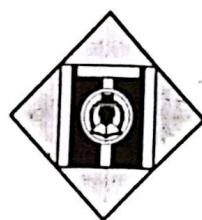


SISTIM RADIO KONTROL TERKOMPUTERISASI

TUGAS AKHIR

Oleh :

**Feronico Kambea Jacobs
011900042
903206710250059**



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA
SERPONG
1997**

Lembar Pengesahan

Tugas akhir ini berjudul :

SISTIM RADIO KONTROL TERKOMPUTERISASI

Oleh :

Feronico Kambea Jacobs
011900042
903206710250059

Tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi
persyaratan kurikulum Strata Satu (S-1)
Jurusan Teknik Elektro Peminatan Telekomunikasi
Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Indonesia
Serpang

Pamulang, Juli 1997

Disetujui oleh :

DR. Ir. Fatimah Z.P.S
Koordinator Tugas Akhir


DR. Harry Aryadi
Pembimbing

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada tuhan yang maha kuasa atas segala bimbingan, berkat dan kekuatan yang telah di berikan pada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Tugas Akhir yang berjudul Sistem Radio Kontrol Terkomputerisasi ini adalah suatu karya tulis yang disusun untuk memenuhi persyaratan kurikulum sarjana strata satu (S-1) pada jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Indonesia.

Dalam Tugas akhir ini penulis telah banyak menerima bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak DR.Harry Arjadi selaku pembimbing tugas akhir atas bimbingan dan koreksinya.
2. Bapak Ir. Imam Sugandhi selaku ketua Jurusan Teknik Elektro.
3. Ibu DR.Fatimah ZPS selaku penasehat akademis.
4. Bapak Ir. Tiur Simandjuntak selaku koordinator Peminatan Telekomunikasi.
5. Orang tua dan saudara-saudara atas dukungan materi dan semangat yang diberikan terus-menerus kepada penulis.
6. Teman-teman rumah, atas kebersamaan dengan penulis.
7. Teman-teman WorkShop Elektro, yang membantu penulis selama membuat alat.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu dengan rendah hati penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun dari pembaca untuk penyempurnaan tugas akhir ini.

Akhir kata penulis memohon maaf atas segala kesalahan yang penulis lakukan selama pembuatan tugas akhir ini, dan semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Pamulang, Juli 1997

Penulis

ABSTRAK

Dengan Sistem Radio Kontrol Terkomputerisasi ini, kemampuan komputer dimasukkan kedalam sistem radio kontrol konvensional. Untuk itu dibangun rangkaian pemancar dan penerima dengan memanfaatkan rangkaian-rangkaian transistor yang umum dan murah, dan dapat mentransmisikan data digital hasil keluaran komputer. Sistem ini merupakan penerapan dari prinsip modulasi amplituda digital.

Komputer mengeluarkan data digital 8 bit, yang terdiri atas 4 bit address dan 4 bit data. Data digital keluaran dari komputer diumpulkan ke pemancar radio AM berdaya rendah. Pemancar bekerja pada frekuensi 27 MHz dengan jarak jangkau mencapai 20-30 meter, dan dapat mengontrol hingga 15 buah penerima. Penerima adalah dari jenis Superheterodyne dan dapat mendekodekan data digital yang ditransmisikan.

