

# MODEM RADIO PAKET SSB MENGGUNAKAN FKS 1200 BAUD

Abner CM<sup>1</sup>, Agus Sugiharto<sup>2</sup>

1. Alumni Teknik Elektro, Universitas Suryadarma Jakarta
- <sup>2</sup> Dosen Tetap, Universitas Suryadarma Jakarta

## ABSTRAK

Salah satu alternative untuk komunikasi data dalam bentuk sinyal digital adalah melalui kanal transmisi radio pada frekuensi tinggi yang menggunakan sistem transmisi Single Side Band (SSB) dengan jenis modulasi digital Frequency Shift Keying (FSK).

Bila suatu pemancar akan mengirimkan sinyal informasi melalui kanal transmisi, pemancar harus memodifikasi sinyal informasi agar sesuai dengan sifat kanal transmisi tersebut. salah satu proses perubahan sinyal ini disebut proses modulasi. Suatu penerima yang menerima sinyal yang termodulasi harus melakukan proses kebalikan dari modulasi agar diperoleh sinyal informasi awal. Proses kebalikan ini disebut proses demodulasi. Umumnya, peralatan yang digunakan untuk memodulasi dan mendemodulasi sinyal digital disebut modem.

Untuk komunikasi data melalui radio, modem ini dikenal dengan sebutan sebagai Terminal Node Controller (TNC). TNC dapat berfungsi sebagai alat untuk memodulasi dan mendemodulasi serta sebagai packet assembly / Disassembly (PAD). Dengan semakin cepatnya kerja komputer sekarang ini, proses PAD dapat dilakukan secara perangkat lunak oleh komputer. sehingga untuk komunikasi data dengan kanal transmisi radio, lain komputer, hanya dibutuhkan perangkat keras modem sebagai alat modulator dan demodulator.

Kata kunci: Radio, Frequency Shift Keying (FSK).Modulasi.

## I. PENDAHULUAN

Secara umum, suatu sistem telekomunikasi dapat dibagi menjadi tiga bagian, yaitu : pemancar, kanal transmisi, dan penerima. Kanal transmisi yang biasa digunakan dalam sistem telekomunikasi sangat banyak macamnya dan mempunyai sifat yang berbeda satu sama lain, mulai dari sepasang kabel sampai udara bebas.

Bila sinyal informasi yang digunakan adalah sinyal digital, maka diperlukan jenis modulasi digital yang dapat memodifikasi sinyal informasi digital agar sesuai dengan sifat kanal transmisi yang digunakan. Umumnya peralatan modulasi dan demodulasi untuk jenis modulasi yang dipergunakan untuk jenis memodulasi dan mendemodulasi sinyal informasi digital disebut modem.

Penggunaan jalur band 2 meter (144 Mhz) pada Radio Amatir masih terbatas pada komunikasi telefoni (suara), tetapi dengan menggunakan modem jalur band 2 meter dapat juga digunakan sebagai media transmisi untuk komunikasi data.

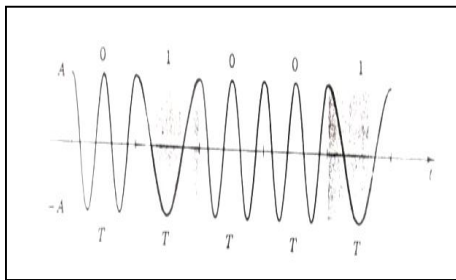
Komunikasi data melalui radio komunikasi dikenal dengan sebutan paket radio. dimana data yang dikirimkan ke tempat tujuan dipecah – pecah menjadi paket - paket atau potongan data, kemudian komputer ditempat tujuan akan menyusun kembali paket - paket data tersebut menjadi satu data utuh yang sama persis dengan data file yang dikirimkan.

