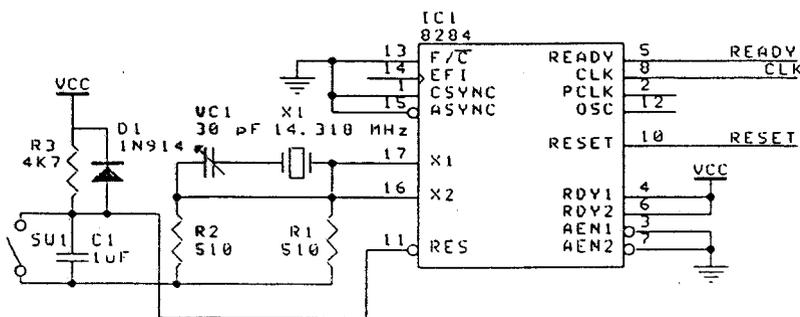
Secara ringkas spesifikasi komunikasi yang digunakan adalah : full-duplex dengan transmisi pada band VHF frekuensi 112 dan 110 MHz, baud-rate 1200 bps, format asinkron: 1 bit start, 8 bit data, 1 bit parity, 1 bit stop.

### III.1 MAIN BOARD MINIMUM SISTEM

Bagian utama dari modul ini adalah mikroprosesor 8088. Rangkaian minimum sistem terdiri dari beberapa bagian, berikut.

#### III.1.1 RANGKAIAN CLOCK

Sinyal input clock merupakan dasar pewaktuan untuk sinkronisasi operasi-operasi internal dan eksternal pada sistim mikroprosesor 8088.



Gambar III-1  
Rangkaian pembangkit clock dan sinyal reset.

Mikroprosesor 8088 beroperasi pada frekuensi clock 4,773 Mhz. Clock secara

eksternal dihasilkan oleh rangkaian pembangkit clock. Rangkaian pembangkit clock ini dibentuk dari IC 8284A sebuah kristal 14.31818 Mhz dan beberapa komponen lain. IC 8284A membangkitkan clock pada pin-pin output :

- OSC dengan frekuensi sama dengan frekuensi kristal (14,31818 MHz).
- PCLK dengan frekuensi setengah dari frekuensi kristal dan duty cycle 50 %.
- CLK dengan frekuensi 1/3 dari frekuensi kristal dan duty cycle 33 %.

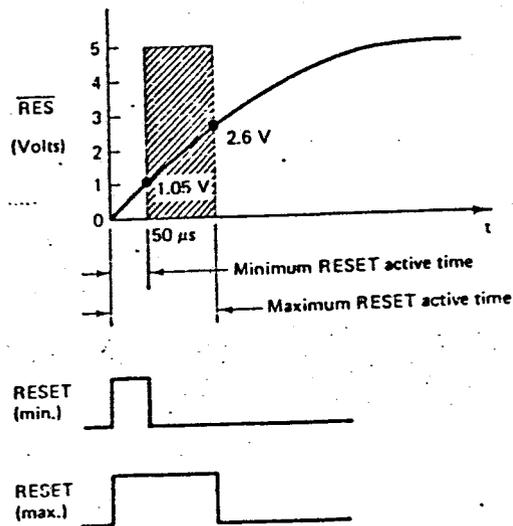
Rangkaian pembangkit clock dapat dilihat pada gambar III-1. Sinyal reset diperlukan oleh mikroprosesor 8088 untuk menghentikan semua aktifitas yang sedang dikerjakan dan memulai aktifitas kerja dari awal. Secara normal sinyal reset digunakan untuk memulai sistem atau apabila terjadi kegagalan sistem. Ketika sinyal reset high, maka mikroprosesor 8088 akan melakukan instruksi yang ada pada address absolut FFFF0H.

### **Pembangkitan sinyal RESET**

Sinyal input RES 8284A disinkronkan dengan tebing negatif dari sinyal clock sistem. Ada dua cara yang bisa dilakukan untuk mereset prosesor :

1. Dengan menekan tombol switch reset. Output RESET akan menjadi high selama beberapa clock sampai dengan tombol reset dilepas.
2. Dengan fungsi power-on reset dari rangkaian. Sebagaimana pada gambar

III-2 Ketika power di-on-kan, arus mengisi kapasitor  $C_1$  sampai dengan +5 Volt.



**Gambar III-2**  
Fungsi power-on reset.

Dengan memilih time constant sedemikian sehingga input  $\overline{\text{RES}}$  dijaga tetap low ( <1.05 Volt) dalam selang waktu paling tidak 50 us ketika power supply mulai dipasangkan pada sistem. Ini adalah waktu minimum fungsi power-on reset aktif. Pulsa output RESET tidak berhenti (tetap high) sampai input RES mencapai 1.05 Volt dan dijamin akan berhenti (menjadi low) sebelum mencapai 2.6 Volt.

$$V_{C1} = V_{CC}(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

$$1,05 > 5(1 - e^{-\frac{50 \cdot 10^{-6}}{\tau}})$$

$$\tau > 0,000212 \text{ s}$$

Dengan memilih  $\tau = 5 \text{ ms}$  dan  $C = 1 \text{ uF}$  maka :

$$R_3 = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 10^{-6}}$$

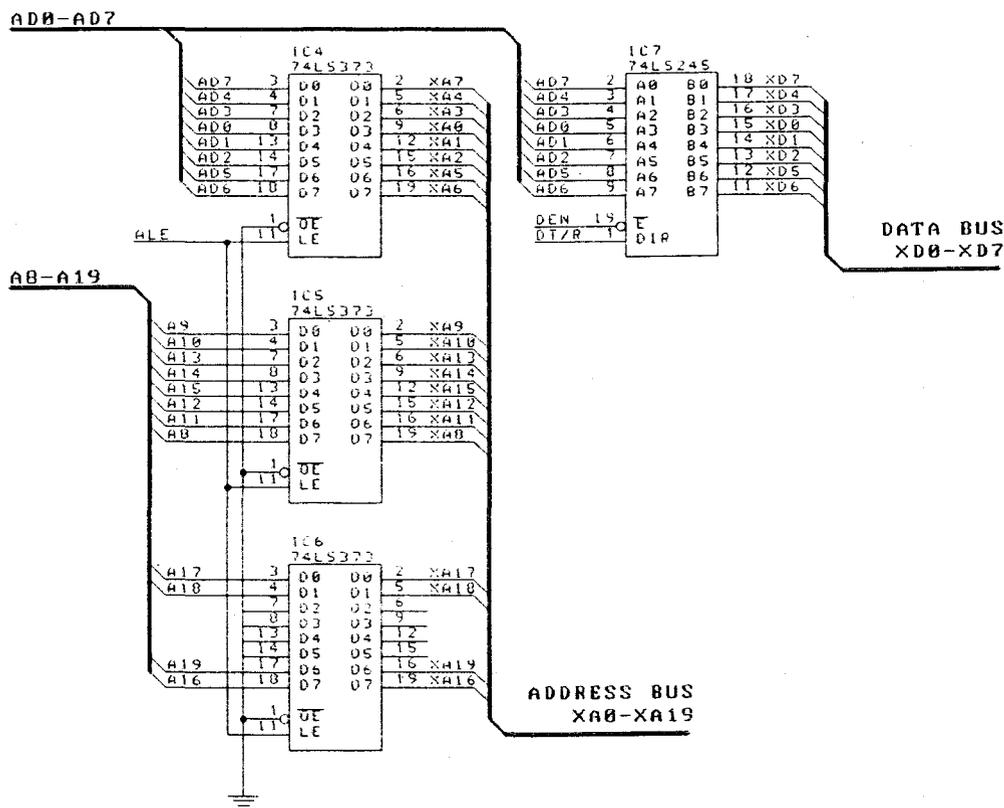
$$= 5 \cdot 10^3 \Omega$$

Dioda 1N914 dipasang sebagai lintasan pembuangan muatan  $C_1$  pada saat power dimatikan sehingga tidak melalui 8284A.

### III.1.2 DATA DAN ADDRESS BUS

Pada AD0-AD7 dilakukan demultipleks sehingga didapat data bus (XD0-XD7) dan lower address (XA0-XA7). Untuk mendapatkan XA0-XA7 ini dari pin AD0-AD7 digunakan IC transparent latch 74LS373, sedangkan untuk mengoutputkan/menginputkan XD0-XD7 dari/ke AD0-AD7 digunakan IC bidirectional buffer (tranceiver) 74LS245.

Masing-masing 74LS373 berisi 8 transparent latch dengan input latch dijadikan satu. Karena itu untuk menangani address 20 bit digunakan 3 buah 74LS373. Input latch enable G dari ketiga 74LS373 dihubungkan dengan ALE. Input enable aktif low ketiga 74LS373 dihubungkan dengan ground. Sehingga address bus tidak pernah dalam kondisi high impedance. Input enable aktif low 74LS245 dihubungkan dengan DEN. Pin bidirectional 74LS245 dihubungkan

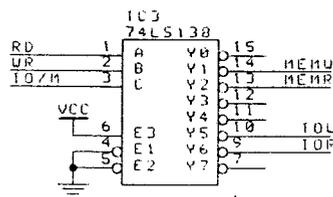


Gambar III-3  
Data bus dan address bus.

dengan pin output DT/R dari 8088 untuk menentukan arah pembufferan. Pada state clock T1, ALE low dan DEN high sehingga 74LS373 bekerja sebagai lazimnya buffer, sedangkan 74LS245 dalam keadaan tri-state. Dimulai pada state clock T2, dan terus pada T3 dan T4 kondisi ALE dan DEN menjadi sebaliknya, ALE high dan DEN low. Sehingga ketiga 74LS373 melakukan latch AD0-AD7, A8-A19 sebagaimana pada state T1 dan sebagai outputnya adalah XA0-XA19. Sedangkan 74LS245 menjadi enable dan mengoutputkan/menginputkan XD0-XD7

dari/ke pin AD0-AD7 sebagaimana pada state T2, T3, T4.