## II. LANDASAN TEORI

### 2.1. Modulasi Frequency Shift Keying

Salah satu jenis modulasi frekuensi (FM) adalah Frequency shift keying (FSK).

pada sistem modulasi ini, sinyal digital yang berlogika 1 atau 0 akan memodulasi sinyal pembawa untuk menghasilkan suatu sinyal dengan frekuensi yang berpindah - pindah yang telah ditentukan, dari frekuensi yang rendah ke frekuensi yang tinggi dan sebaliknya sesuai dengan urutan data digital yang diterima. Tentunya kedua frekuensi ini harus berada dalam nilai jalur dan harus jelas bedanya. Misalkan untuk sinyal digital yang berlogika 1 akan menghasilkan sinyal dengan ferkuensi besar 1200 Hz dan sinyal digital yang belogika 0 akan menghasilkan sinyal dengan frekuensi sebesar 2200 Hz



Gambar 1. Gelombang FSK

## 2.2. Modulator Frequency Shift Keying (FSK)

Modulator FSK merupakan bagian pembangkit sinyal termodulasi FSK, yaitu pembangkit frekuensi pembawa untuk sinyal digital yang berlogika 1 dan 0 sebagai tanggapan terhadap masukan sinyal digital tersebut.

Pembentukan sinyal pemodulasi FSK :

$$\begin{aligned} f_{c1} &= A \cos \omega_1 t \\ \text{atau } f_{c2} &= A \cos \omega_2 t \end{aligned} \quad \dots\dots\dots (1)$$

Sinyal yang terdapat pada FSK :

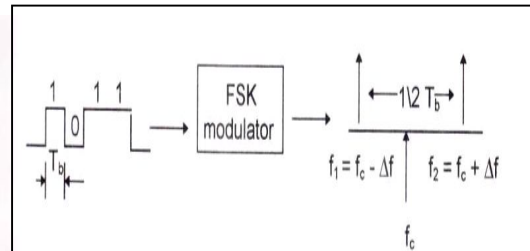
$$\begin{aligned} f_1 &= 1/R_1C_0 \\ f_2 &= 1/R_2C_0 \end{aligned} \quad \dots\dots\dots (2)$$

Untuk logika 1 sesuai dengan frekuensi  $f_1$  dan logika 0 sesuai dengan frekuensi  $f_2$ . Penyimpangan frekuensi (frequency deviation),  $\Delta f$  :

$$\Delta f = \frac{f_2 - f_1}{2} = \frac{1}{4T_b} \dots\dots\dots (3)$$

$T_b$  = waktu untuk 1 bit/dt

Keluaran sinyal FSK terhadap masukan sinyal digital dapat dijelaskan pada gambar 2. di bawah ini :



Gambar 2. Keluaran Sinyal FSK

Sehingga  $f_1$  dan  $f_2$  dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$f_1 = f_c - \Delta f = f_c - 1/4T_b \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$f_2 = f_c + \Delta f = f_c + 1/4T_b \quad \dots\dots\dots (5)$$

Dari persamaan (4) dan (5) sinyal FSK adalah :

$$\begin{aligned} S_{fsk}(t) &= A \cos (\omega_c \pm \Delta\omega) t \\ &= A \cos \{ 2J_b (f_c \pm \Delta f) t \} \end{aligned} \quad \dots\dots (6)$$

Dengan menggunakan persamaan (3), hubungan sinyal FSK terhadap bit rate adalah :

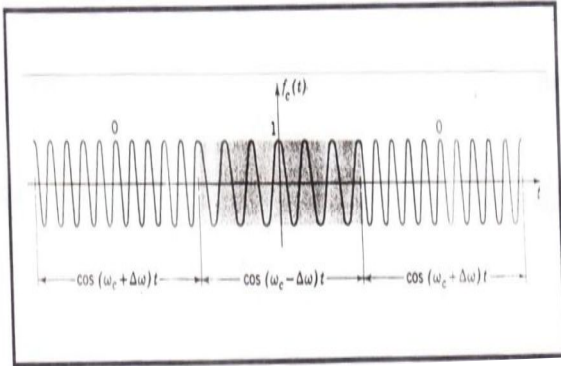
$$\begin{aligned} S_{fsk}(t) &= A \cos \pm J_b t \cos 2J_b f_c t - \\ &\quad \frac{2T_b}{2T_b} \\ &\quad A \sin \pm J_b t \sin 2J_b f_c t \\ &\quad \frac{2T_b}{2T_b} \end{aligned}$$

Bandwidth,  $B_T$  untuk sinyal FSK diberikan oleh persamaan Carson

$$B_T = 2\Delta f + 2B$$

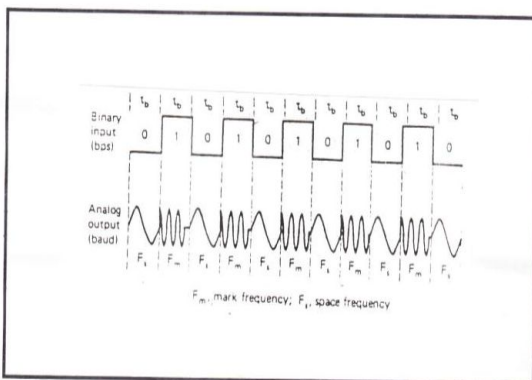
dimana  $\Delta f$  : penyimpangan frekuensi  
 $B$  : bandwidth jalur transmisi  
 Untuk FSK dengan band lebar  $B_T = 2\Delta f$   
 Untuk FSK dengan band sempit  $B_T = 2B$

Dari persamaan (6) sinyal FSK dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 3. Sinyal FSK

Bagian modulator FSK frekuensi yang dibangkitkan harus menghasilkan frekuensi yang menggantikan logika 1 dan logika 0 sebagai sinyal masukan. Dengan adanya dua masukan sinyal digital tersebut pada modulator terdapat dua keluaran pula yaitu dua frekuensi yang berpindah-pindah sesuai dengan urutan masukan sinyal digital tersebut yaitu untuk logika 1 dinamakan Frequency Mark (Fm) sedangkan untuk logika 0 adalah frequency Space (Fs).



Gambar 4. Sinyal masukan dan keluaran Modulator FSK

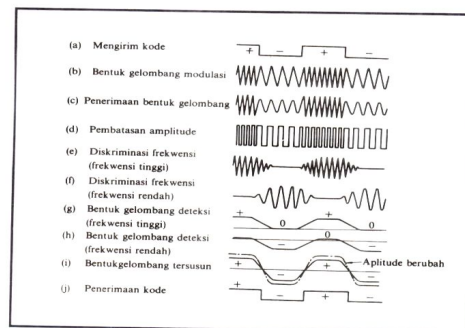
Pada rancangan modem yang dibuat untuk Frequency Mark sebesar 1200 Hz dan Frequency Space adalah 2200 Hz. Pemilihan frekuensi ini karena ada dalam daerah frekuensi percakapan manusia yaitu 300 Hz - 3400 Hz.

Keluaran sinyal FSK yang didapat dari pemodulasian sinyal digital mempunyai kecepatan simbol, baud rate yang sama dengan kecepatan informasi, bit rate.

### 2.3. Demodulator FSK

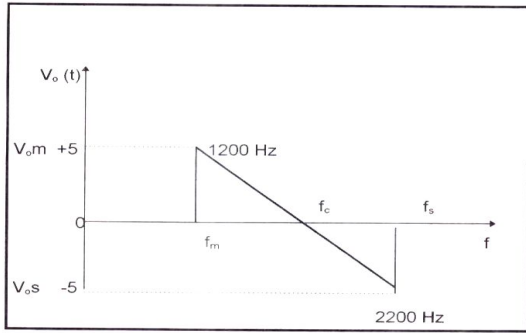
Setelah dimodulasi FSK, data digital ditransmisikan dalam bentuk sinyal analog. Pada bagian penerima melakukan proses kebalikan dari modulasi agar diperoleh sinyal informasi awal, yaitu Demodulasi.