### III.1.3 SINYAL KONTROL



**Gambar III-4**  
Decoder untuk sinyal-sinyal kontrol.

Untuk mendapatkan sinyal kontrol IOR, IOW, MEMR, MEMW, maka output RD, WR dan IO/M dari 8088 masing-masing dihubungkan ke pin-pin A, B dan C dari dekoder 74LS138. Pin enable aktif high dihubungkan ke Vcc, dan yang aktif low ke ground. Tabel kebenaran dari dekoder 74LS138 adalah sebagai berikut.

Karena itu sinyal MEMW kita dapat dari Y1, MEMR dari Y2, IOW dari Y5, dan IOR dari Y6.

### III.1.4 ORGANISASI MEMORY

Minimum system direncanakan menggunakan memory yang terdiri dari sebuah SRAM 6116 (2 KByte) dan sebuah EPROM 27128 (16 KByte).

Terlihat bahwa EPROM diletakkan pada address dengan lokasi tinggi. Alasan utama EPROM diletakkan di sini ialah karena setelah terjadi reset,

**Tabel III-1**  
Decoding sinyal kontrol.

C (=IO/M)	B (=WR)	A (=RD)	Keterangan	Output Aktif (=low)
0	0	0	-	Y0
0	0	1	MEMW	Y1
0	1	0	MEMR	Y2
0	1	1	-	Y3
1	0	0	-	Y4
1	0	1	IOW	Y5
1	1	0	IOR	Y6
1	1	1	-	Y7

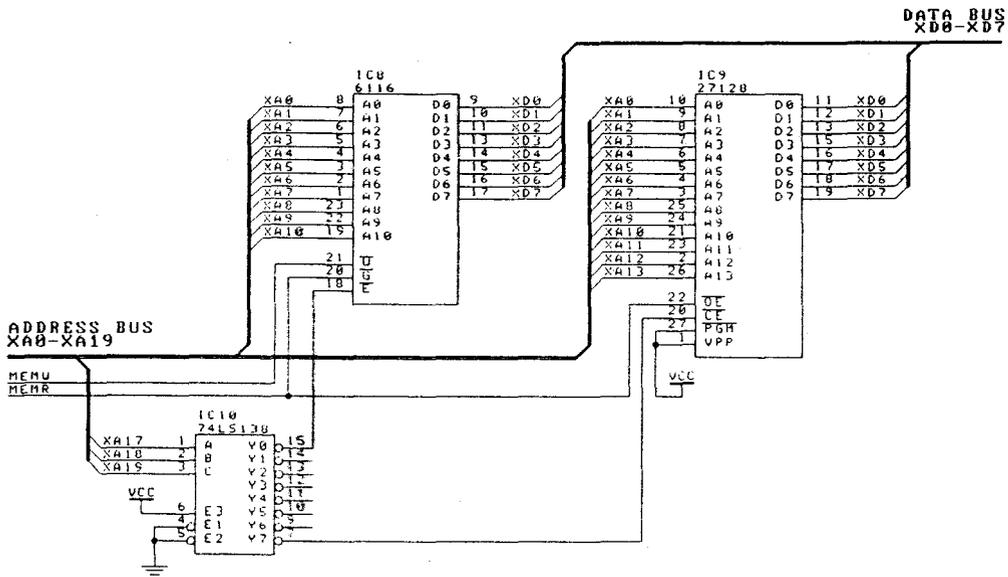
mikroprosesor 8088 akan mengeksekusi perintah pada lokasi FFFF0h. Karenanya lokasi FFFF0h sampai FFFFFh diisi dengan instruksi jump ke awal program. Instruksi jump tersebut kita tuliskan pada memory yang nonvolatile yakni EPROM.

Program direncanakan diletakkan pada EPROM dengan lokasi FC000h sampai FFFFFh (16 KByte), sedang lokasi 00000h sampai 007FFh (2 KByte) yang ditempati sebuah SRAM 6116 digunakan sebagai daerah data dan stack.

**Tabel III-2**  
Full decoding SRAM dan EPROM.

	XA19	XA18	XA17	XA16	XA15	XA14	XA13	XA12	XA11
SRAM	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EPROM	1	1	1	1	1	1	X	X	X

X = don't care



Gambar III-5  
Rangkaian memory.

Karena pada minimum system ini direncanakan decoding memory menggunakan partial decoding, dimana hanya address XA17-XA19 yang dipakai sedang address

Tabel III-3  
Partial decoding untuk SRAM dan EPROM.

	XA19	XA18	XA17	XA16	XA15	XA14	XA13	XA12	XA11
SRAM	0	0	0	X	X	X	X	X	X
EPROM	1	1	1	X	X	X	X	X	X

X = don't care

XA14-XA16 diabaikan sehingga tabel kebenaran menjadi seperti pada tabel III-2. Address XA17, XA18, XA19 diinputkan pada 74LS138 pin A, B, C secara berurutan. Pada saat XA17-XA19 berlogik high akan menyebabkan output Y7 74LS138 aktif ( $Y7=low$ ) dan akan memberi sinyal enable pada pin OE dari EPROM. Sedangkan pin CE dari EPROM dihubungkan dengan sinyal kontrol MEMR.

Jika XA17-XA19 berlogik low maka output 74LS138 yang aktif adalah Y0 ( $Y0=low$ ) dan memberi sinyal enable pada pin CE dari SRAM. Sedangkan pin OE dan WE dihubungkan dengan sinyal kontrol MEMR dan MEMW secara berurutan.

### III.2 RANGKAIAN KOMUNIKASI SERIAL

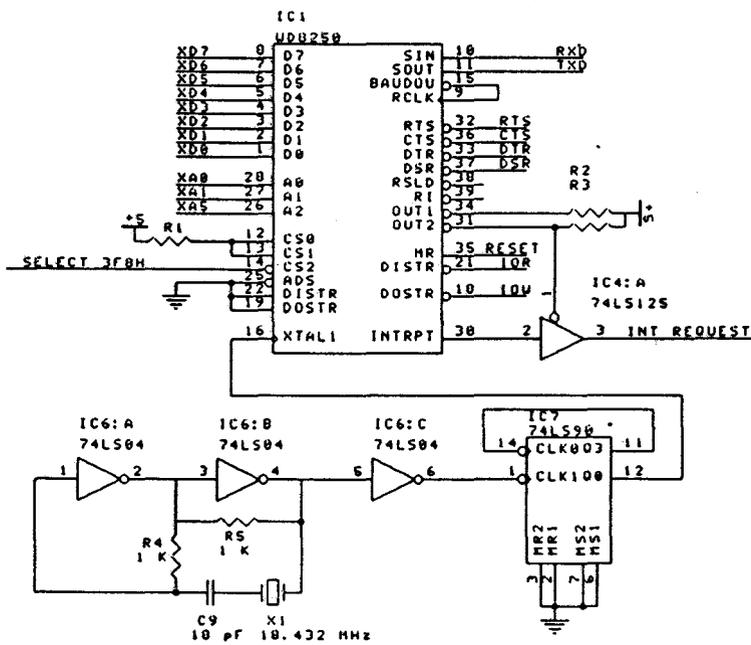
Rangkaian komunikasi serial disini terdiri chip UART INS8250 dan beberapa komponen untuk sumber clock dan untuk decoding.

Pin enable CS0 dan CS1 langsung dihubungkan dengan Vcc. Pin enable aktif low CS2 dari decoding address 3F8h-3FFh. Pin A0, A1, A2 dihubungkan dengan address bus XD0, XD1, XD2 sehingga register-register INS8250 ada pada alamat 3F8h sampai 3FFh.

Sinyal dari pin INTRPT sebelum ke sistem interrupt lebih lanjut melalui tri-state buffer dahulu dengan enable didapat dari OUT2. Sehingga interrupt request dari UART dapat enable atau disable secara software dengan mereset atau

menset OUT2.

Clock yang diinputkan ke pin XTAL1 mempunyai frekuensi paling tidak 16 kali baud rate. Pilihan frekuensi 1.8432 MHz memenuhi untuk keperluan baud rate sampai dengan 115200 bps. Rangkaian pembangkit pulsa clock terdiri dari kristal bernilai 18.432 MHz, inverter 74LS04 dan decade divider 74LS90 dan beberapa komponen pasif lainnya. Rangkaian dapat dilihat pada gambar III-6.



Gambar III-6  
Rangkaian komunikasi serial UART.

Pin-pin macam control terdiri dari RTS, CTS, DTR, DSR tidak semua digunakan. Hanya pin RTS yang dimanfaatkan untuk mendrive sebuah relay untuk menswitch catu daya ke oscillator transmitter VHF.

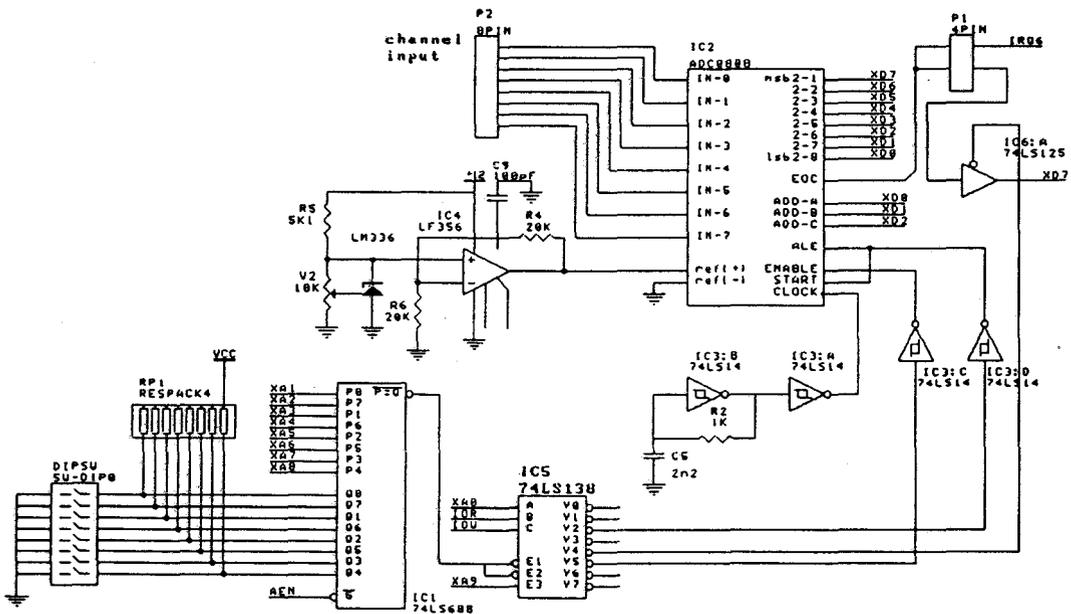
Nilai divisor yang kita inialisasikan akan menentukan baud rate. Dimana hubungannya adalah :

$$\text{Baud} = \frac{f_{xtal}}{16 \times \text{divisor}}$$

### III.3 RANGKAIAN ANALOG TO DIGITAL CONVERTER

Direncanakan sebuah card ADC yang kemudian diinterfacekan pada minimum system melalui slot expansion yang terdapat pada minimum sistem. ADC yang dipakai adalah dari tipe successive approximation ADC 0808 dan merupakan komponen CMOS monolitik dengan resolusi konversi analog to digital 8 bit yang mempunyai 8 buah chanel input yang dimultiplex dan kontrol logik yang compatible dengan mikroprocessor. Keistimewaan konverter ini adalah menyediakan kecepatan yang tinggi, akurasi tinggi, ketergantungan temperatur minimal, akurasi long-term dan kemampuan pengulangan yang sangat bagus, dan pemakaian daya minimal. Gambar III-7 menunjukkan blok diagram ADC 0808. Untuk memilih channel yang dikehendaki adalah dengan memasukkan address channel ke address line input A,B dan C disertai sinyal dari low ke high pada

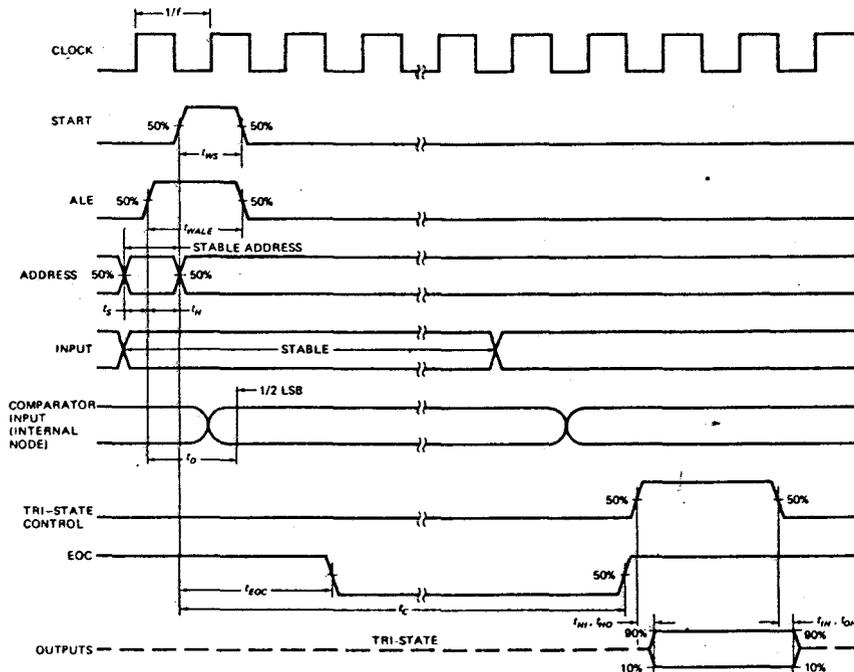
ALE yang akan melatchnya. Diagram waktu dari ADC dapat dilihat pada gambar III-8



Gambar III-7  
Rangkaian ADC.

Penjelasan diagram waktu tersebut adalah sebagai berikut:

- Sinyal clock menentukan kecepatan proses konversi.
- Data address menentukan channel analog yang aktif.
- Sinyal ALE mengunci (latch) data address.
- Sinyal start memulai proses konversi .
- Analog input adalah input sinyal analog yang akan dikonversikan.
- Komparator input, sinyal analog siap dikonversikan.



**Gambar III-8**  
Diagram waktu dari ADC0808.

- Output D0-D7 adalah data digital hasil konversi.
- Sinyal EOC adalah sinyal output penanda proses konversi selesai.
- Output enable (OE), pin input ADC 0808 yang untuk sinyal latch sehingga 8 bit output berisi hasil konversi.

### Port kontrol untuk ADC

Address decoding untuk port-port kontrol ini dapat kita lihat pada gambar III-7. Dengan mengatur dip-switch, input Q0-Q7 dari address comparator 74LS688 diberi logik secara berurutan :

$$Q7-Q0 \quad \equiv \quad 10000001$$

Maka output pin 19 akan aktif (low) bila pada address bus terdapat address :

$$\text{XA8-XA1} \equiv 10000001$$

enable low dari 74LS138 dihubungkan dengan output address comparator ini, sedang enable high dengan XA9, input selector A, B, C dengan XA0, IOR, IOW.

Sehingga dapat dibuat tabel :

**Tabel III-4**  
Decoding untuk ADC.

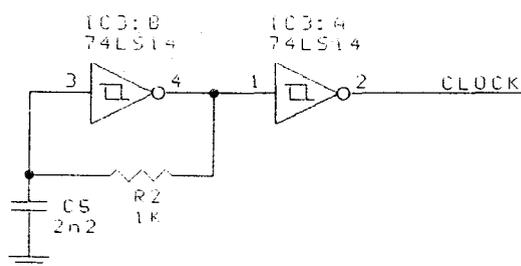
XA9	XA8-XA1	XA0	IOR	IOW	Output Aktif
1	10000001	0	1	0	Y2
1	10000001	0	0	1	Y4
1	10000001	1	0	1	Y5

Untuk memilih input analog yang akan dilihat nilai digitalnya, dilakukan dengan memilih jalur address yang ditentukan oleh bit yaitu ADD-A, ADD-B dan ADD-C. Jalur address ini diinputkan melalui XD0, XD1, XD2 bersamaan dengan itu pin ALE dan START mendapat sinyal high melalui pengaksesan port output address 304h. Sinyal output EOC dari ADC 0808 dihubungkan ke XD7 melalui 74LS125 yang pin enablenya merupakan port input address 304h. Pin EOC (ENABLE) mendapat high melalui pengaksesan port input address 304h.

Ke delapan bit data digital hasil konversi input analog dari sensor dibaca pada port 305h.

### Rangkaian pembangkit clock untuk ADC 0808

Rangkaian pembangkit clock ADC 0808 dibentuk dari sebuah Schmitt Trigger inverter 74LS14 dan rangkaian resistor kapasitor. Rangkaian ini menyediakan sinyal clock untuk pin clock (10) ADC 0808.



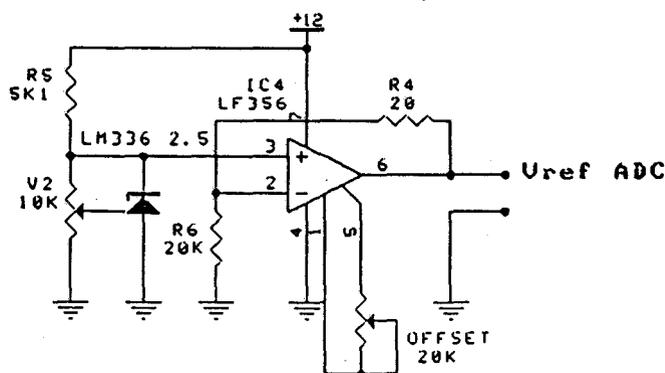
**Gambar III-9**  
Rangkaian pembangkit pulsa clock untuk ADC.