Proses demodulasi sinyal FSK harus dilakukan secara sinkron. Karena terdapat dua sinyal yang berbeda, yaitu 1200 Hz dan 2200 Hz, dengan demikian diperlukan sinyal pembawa lokal yang sinkron dengan sinyal pembawa FSK tersebut. Sinyal pembawa lokal tersebut harus dapat dibangkitkan sendiri oleh penerima. proses pembangkitan sinyal pembawa dari sinyal termodulasi yang diterima pada demodulator digambarkan di bawah ini



Gambar 5. Bentuk Gelombang dalam Demodulasi

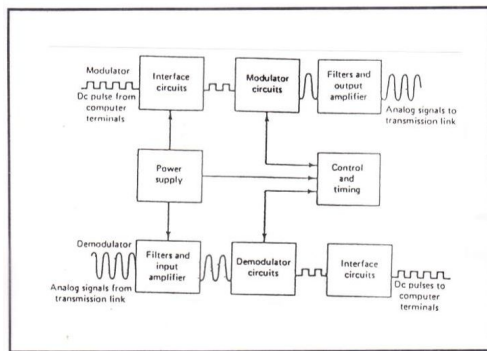
Rangkaian demodulator yang digunakan bekerja berdasarkan prinsip frequency-to-voltage conversion, yaitu perubahan frekuensi pembawa sinyal digital menjadi sinyal tegangan.



Gambar 6. Sinyal pada Demodulator FSK

## 2.4. Modem Radio Paket SSB Menggunakan FSK 1200 Baud

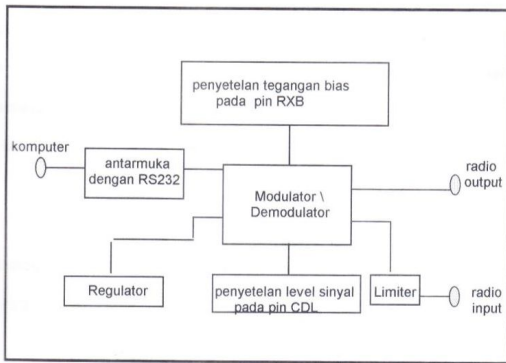
Secara umum, blok diagram modem adalah sebagai berikut :



Gambar 7. Blok Diagram Modem

Modem terdiri dua komponen utama, yaitu Modulator menerima masukan sinyal digital dari komputer dan merubah sinyal digital tersebut ke dalam bentuk sinyal analog kemudian ditransmisikan. Demodulator, mengubah kembali sinyal analog yang diterima ke dalam bentuk sinyal digital untuk mendapatkan sinyal informasi awal. Adapun blok diagram dari rancangan Modem Radio Paket SSB Menggunakan FSK 1200 Baud, secara garis besar terdiri dari beberapa komponen yang berfungsi sebagai berikut

- Rangkaian Antarmuka dengan RS 232  
Digunakan untuk menghubungkan modem dengan antarmuka serial komputer dan juga berfungsi sebagai level translator dari RS 232 ke TTL.
- Rangkaian tegangan bias pada pin RXB  
Berfungsi untuk menetapkan tegangan bias pada penerima, untuk mendapatkan sinyal data yang mempunyai level yang pasti, baik untuk logika 1 maupun logika 0 dari data digital hasil demodulasi FSK.
- Rangkaian penyetelan level sinyal pada pin CDL  
Berfungsi untuk mendeteksi dan mengidentifikasi sinyal data yang diterima sesuai dengan level sinyal yang ditentukan.
- Rangkaian Modulator / Demodulator  
Merupakan rangkaian terpenting, dimana proses modulasi / demodulasi dilaksanakan.
- Rangkaian Limiter  
Berfungsi untuk membatasi sinyal yang akan diterima oleh demodulator.
- Rangkaian Regulator  
Merupakan rangkaian penstabil dari tegangan catu luar yang diberikan ke rangkaian untuk menjaga agar tegangan rangkaian yang diharapkan konstan pada 5 Volt.