Gambar III-9 menunjukkan gambar rangkaian clock (Schmitt Trigger Oscillator). Frekwensi clock yang dihasilkan tergantung pada harga  $R_2$  dan  $C_5$ . Supaya clock ini tidak gagal beresilasi maka disyaratkan bahwa harga  $R_2$  maksimal adalah 2 K $\Omega$  dan frekwensi yang dihasilkan adalah mendekati  $1/(0,8 \times RC)$ . Dengan memakai resistor variabel maka frekuensi tipikal dari ADC sebesar 640 KHz akan bisa di dapatkan dengan mengubah-ubah harga  $R_2$  ini dan melihat bentuk gelombang hasil pada osiloskop. Dan dari sini di dapatkan bentuk gelombang sinyal clock yang cukup baik dipakai sebagai sumber clock untuk ADC.

Cara kerja rangkaian ini adalah sebagai berikut : misal input inverter pertama adalah high, dan outputnya adalah low, maka kapasitor akan dikosongkan lewat tahanan ke output inverter. Tegangan input inverter pertama turun sampai menuju harga logik low, akibatnya output inverter akan high. Dan proses sebaliknya terjadi yaitu kapasitor akan dimuati melalui R dari output ke input sehingga setelah pin input mencapai taraf logik high maka outputnya akan kembali ke taraf logik low. Selanjutnya proses akan berulang kembali secara periodik. Untuk memperoleh bentuk gelombang yang cukup baik (square) maka output inverter pertama dilewatkan ke inverter ke dua, baru kemudian sinyal clock ini diinputkan ke input clock ADC (pin 10).

### Rangkaian tegangan referensi untuk ADC 0808

Rangkaian tegangan referensi berfungsi untuk memberikan tegangan



Gambar III-10

Rangkaian sumber tegangan referensi untuk ADC.

referensi positif  $V_{ref}(+)$  (pin 12) yang stabil pada ADC. Rangkaian ini

menggunakan operational amplifier LF356 beberapa resistor dan kapasitor serta sebuah diode regulator shunt type LM336 2,5 Volt. Dengan tegangan input 2,5 Volt akan didapatkan tegangan output yang bisa diubah-ubah pada sekitar 5 Volt.

#### III.4 MODULATOR FSK XR-2206

FSK modulator pada tugas akhir ini direncanakan sebagai berikut :

- Frekuensi space (logik low) adalah 2200 Hz.
- Frekuensi mark (logik high) adalah 1200 Hz.

XR-2206 akan mengkonversikan logik biner menjadi tone atau frekuensi, dimana besar frekuensi tone ditentukan oleh  $R_1$  dan  $R_2$ .

Frekuensi yang dihasilkan dihitung dengan rumus sebagai berikut<sup>18</sup>

Frekuensi untuk kondisi Mark :

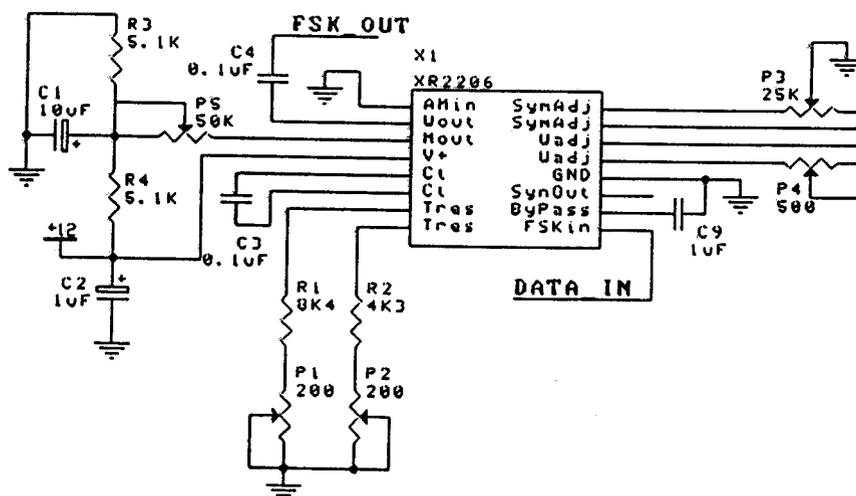
$$f_{mark} = \frac{1}{R_1 C} \quad [Hz]$$

Frekuensi untuk kondisi Space :

$$f_{space} = \frac{1}{R_2 C} \quad [Hz]$$

---

<sup>18</sup> Tomasi, W., FUNDAMENTALS OF ELECTRONIC COMMUNICATIONS SYSTEM, Prentice Hall, New Jersey, 1988, hal. 299



Gambar III-11  
Rangkaian modulator FSK XR-2206.

Sinyal digital diinputkan pada pin 9, jika pin 9 ini dihubungkan dengan tegangan sehingga  $V_{pin9} \geq 2$  Volt maka hanya  $R_1$  yang aktif, bila  $V_{pin9} \leq 0,8$  Volt maka  $R_2$  yang aktif. Dipilih nilai C yang terhubung ke pin 5 dan 6 sebesar  $0,1 \mu F$ , sehingga untuk :

$$R_1 = \frac{1}{1200 \times 0,0000001} \quad \Omega$$

$$= 8333,3 \quad \Omega$$

Maka  $R_1$  diperoleh dengan merangkai seri tahanan tetap  $8,2 \text{ K}\Omega$  dengan tahanan variabel sebesar  $500 \Omega$ .

$$R_1 = \frac{1}{2200 \times 0,0000001} \quad \Omega$$

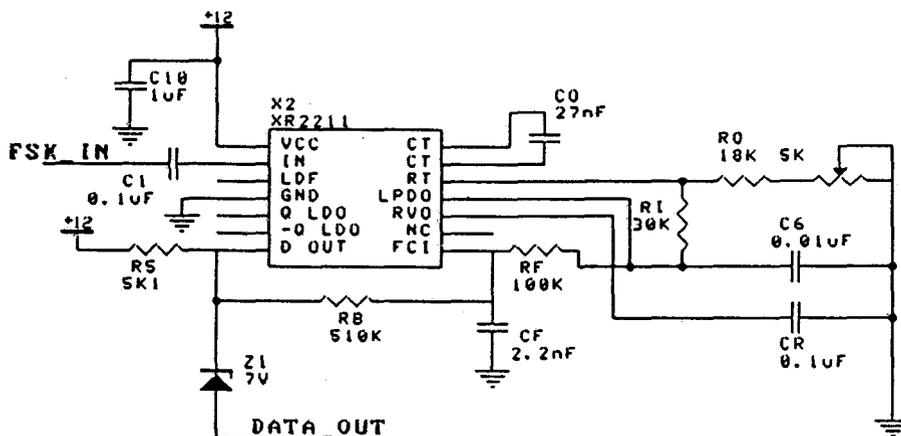
$$= 4545,5 \quad \Omega$$

Maka  $R_2$  diperoleh dengan merangkai seri tahanan tetap  $4,3 \text{ K}\Omega$  dengan tahanan variabel sebesar  $500 \Omega$ .

Antara pin 13 dan 14 dipasang tahanan variabel sebesar  $200 \Omega$  untuk mengatur bentuk gelombang. Sedang untuk pengaturan kesimetrian gelombang digunakan resistor variabel  $25 \text{ K}\Omega$  yang dipasang antara pin 15 dan 16.

### III.5 DEMODULATOR FSK XR-2211

FSK Demodulator berfungsi mengkonversi sinyal analog pada pin inputnya



**Gambar III-12**  
Rangkaian Demodulator FSK.

menjadi sinyal digital dengan cara membandingkan frekuensi sinyal analog tersebut dengan frekuensi tengah yang telah ditentukan. Penentuan frekuensi tengah tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai

berikut:<sup>19</sup>

Pada perencanaan ini fasilitas Carrier Detect (CD) pin pada 5 dan 6 tidak digunakan, karenanya tracking frekuensi tidak terlalu kritis. Setiap frekuensi diatas  $f_o$  akan dianggap space sedang frekuensi di bawah  $f_o$  dianggap mark.

Karena  $f_o$  adalah frekuensi tengah dari tone 1200 Hz dan 2200 Hz maka:

$$\begin{aligned} f_o &= \frac{(1200 + 2200)}{2} \quad [\text{Hz}] \\ &= 1700 \quad \text{Hz} \end{aligned}$$

Dipilih  $C_o$  sebesar 27 nF sehingga :

$$\begin{aligned} R_o &= \frac{1}{C_o f_o} \quad [\Omega] \\ &= \frac{1}{(0,000000027 \times 1700)} \quad \Omega \\ &= 21786 \quad \Omega \end{aligned}$$

$R_o$  diperoleh dengan cara memasang seri resistor 18 K $\Omega$  dengan resistor variabel 5 K $\Omega$  dan dipasang pada pin 12 dan ground. Nilai ini masih didalam daerah toleransi yang disebutkan pada data sheet yakni 10 K $\Omega$  sampai 100 K $\Omega$ .

$R_1$  digunakan untuk membuat  $\Delta f$  sama dengan deviasi mark dan space,  $R_1$  dicari dengan rumus<sup>20</sup> :

maka dipilih  $R_1 = 30 \text{ K}\Omega$ .

---

<sup>19</sup> Ibid, hal 193

<sup>20</sup> Ibid, hal. 191

$$\begin{aligned}\frac{\Delta f}{f_o} &= \frac{R_o}{R_1} \\ R_1 &= R_o \left[ \frac{f_o}{f_1 - f_2} \right] \quad [\Omega] \\ R_1 &= 18000 \left[ \frac{1700}{1000} \right] \quad \Omega \\ R_1 &= 30600 \quad \Omega\end{aligned}$$

Nilai  $C_1$  menentukan loop redaman (damping). Dan untuk demodulator ini direncanakan damping ratio  $\zeta = 0,5$ . Dengan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}C_1 &= \frac{C_o}{8\zeta} \\ &= 0,25 C_o \\ &\approx 10 \quad nF\end{aligned}$$

Pin 3 dan 4 digunakan sebagai filter untuk menghilangkan chatter yang tidak diinginkan.

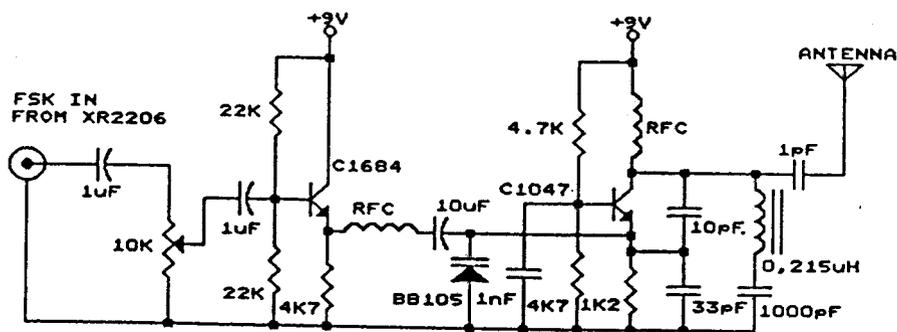
### III.6 RANGKAIAN TRANSMITTER VHF

Rangkaian transmitter VHF yang dirancang sebagai berikut :

- Transmitter VHF pada unit pemantauan bekerja pada frekuensi 112 MHz.
- Transmitter VHF pada unit remote bekerja pada frekuensi 110 MHz.

Rangkaian transmitter disini menggunakan osilator jenis Clapp. Rangkaian transmitter VHF bertugas memodulasi sinyal informasi FSK menjadi sinyal RF pada band VHF. Sehingga dengan transmisi pada band VHF sinyal informasi

dikirim. Jangkauan pancar tergantung pada daya output dan penguatan antenna.



Gambar III-13  
Rangkaian transmitter VHF.

Rangkaian transmitter diperlihatkan pada gambar III-13. Input transmitter merupakan sinyal audio/tone FSK. Sinyal informasi FSK yang merupakan tone ini diumpankan kebagian oscillator, sinyal tone FSK harus dilewatkan pada rangkaian buffer yang dibangun dengan transistor C1684. Rangkaian oscillator yang dibangun dengan transistor C1047 menggunakan common base. Configurasi common base memiliki impedansi yang cukup rendah.

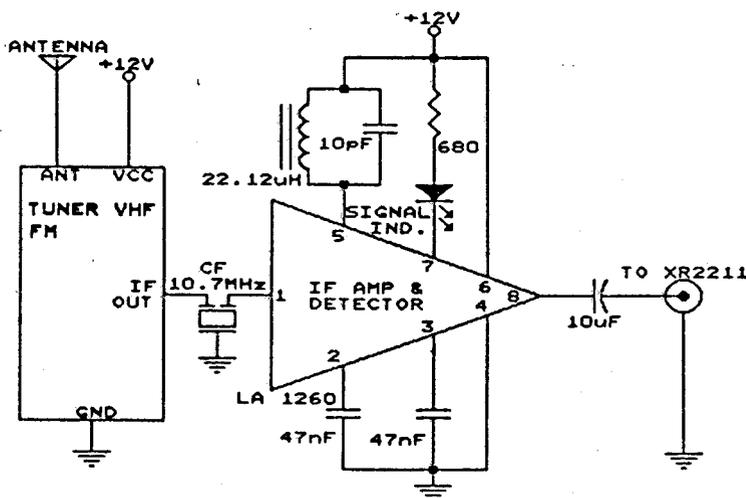
Pembangkitan sinyal FM di sini dilakukna dengan menggunakan dioda varactor. Dengan memanfaatkan karakteristik dioda varactor yang di reverse bias maka setiap perubahan amplitudo sinyal pemodulasi yang masuk akan

mengakibatkan perubahan kapasitansi pada rangkaian LC yang akan menghasilkan perubahan frekuensi seiring dengan terjadinya perubahan kapasitansi.

### III.7 RANGKAIAN RECEIVER VHF

Rangkaian receiver VHF yang dirancang adalah sebagai berikut :

- Receiver VHF pada unit pemantauan bekerja pada frekuensi 110 MHz.
- Receiver VHF pada unit remote bekerja pada frekuensi 112 MHz.



Gambar III-14  
Rangkaian receiver VHF.

Fungsi utama dari rangkaian receiver adalah mendemodulasikan sinyal

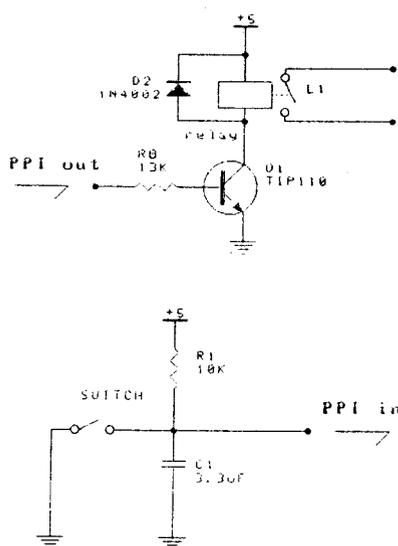
FSK dari sinyal pembawa VHF. Output sinyal FSK dari rangkaian receiver langsung diumpankan ke rangkaian demodulator FSK. Rangkaian penerima menggunakan tuner VHF FM yang di set pada frekuensi 110 MHz. Dalam tuner VHF FM sudah tercakup penguat RF, local oscillator, dan mixer. Sinyal keluaran dari output tuner adalah sinyal yang memiliki frekuensi antara sinyal input VHF dan sinyal oscillator. Sinyal selisih tersebut dikenal sebagai sinyal frekuensi menengah. Untuk radio receiver FM sinyal ini mempunyai frekuensi 10,7 MHz.

Dalam sinyal frekuensi menengah sudah terkandung sinyal informasi FSK. Output tuner VHF FM perlu dihubungkan dengan ceramic filter 10,7 MHz. Ceramic filter berlaku sebagai band pass filter (BPF) dengan frekuensi tengah 10,7 MHz. Frekuensi yang berada jauh di luar frekuensi tengah 10,7 MHz akan diredam. Sebelum sinyal frekuensi menengah di inputkan pada FM detector, sinyal frekuensi menengah yang memiliki amplitudo lemah dikuatkan terlebih dulu. IC LA1260 dipakai untuk keperluan penguatan dan detector sinyal FM. Slope detector mendemodulasikan sinyal informasi dari sinyal pembawa pada daerah lereng resonansi rangkaian LC.

### III.8 MODUL SWITCH

Untuk keperluan switch power on-off dari bagian receiver, modulator, dan power amplifier pada stasiun relay TV digunakan relay. Dengan menambahkan rangkaian buffer maka relay dapat didrive oleh mikroprosesor melalui PPI.

Rangkaian pada gambar III-15 memperlihatkan output port dari PPI mendrive dengan dibuffer sebuah transistor TIP110.



**Gambar III-15**  
Modul switch power on-off.

Relay memerlukan arus sekitar 100 mA, sedangkan  $V_{OH}$  PPI hanya 200  $\mu$ A pada batas tegangan valid dan kompatibel TTL sebesar 2,4 V, bila digunakan melebihi maka  $V_{OH}$  akan turun pula. Dengan menggunakan TIP110 dimana  $\beta=1000$  maka arus basis yang dibutuhkan 100 mA/1000 atau 100  $\mu$ A. Keadaan terburuk adalah dengan menggunakan patokan bahwa tegangan output high 2,0 V,  $R_b$  kemudian dapat dihitung.

$$R_b = \frac{(2,0 - 0,7)V}{100 \mu A}$$

$$R_b = 13 \text{ k}\Omega$$

Kondisi on-off juga bisa diubah dari panel lokal. Untuk keperluan ini saklar mekanik kita ganti dengan switch push-on yang diinputkan pada PPI. Software pada unit remote disiapkan mentogle port output PPI bila port input PPI yang bersesuaian berubahan levelnya dari low ke high.

### III.9 AKUISISI DATA DARI METER KUMPARAN PUTAR

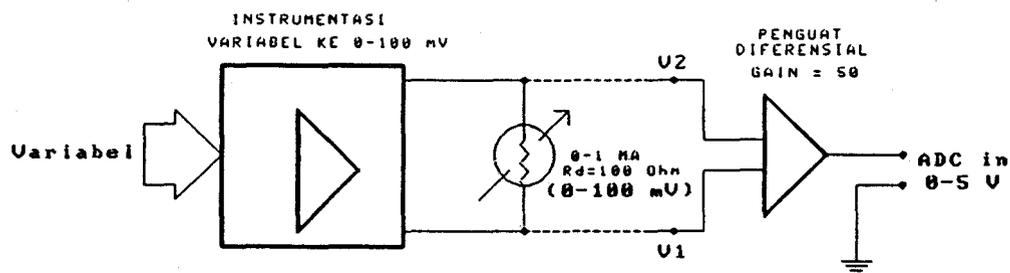
Variabel-variabel yang perlu dipantau pada stasiun relay diantaranya :

- Oscillator frequency
- RF forward power
- RF backward power
- Audio peak level
- Video Peak level

Pada panel stasiun relay TV, telah terpasang alat ukur untuk variabel-variabel di atas. Alat ukur-alat ukur ini semua menggunakan prinsip meter kumparan putar. Tentunya dilengkapi dengan penguat instrumentasi yang berfungsi diantaranya mengubah informasi variabel menjadi tegangan yang sesuai dengan range meter.