Gambar 8. Blok diagram dapat dijelaskan sebagai berikut :

- Pada keadaan Transmit :

Sinyal yang berupa data - data digital (logika 1 dan logika 0) dari komputer dengan amplitudo sinyal  $\pm 12$  Volt dihubungkan ke modem oleh rangkaian antarmuka dengan RS 232 yang mengubah sinyal digital dengan amplitudo  $\pm 12$  Volt menjadi  $\pm 5$  Volt, sesuai dengan input bagi modem. Pada rangkaian modulator, sinyal digital tersebut dimodulasi FSK sehingga menghasilkan sinyal analog yang mempunyai frekuensi Mark 1200 Hz (logika 1) dan frekuensi Space 2200 Hz (logika 0). Pemilihan frekuensi 1200 Hz dan 2200 Hz dikarenakan modem ini akan dihubungkan pada Radio HT yang akan mentransmisikan sinyal tersebut agar mencapai jarak yang relatif jauh dimana masukannya adalah suara manusia yang mempunyai daerah frekuensi 300 Hz – 3400 Hz Dengan demikian sinyal digital yang berasal dari komputer harus berada dalam daerah frekuensi percakapan manusia. Sinyal analog ini kemudian ditransmisikan melalui radio HT.

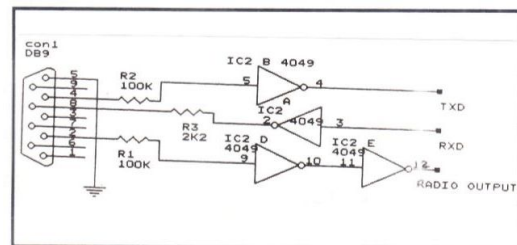
- Pada keadaan Receive :

Sinyal analog diterima melalui radio HT penerima. Level sinyal analog ini dibatasi oleh rangkaian limiter agar sesuai dengan level sinyal input maksimum dan selanjutnya didemodulasi FSK pada rangkaian demodulator FSK menjadi

sinyal digital. Untuk mendapatkan sinyal data yang mempunyai level yang pasti, baik untuk logika 1 maupun logika 0 dari data digital hasil demodulasi FSK maka ditetapkan suatu tegangan bias pada pin RXB sebesar 2 volt. Untuk dapat mengetahui adanya frekuensi pembawa data digital, maka ditetapkan suatu level sinyal pada pin CDL sebesar 2 volt. Kemudian data digital yang telah mempunyai level yang pasti (logika 1 dan logika 0) akan diterima oleh komputer melalui rangkaian antarmuka dengan RS 232.

### III. Analisa dan Realisasi Rangkaian

#### 3.1. Rangkaian Antarmuka dengan RS 232



Gambar 9. Rangkaian Antarmuka dengan RS 232

Rangkaian ini diperlukan untuk menghubungkan modem dengan antarmuka serial komputer dan juga sebagai level translator dari RS 232 ke TTL. Port RS 232 pada komputer menggunakan tegangan  $\pm 12$  vol sedangkan rangkaian modem menggunakan TTL ( $\pm 5V$ ).

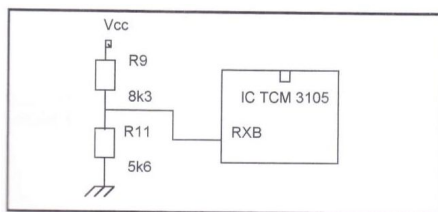
Rangkaian yang digunakan cukup sederhana, menggunakan rangkaian yang telah direkomendasikan oleh pembuat perangkat lunak, yaitu sebuah inverter IC 4049 yang menggunakan teknologi CMOS (Combine Metal Oxide Semiconductor) karena memiliki

dioda pada bagian inputnya yang berfungsi sebagai proteksi input.

### 3.2. Rangkaian Tegangan Bias pada pin RXB

Rangkaian ini berfungsi untuk menetapkan tegangan bias, dimana tegangan bias tersebut digunakan untuk mendapatkan sinyal data yang mempunyai level yang pasti, baik logika 1 maupun logika 0 dari data digital hasil demodulasi FSK. Tegangan bias yang ditetapkan sebesar 2 Volt

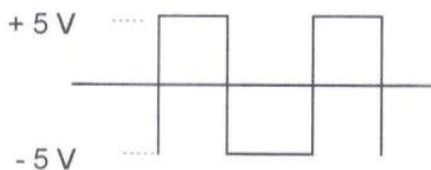
Tegangan bias ini didalam comparator akan dibandingkan dengan sinyal keluaran dari rangkaian Demodulator FSK sehingga akan didapatkan sinyal yang berlogika 1 dan berlogika 0.