Bila dibuat instrumentasi baru maka terdapat resiko perbedaan antara hasil

pengukuran terkirim di stasiun pemantauan dengan penunjukan panel pengukuran pada stasiun relay itu sendiri, untuk itu pengukuran variabel-variabel yang akan dikirim ke stasiun pemantauan dilakukan pada meter arus kumparan putar.



**Gambar III-16**

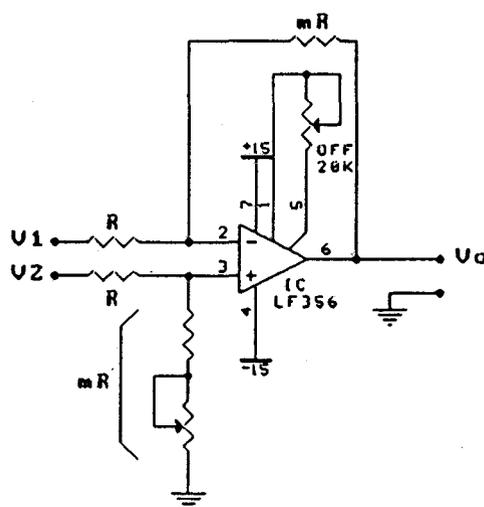
Mengambil data dari meter kumparan putar panel.

Bila suatu meter arus kumparan putar 0-1 mA dengan tahanan dalam  $R_d$  100 ohm maka berarti tegangan jatuh yang layak pada meter adalah mempunyai range 0 sampai 100 mV. Karena ADC yang digunakan mempunyai range 0-5 V maka pada input ADC diperlukan penguat dengan gain 5 V/100 mV atau 50 kali. Skala meter kumparan putar yang linier atau non-linier tetap dapat dipresentasikan yakni dengan memanipulasi data secara software.

### III.10 PENGUAT DIFFERENSIAL

ADC mempunyai input-input single ended. Artinya input ADC adalah

besaran analog yang levelnya mengacu terhadap terhadap ground. Untuk memungut beberapa tegangan differensial yang kemudian kita inputkan pada ADC maka diperlukan penguat differensial pada tiap tiap input ADC yang kita gunakan. Jadi penguat differensial disini berfungsi mengubah tegangan-tegangan input differensial menjadi tegangan-tegangan output yang siap diumpankan ke input single ended.



Gambar III-17  
Rangkaian penguat differensial.

Penguat differensial di sini dibangun dari op-amp dengan noise rendah LF356 dan beberapa resistor. Gain yang dimiliki penguat differensial ini adalah

:

Dengan  $R = 2 \text{ k}\Omega$  dan  $mR = 100 \text{ k}\Omega$  didapat  $\text{Gain} = m = 50$ . Salah satu resistor  $mR$  kita bangun dengan menghubungkan seri sebuah resistor tetap dengan sebuah resistor variabel sehingga mempunyai nilai diantara  $mR$ . Dengan input common

$$V_o = \frac{mR}{R} (V_2 - V_1)$$

$$A_{cl} = \frac{V_o}{(V_2 - V_1)}$$

$$A_{cl} = m$$

mode, resistor variabel diatur sampai  $V_o$  sekecil mungkin. Kemudian offset kita atur pula sampai  $V_o$  menjadi sekecil mungkin. Output idealnya adalah nol Volt.

### III.11 PERENCANAAN SOFTWARE

Pada sistem peralatan ini, software terdapat pada personal computer dan pada minimum sistem.

- Software pada personal computer terdiri dari : program komunikasi serial UART, program untuk menampilkan hasil pengukuran dan pemantauan pada unit remote, serta untuk menerima instruksi pengontrolan dari operator melalui keyboard.
- Software pada minimum sistem (unit remote) terdiri dari : program komunikasi serial UART, program untuk ADC, program untuk PPI, untuk menswitch catu daya oscillator Transmitter VHF.

#### III.11.1 SOFTWARE KOMUNIKASI SERIAL

Software komunikasi serial terdiri dari tugas inisialisasi UART, routine interrupt untuk membaca received data dan menempatkannya pada suatu memory buffer, serta tugas melakukan transmit data.

Inisialisasi UART dilakukan dengan mengisi register-register internal dengan nilai tertentu sehingga mempunyai spesifikasi yang kita butuhkan. Secara ringkas adalah sebagai berikut :

```

mov     dx,3FBh
mov     al,80h
out     dx,al

mov     dx,3F8h
mov     al,080h
out     dx,al

mov     dx,3F9h
mov     al,01h
out     dx,al

mov     dx,3FBh
mov     al,13h
out     dx,al

mov     dx,3FCh
mov     al,09h
out     dx,al

mov     dx,3F9h
mov     al,01h
out     dx,al

```

Program diatas adalah untuk inisialisasi UART sehingga mempunyai baud rate 1200 bps, satu bit start, delapan bit data, satu bit stop, even parity check, aksi interrupt enable untuk received data.

Disamping itu disiapkan routine interrupt untuk membaca received data dan menempatkannya ke suatu memory buffer. Vector interrupt type 4h (atau 2h bila kita gunakan NMI) kita arahkan pada routine ini. Routine ini akan diaktifkan oleh sinyal interrupt request yang berasal dari pin 30 UART.

```

org     ...
QueueRx label byte
org     ...
PointQ label byte

```

```

mov     dx,2FDh
in      al,dx
test    al,01h
jz      EscInt02
mov     dx,2F8h
in      al,dx
xor     bx,bx
mov     bl,PointQ
mov     QueueRx[bx],al
inc     PointQ
and     PointQ,3Fh
EscInt02
iret

```

Sedangkan program untuk mentransmit sebuah data byte adalah sebagai berikut :

```

.
.
.
ChkHoldReg
mov     dx,2FDh
in      al,dx
test    al,20h
jz      ChkHoldReg

mov     al,DataTx
mov     dx,2F8h
out     dx,al
.
.
.

```

### III.11.2 SOFTWARE UNTUK ADC

Prosedure untuk ADC meliputi pemberian sinyal channel address, START, dan pemantauan sinyal EOC, membaca data konversi dan menuliskan pada suatu lokasi memory.

```
DataADC label byte
```

```
RunADC
```

```

mov     cx,8
Channels:
mov     dx,304h
mov     ax,cx
dec     ax

```

```

    out    dx,al
ChkEOC
    in     al,dx
    test  al,80h
    jz    ChkEOC
OE
    mov   dx,305h
    in    al,dx
    mov   bx,cx
    mov   DataADC[2+bx],al
loop Channels
    .
    .
    ret

```

### III.11.3 SOFTWARE INISIALISASI MINIMUM SISTEM

Program inisialisasi minimum sistem diawali dari program jump far setelah reset. Register CS:IP diarahkan pada awal program utama. Potongan program jump far ini berada pada ROM dengan alamat memory FFFF0h :

```

org    3FF0h
db     0EAh,00h,00h,00h,0FCh

```

Kemudian diawal program utama terdapat program inisialisasi segmen-segmen register :

```

Start
xor    ax,ax
mov    ss,ax
mov    bp,ax
mov    ds,ax
mov    ax,7FFh
mov    sp,ax
mov    ax,cs
mov    es,ax

```

## **BAB IV**

# **PENGUJIAN PERALATAN**

---

Pengujian keseluruhan sistem dilakukan setelah pengujian tiap-tiap bagian dari sistem yang direncanakan. Bagian-bagian utama yang perlu diuji kelaikan unjuk kerjanya antara lain : modul Komunikasi Serial, modul ADC, modul FSK modulator, FSK demodulator, Transmitter VHF, Receiver VHF dan beberapa rangkaian pendukung lainnya.

### **IV.1 PENGUJIAN MODUL ADC**

Kelaikan unjuk kerja modul ini adalah kemampuan untuk mengkonversikan besaran analog dalam hal ini tegangan menjadi data digital yang sesuai. Keadaan ini dipengaruhi oleh beberapa hal antara lain kondisi komponen ADC itu sendiri yang meliputi linieritas, offset null, kesalahan konversi dan kecepatan. Faktor lain yang mempengaruhi adalah rangkaian pendukung ADC misalnya tegangan referensi.

#### IV.1.1 KALIBRASI TEGANGAN REFERENSI ADC

Tegangan referensi untuk ADC adalah 5,00 Volt, agar tegangan referensi benar-benar memiliki harga yang sesuai dengan yang diinginkan maka perlu dilakukan kalibrasi dengan memutar potensiometer multiturn yang terdapat pada rangkaian tegangan referensi.

#### IV.1.2 PENGUJIAN ADC

Pengujian modul ADC dilakukan setelah dilakukan kalibrasi tegangan referensi dan off-set op-amp. Pengujian ini dilakukan dengan memberikan level tegangan analog pada input. Kemudian diberikan sinyal address latch, start of conversion, sehingga ADC memulai proses konversi level tegangan pada input yang diberikan pada kanal yang ditentukan. Hasil konversi yang merupakan data digital ditampilkan ke layar monitor dengan modul perangkat lunak. Hasil pengambilan data yang dilakukan di tunjukkan pada tabel IV-1.

Hasil konversi ADC pada tabel di atas adalah data digital ADC yang telah dikonversikan menjadi bilangan decimal. Pengukuran dilakukan dengan memberikan tegangan DC dan diukur dengan digital multimeter Hewlett Packard HP-3465. Data yang diinputkan dinaikkan secara linier dengan step 500 mV dapat pula diperlihatkan linieritas ADC yang digunakan. Simpangan yang terjadi disebabkan ADC yang digunakan memiliki kesalahan kuantisasi sebesar  $\pm 1$  LSB.

**Tabel IV-1**  
 Hasil pengujian ADC.

Tegangan Input (mV)	Hasil konversi ADC x $V_{ref}$ ( $V_{ref} = 5 \text{ mV}$ )	Simpangan	
		(mV)	%
500	508	+8	1.60
1000	996	-4	0.40
1500	1504	+4	0.26
2000	1992	-8	0.40
2500	2500	0	0.00
3000	3008	+8	0.26
3500	3496	-4	0.11
4000	4004	+4	0.10
4500	4510	+10	0.22
5000	5000	0	0

## IV.2 PENGUJIAN UART

Pengujian komunikasi serial dimulai dengan pengujian modul card UART.

Dengan mengisi bit ke-4 register modem control UART maka kita dapatkan mode looped back. Pada mode ini pengujian tidak membutuhkan kabel atau piranti transmisi yang dihubungkan ke Tx dan Rx dari UART. karena hubungan telah dilakukan secara internal. Dengan software dicoba untuk mengirimkan dan menerima karakter. Dari pengujian didapat karakter yang diterima sama dengan karakter yang dikirim. Ini menandakan bahwa UART bekerja dengan baik.

### IV.3 PENGUJIAN DAN PENGKALIBRASIAN MODULATOR DEMOMULATOR FSK

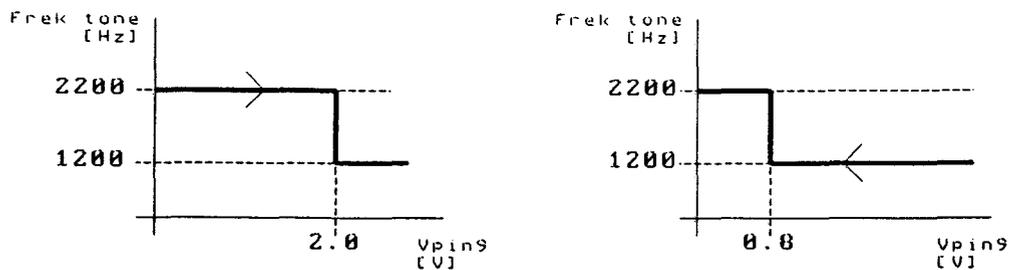
#### Modulator FSK

Pengujian modulator dilakukan dengan mengukur frekuensi output  $f_o$  dengan suatu kondisi input low atau high. Setelah itu  $f_o$  dikalibrasi. Input Pin 9 XR-2206 diberi kondisi high dan  $P_1$  diatur sehingga didapat  $f_o = 1200$  Hz, kemudian untuk input low dilakukan pengaturan  $P_2$  sehingga didapat  $f_o = 2200$  Hz.

Setelah didapat dua frekuensi ini dengan mantap dilakukan pengujian taraf histeresis  $V_{UT}$  dan  $V_{LT}$ .

- Dengan sumber tegangan variabel yang diinputkan ke pin 9 dibuat = 0 V, terukur  $f_o = 2200$  Hz. Tegangan dinaikkan perlahan-lahan sampai  $f_o$  berubah menjadi 1200 Hz. Dari pengujian, hal ini terjadi pada tegangan input sebesar 2 V.
- Dengan tegangan input 3 V, terukur  $f_o = 1200$  Hz. Tegangan diturunkan perlahan-lahan sampai  $f_o$  berubah menjadi 2200 Hz. Dari pengujian, hal ini terjadi pada tegangan input sebesar 0.8 V.

Jadi  $V_{UT} = 2.0$  V dan  $V_{LT} = 0.8$  V.



**Gambar IV-1**  
 Pengujian taraf histeresis  $V_{UT}$  dan  $V_{LT}$  input modulator.

### Demodulator FSK

Untuk pengujian demodulator ini kita gunakan UART dan modulator yang telah teruji dan terkalibrasi.

UART diprogram untuk mentransmitkan suatu pola bit (suatu karakter) secara terus menerus. Misalnya pola bit 10010110, Sehingga lengkap dengan protokol asynchronous menjadi pola bit serial 01001011001. Output Tx dari UART akan diinputkan pada modulator. Output modulator diinputkan ke demodulator yang akan diuji. Dengan bantuan sebuah oscilloscope output demodulator diamati. VR7 diatur sampai didapat level tegangan 01001011001 paling jelas. Kemudian output demodulator diinputkan pada Rx UART sehingga terbentuk mode looped back tetapi melalui modulator-demodulator. Kemudian dengan software dicoba untuk mengirimkan dan menerima sejumlah karakter secara random secara looping. Karakter yang dibandingkan dengan yang dikirim.

Karena pada banyak keperluan komunikasi, error probability yang masih

**Tabel IV-2**  
Pengujian modulator demodulator.

Inisialisasi Baud rate	rata-rata error tiap 1000 karakter	error probability
150	0	0
300	0	0
600	0	0
900	0	0
1200	0	0
1350	5.5	$5.50 \cdot 10^{-3}$
1400	145.6	$1.46 \cdot 10^{-1}$
1500	172.3	$1.72 \cdot 10^{-1}$

bisa diterima adalah  $10^{-2}$  sampai  $10^{-8}$ . Sehingga nilai baud rate tertinggi sama dengan 1350 bps dengan error probability  $9.00 \cdot 10^{-3}$ .

#### IV.4 PENGUJIAN TRANSMITTER & RECEIVER VHF

Transmitter dan receiver yang diuji terdiri dari :

- Pada unit remote : Transmitter dengan frekuensi kerja 110 MHz dan Receiver dengan frekuensi kerja 112 MHz. Untuk selanjutnya kita sebut Transmitter 1 dan receiver 1.
- Pada unit pemantauan : Transmitter dengan frekuensi kerja 112 MHz dan Receiver dengan frekuensi kerja 110 MHz. Untuk selanjutnya kita sebut Transmitter 2 dan receiver 2.

Peralatan transmitter dan receiver VHF diuji dengan mengumpangkan sinyal tone pada input pemancar. Sinyal tone ini didapat dari output modulator

FSK. Sinyal output tone diamati lewat oscilloscope sedangkan frekuensi oscillator pemancar dan penerima dapat dilihat melalui frequency counter. Frekuensi oscillator transmitter 1 ditala pada frekuensi 110 MHz dan transmitter 2 ditala pada frekuensi 112 MHz. Penalaan dilakukan melalui induktor variabel pada rangkaian oscillator transmitter.

Dengan menggunakan oscilloscope dilakukan :

- Dengan transmitter 2 on dan transmitter 1 off, rangkaian receiver 1 ditala pada frekuensi 112 MHz dan pada output akan didapat bentuk tone sebagaimana input tone FSK yang diumpankan ke transmitter 2.
- Dengan transmitter 1 on dan transmitter 2 off, rangkaian receiver 2 ditala pada frekuensi 110 MHz dan pada output akan didapat bentuk tone sebagaimana input tone FSK yang diumpankan ke transmitter 1
- Kemudian dengan kedua transmitter on, misalkan transmitter 1 dengan input tone 1200 Hz dan transmitter 2 dengan input tone 2200 Hz maka pada receiver 1 dan 2 masing masing harus kita dapatkan berurutan tone 2200 Hz dan 1200 Hz. Ini untuk memastikan bahwa tidak terjadi saling mengganggu antar kedua pemancar mengingat komunikasi yang akan dilakukan adalah full-duplex.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

---

#### **V.1 KESIMPULAN**

Dari perencanaan, pembuatan, serangkaian pengujian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan :

1. Dengan adanya sistem telemetri ini akan dapat membantu dalam pemantauan variabel panel stasiun relay televisi yang lazimnya berada pada suatu tempat sangat sukar dijangkau.
2. Pemantauan akan menjadi lebih cepat, karena data-data variabel panel beberapa stasiun relay dapat dipantau dari satu tempat yakni unit pemantauan dengan cukup mengubah-ubah link stasiun pemantauan ke suatu unit remote dari stasiun relay televisi yang akan kita pantau. Meskipun demikian sistem telemetri ini hanya bisa menangani unit remote-unit remote yang berada pada jangkauan dan medan yang layak untuk pancaran sinyal VHF.
3. Pendeteksian kesalahan Bit Parity, bisa memberitahu bila terjadi kesalahan bit pada suatu karakter. Tetapi karakter ini hanya bisa di abaikan dan

tidak dapat dilakukan koreksi pada bit yang salah.

4. Kecepatan pemantauan dan respon pengendalian ditentukan oleh : kecepatan mikroprosesor, kecepatan ADC, bandwidth jalur (bandwidth transmitter FM), baud rate modem FSK. Akan tetapi yang relatif paling menentukan adalah baud rate modem FSK.