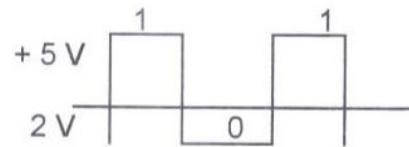
Gambar 10. Rangkaian Tegangan Bias

Sinyal yang diterima dari komputer ( ± 5 Volt ) hanya diambil tegangan positifnya saja, yaitu 0 - 5 Volt. Dengan menetapkan tegangan bias 2 volt, maka apabila sinyal yang diterima pada comparator kurang dari 2 Volt, menandakan sinyal yang diterima sesuai dengan logika 0 dan apabila sinyal yang diterima lebih besar dari 2 Volt menandakan sinyal yang diterima sesuai dengan logika 1.

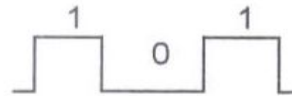
#### Sinval keluaran Demodulator



Tegangan bias pada pin RXB



Sinyal keluaran Comparator



Rangkaian ini terdiri dari dua buah resistor yang terhubung seri, masing-masing : R<sub>9</sub> dan R<sub>11</sub>. Salah satu ujung R<sub>9</sub> dihubungkan pada V<sub>cc</sub> yang berharga 5 Volt. Agar tegangan bias pada pin RXB Volt, maka harga R<sub>9</sub> dan R<sub>11</sub> dapat dihitung sebagai berikut :

Diasumsikan harga R<sub>11</sub> = 5,6 kΩ

$$V_{R11} = 2 \text{ Volt}$$

$$I_{R11} = V_{R11} / R_{11}$$

$$= 2 \text{ Volt} / 5600 \Omega$$

$$= 0,36 \text{ mA}$$

$$V_{cc} = V_{R9} + V_{R11}$$

$$5 \text{ Volt} = V_{R9} + 2 \text{ Volt}$$

$$V_{R9} = 3 \text{ Volt}$$

maka:

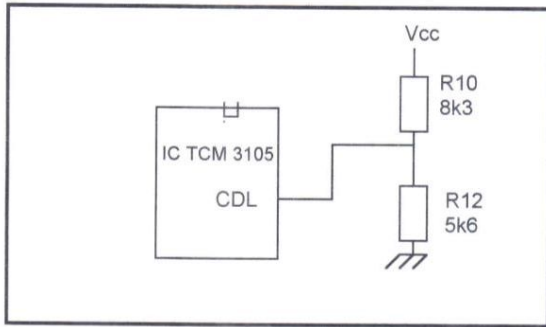
$$R_9 = V_{R9} / I_{R11}$$

$$= 3 \text{ Volt} / 0,36 \text{ mA}$$

$$= 8,33 \text{ k}\Omega$$

**a. Rangkaian Penyetelan Level Sinyal pada pin GDL**

Rangkaian ini berfungsi untuk mendeteksi dan mengidentifikasi sinyal yang diterima, sesuai dengan level sinyal yang ditetapkan pada pin CDL, yaitu sebesar 2 Volt.



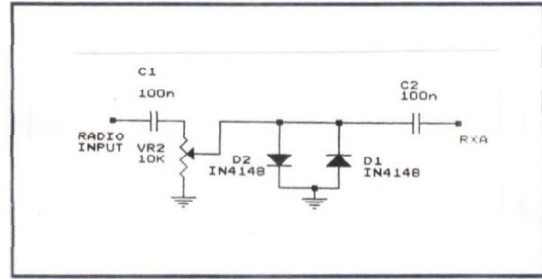
Gambar 11. Rangkaian penyetelan level sinyal

Sinyal ini akan digunakan oleh carrier Detector untuk mengetahui adanya sinyal pembawa data, keluaran sinyal ini pada pin CDT dihubungkan ke transistor  $Q_1$  yang berfungsi sebagai transistor swrtch yang akan menghidupkan LED1 apabila mendapatkan sinyal.