## V.2 SARAN-SARAN

Untuk penyempurnaan dan pengembangan sistem telemetri dapat dilakukan :

1. Untuk memungkinkan koreksi bit maka pendeteksi kesalahan bit parity yang telah digunakan haruslah pula dilengkapi dengan pendeteksian kesalahan Word Parity.
2. Beberapa port PPI yang kosong dapat digunakan untuk menambah pengendalian yang dapat dilakukan. Misalnya motor stepper untuk memutar resistor variabel, kapasitor variabel dan sebagainya pada panel stasiun relay televisi.
3. Agar pemantauan dan respon pengendalian peralatan semakin cepat yang pertama kali perlu mendapat perhatian adalah memperbesar baud rate modem FSK yang digunakan.

## DAFTAR PUSTAKA

---

Coffron, J.W., PRACTICAL HARDWARE DETAIL FOR 8080, 8085, Z80, AND 6800 MICROPROCESSOR SYSTEM, New Jersey, Prentice Hall Inc., 1981.

Hall, D.V., MICROPROCESSOR AND INTERFACING : PROGRAMMING, AND HARDWARE, McGraw-Hill Book Co., Singapore 1987.

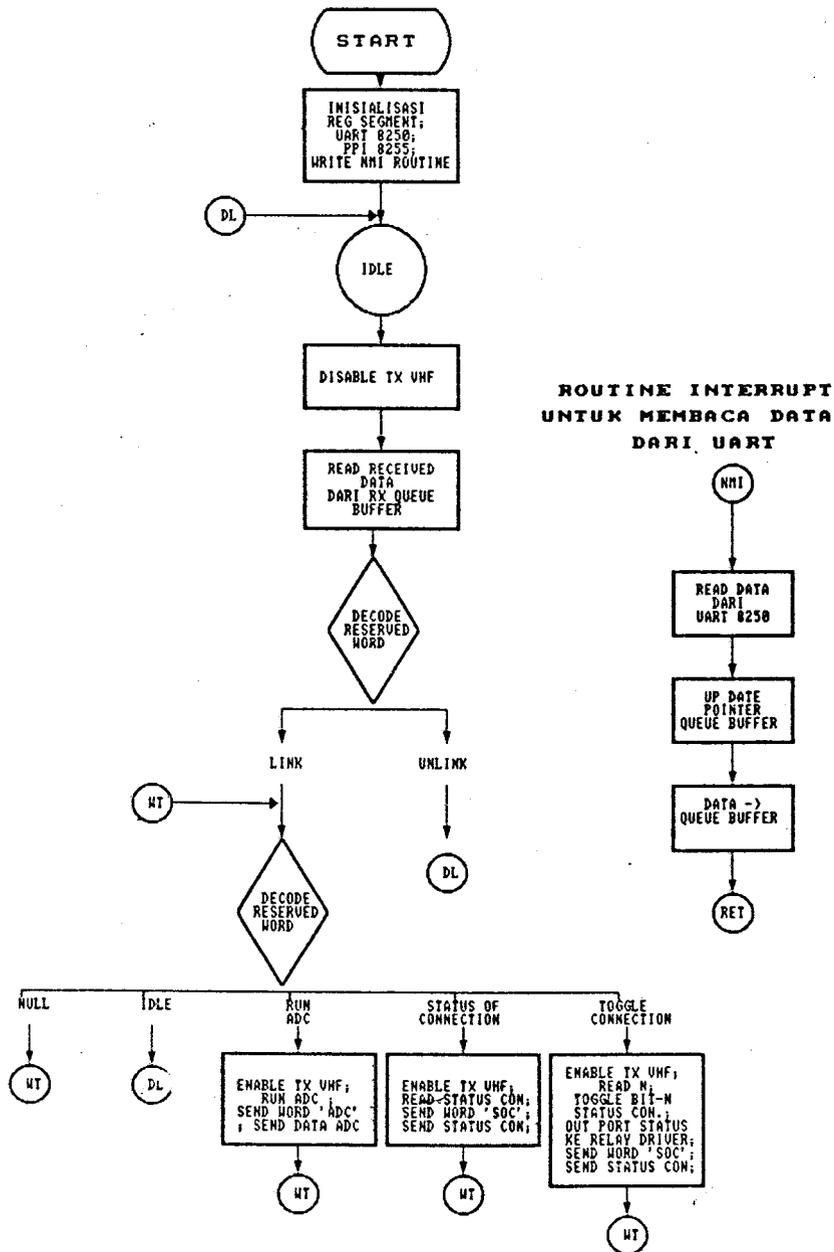
Tomasi, W., FUNDAMENTALS OF ELECTRONIC COMMUNICATIONS SYSTEM, Prentice Hall, New Jersey, 1988.

Uffenbeck,., THE 8086/8088 FAMILY: DESIGN, PROGRAMMING AND INTERFACING, Prentice-Hall Inc., 1987.

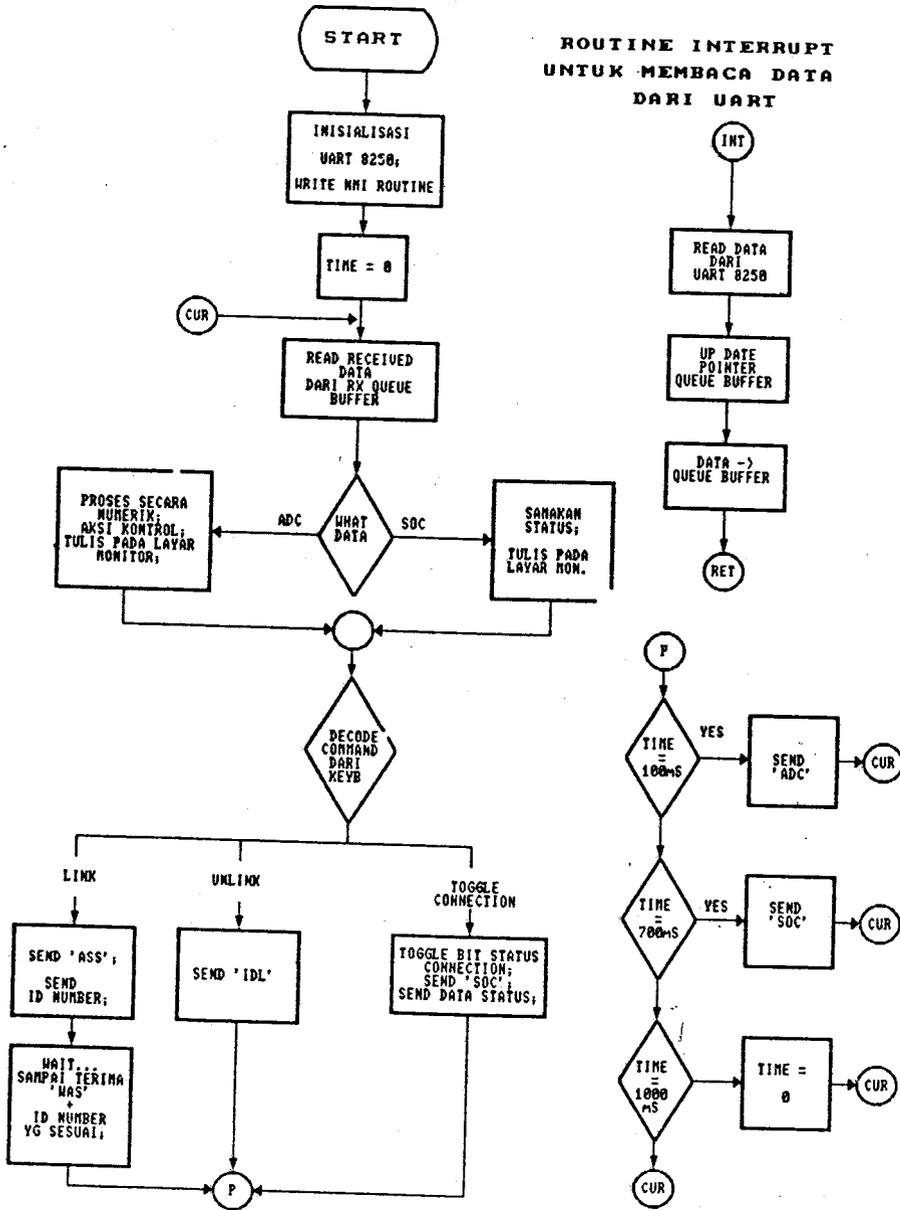
Willen C., David, 8088 ASSEMBLER LANGUAGE PROGRAMMING: THE IBM PC, Howard W., Sams & Co., Inc. 1983.

..., MICROSYSTEM COMPONENTS HANDBOOK-MICROPROSESOR VOLUME I, Intel Co, 1985.

**FLOW CHART SOFTWARE PADA  
UNIT REMOTE**



FLOW CHART SOFTWARE PADA  
UNIT PEMANTAUAN



## RIWAYAT PENULIS

---



Moch. Cholif Fadhilah dilahirkan di Malang pada tanggal 5 April 1970 dan merupakan putra ketiga dari Bapak Ni'am Sovie dan Ibu Roesmiati Said.

Terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya sejak tahun 1988 dengan Nrp. 2882200942.

Pendidikan yang pernah ditempuh selama ini adalah :

- MIN Malang I lulus tahun 1982
- SMP Negeri I Malang lulus tahun 1985
- SMA Negeri 3 Malang lulus tahun 1988
- Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember sejak 1988.

Selama menjadi mahasiswa pernah aktif sebagai asisten di Praktikum Rangkaian Listrik, dan praktikum Elektronika Lanjutan II pada bidang studi Elektronika.