Rangkaian ini terdiri dari dua buah resistor yang terhubung seri,  $R_{10} = 8.3\text{ k}\Omega$  dan  $R_{12} = 5.6\text{ k}\Omega$ . Antara kedua resistor dihubungkan pada pin CDL. Salah satu ujung  $R_{10}$  dihubungkan dengan  $V_{cc}$  yang mempunyai harga 5 Volt.

**b. Rangkaian timiter**

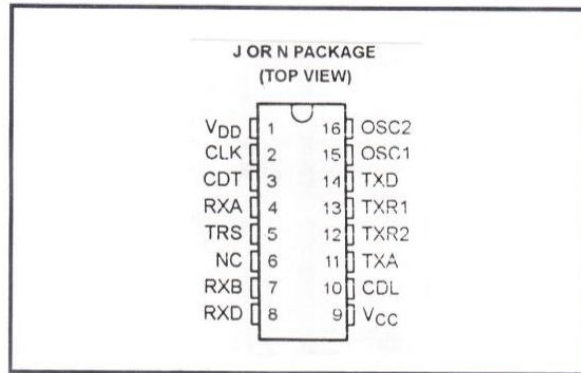
Menggunakan 2 buah dioda IN 4148 yang mempunyai tegangan jepit sebesar 0,6 vort pada saat bias maju, sehingga akan membatasi level puncak ke puncak dari sinyal yang diterima sebesar  $1,2 V_{pp}$ .



Gambar 12. Rangkaian Limiter

**c. Rangkaian Modulator / Demodulator**

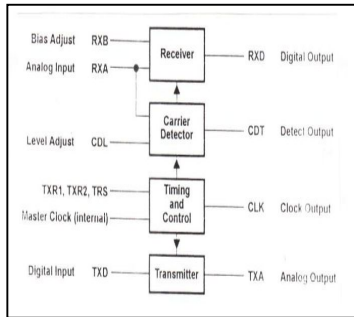
Rangkaian Modulator / Demodulator telah menjadi satu rangkaian terpadu, karena komponen yang digunakan adalah sebuah chip, yaitu IC TCM 3105, produksi Texas Instrument.



Gambar 13. IC TCM 3105

IC TCM 3105 pada dasarnya terdiri dari 4 rangkaian utama seperti terlihat pada pada gambar di bawah ini yaitu :

- Receiver
- Carrier Detector
- Timing and Control
- Transmitter



Gambar 14. Blok Diagram Rangkaian IC TCM 3105

Data digital dari komputer melalui rangkaian antarmuka dengan RS 232 diterima pada pin TXD dari rangkaian Modulator FSK untuk dilakukan proses modulasi. Modulator FSK akan memodulasi suatu gelombang pembawa yang dibangkitkan oleh osilator kristal (4,4336 Mhz) untuk mendapatkan frekuensi mark 1200 Hz yang sesuai untuk logika 1 dan frekuensi space 2200Hz yang sesuai untuk logika 0 yang pembagiannya diatur oleh rangkaian Timing and control yang terhubung pada pin osc1 dan osc2. sinyal digitat yang telah dimodulasi FSK dirubah ke dalam bentuk analog oleh Digitalto-Analog. Converter agar dapat ditransmisikan melewati jarak yang jauh. Oleh XMT Filter dan Low-Pass Filter sinyal ini disaring agar diperoleh sinyal dengan frekuensi yang diinginkan, sesuai dengan frekuensi mark dan space yang telah ditetapkan, keluaran sinyal analog ini pada pin TXA, kemudian ditransmisikan menggunakan Radio HT.

Sinyal yang dikirim tersebut diterima oleh Radio HT penerima dan kemudian oleh modem penerima melalui pin RXA, untuk mendapatkan sinyal sesuai dengan frekuensi asli yang dikirim, yaitu : 1200 Hz (logika 1) dan 2200 Hz (logika 0) maka disaring melalui low-pass Filter dan diteruskan ke filter penerima (Receive Filter and Group Delay Equalizer) yang diikuti oleh sebuah Automatic Gain control (AGC) yang berfungsi mempertahankan agar level sinyal yang diterima tetap stabil pada

keluaran filter penerima. pada filter penerima, sinyal analog yang drterima dirubah menjadi sinyar digitar FSK. Keluaran dari firter penerima diterima oleh carrier Detector dan Demodulator FSK.

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, proses demodulasi sinyal FSK harus dilakukan secara sinkron, dengan demikian diperlukan sinyal pembawa lokal yang sinkron dengan sinyal pembawa FSK tersebut. Sinyal pembawa lokal tersebut harus dapat dibangkitkan sendiri oleh penerima, dan hal ini dilakukan oleh osilator kristal (4,4336 Mhz) yang pembagiannya pada Timing and control yang terhubung pada pin OSCI dan pin OSC2.

Sinyal keluaran dari firter penerima (sinyal digital FSK), oleh Carrier Detector dibandingkan dengan level sinyal yang telah ditetapkan pada pin CDL, yaitu sebesar 2 Volt yang merupakan daya rata – rata keluaran dari filter penerima untuk dapat mendeteksi dan mengidentifikasi, bahwa apabila level sinyal yang diterima besar (lebih cari 2 Volt) menandakan adanya pengiriman sinyar digital.

FSK Demodulator bekerja berdasarkan prinsip frequency-to-voltage conversion, yaitu mengubah frekuensi yang diterima menjadi tegangan. Dengan demikian frekuensi yang sesuai dengan logika 1 dan 0 (1200 Hz dan 2200 Hz) dirubah menjadi tegangan yang sesuai dengan kedua logika tersebut. Level sinyal keluaran dari Demodulator kemudian dibandingkan dengan level tegangan bias yang telah ditetpkan pada pin RXB oleh Comparator, sehingga didapatkan sinyal data digital yang mempunyai level yang pasti, baik untuk logika 1 maupun logika 0. Apabila sinyal pada comparator kurang dari 2 volt berarti sinyal yang diterima berlogika 0 dan apabila sinyal yang diterima Comparator lebih dari 2 Volt, maka Comparator akan menganggap sinyal yang diterima berlogika 1. Keluaran dari Comparator pada pin RXD akan diterima oleh komputer penerima untuk membaca pesan yang dikirim.



#### IV. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang didapat setelah dilakukan pembahasan mengenai Modem Radio SSB Menggunakan FSK 1200 Baud, antara lain sebagai berikut :

1. Jalur band 2 meter (144 Mhz) pada komunikasi radio amatir dapat digunakan sebagai media transmisi komunikasi data jarak jauh.
2. Demodulasi sinyal FSK harus dilakukan secara sinkron. Untuk proses tersebut perlu dibangkitkan sinyal pembawa lokal yang sinkron dengan sinyal pembawa FSK.
3. Pada jenis modulasi FSK yang mempunyai kecepatan informasi (baud rate) 1200 bps akan menghasilkan sinyal FSK dengan kecepatan simbol (baud rate) 1200 baud.
4. Dengan adanya modem radio, memungkinkan pembangunan jaringan dalam wilayah yang relatif luas dengan biaya operasional yang relatif kecil, khususnya bagi kalangan pribadi

#### V. DAFTAR PUSTAKA

1. Killen, Harold B, "*Telecommunications and Data Communication System Design with Troubleshooting*", Printice-Hall, Inc., New Jersey, 1986.
2. Leon W. Couch II, "*Modern Communication System*", Prentice-Hall, 1994
3. Mischa Schwartz, Sri Jatno Wirjosoedirjo., "*Transmisi Informasi Modulasi Dan Bising*"., Erlangga, Edisi ketiga, 1986.
4. Suhana,lr "*Buku Pegangan Teknik Telekomunikasi*", PT. Pradnya Paramita. Jakarta. 1994
5. Texas Instrument, "*FSK Modem*", 1994.
6. Thomasi, Wayne, "*Advanced Electronic Communications Svsstem*", Prentice-Hall, NewJersey, 1987.