DAFTAR ISI

| | |
|--|------------|
| Lembar Pengesahan | i |
| Kata Pengantar | ii |
| Abstrak | iv |
| Daftar Isi | v |
| Daftar Gambar | vii |
| Daftar Tabel | vii |
| | |
| BAB I. Pendahuluan | 1 |
| I.1. Latar Belakang Penulisan | 1 |
| I.2. Tujuan Penulisan dan Pembahasan Masalah | 2 |
| I.3. Metode Penelitian dan Pengumpulan Data | 2 |
| I.4. Sistimatika Pembahasan | 3 |
| | |
| BAB II. Dasar Teori | 5 |
| II.1. Pendahuluan | 5 |
| II.2. Pengantar Modulasi Amplitudo | 6 |
| II.2.1. Modulasi Amplitudo | 8 |
| II.2.2. Spektrum Frekuensi AM | 11 |
| II.2.3. Prinsip Dasar Pemancar Dengan Modulasi Amplitudo | 12 |
| II.2.4. Pesawat Penerima Superheterodyne | 16 |
| II.3. Macam - Macam Modulasi Digital | 19 |
| II.3.1. Metode Amplitude Shift Keying | 19 |
| II.3.2. Metode Frequency Shift Keying | 20 |
| II.3.3. Metode Phase Shift Keying | 20 |
| | |
| BAB III. Disain dan Konstruksi Sistim | 22 |
| III.1. Blok Diagram Sistim | 22 |
| III.2. Sistim Pemancar | 24 |
| III.2.1. Rangkaian Antar Muka Dengan Komputer | 24 |

| | |
|---|-----------|
| III.2.2. Rangkaian Encoder | 24 |
| III.2.3. Rangkaian Pemancar Radio | 27 |
| III.2.4. Rangkaian Catu Daya untuk Pemancar | 29 |
| III.3. Sistem Penerima | 30 |
| III.3.1. Rangkaian Penerima Radio | 31 |
| III.3.2. Rangkaian Decoder | 33 |
| III.3.3. Rangkaian Catu Daya Penerima | 35 |
| Bab IV Pengukuran dan Pembahasan | 36 |
| IV.1. Pengukuran pada Pemancar | 36 |
| IV.1.1. Hasil Pengamatan TP _a | 37 |
| IV.1.2. Hasil Pengamatan TP _b | 38 |
| IV.1.3. Hasil Pengamatan TP _c | 39 |
| IV.1.4. Hasil Pengamatan TP _d | 40 |
| IV.1.5. Hasil Pengamatan TP _e | 40 |
| IV.2. Pengukuran pada Penerima | 41 |
| IV.2.1. Hasil Pengamatan TP _a | 42 |
| IV.2.2. Hasil Pengamatan TP _b | 42 |
| IV.2.3. Hasil Pengamatan TP _c | 43 |
| IV.2.4. Hasil Pengamatan TP _d | 44 |
| IV.2.5. Hasil Pengamatan TP _e | 45 |
| IV.3. Pengukuran Jangkauan Hubungan Radio | 45 |
| BAB V. KESIMPULAN | 47 |
| DAFTAR PUSTAKA | |
| LAMPIRAN | |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-------------|---|----|
| Gambar 2.1. | Skema Yang Memperlihatkan prinsip radio Broadcasting | 6 |
| Gambar 2.2. | Bentuk Gelombang sebuah sinyal yang dimodulasi Amplitudo | 9 |
| Gambar 2.3. | Bentuk Gelombang tegangan hasil proses modulasi dengan tiga nilai indeks modulasi m yang berbeda | 10 |
| Gambar 2.4. | Spektrum gelombang AM | 12 |
| Gambar 2.5. | Pemancar-pemancar yang dimodulasi Amplitudo | 15 |
| Gambar 2.6. | Rangkaian penerima superheterodyne dan spektra sinyal | 18 |
| Gambar 2.7. | Amplitudo Shift Keying | 20 |
| Gambar 2.8. | Frequency Shift Keying | 20 |
| Gambar 2.9. | Modulasi Phasa Shift Keying | 21 |
| Gambar 3.1. | Blok diagram sistem Pemancar dan penerima | 23 |
| Gambar 3.2. | Skema Rangkaian Antar Muka Komputer dan encoder | 25 |
| Gambar 3.3. | Pin-out IC Encoder M145026 dan Decoder M145027 | 26 |
| Gambar 3.4. | Aplikasi umum pasangan IC M145026 dan M145027 | 27 |
| Gambar 3.5. | Skema Rangkaian Pemancar Radio | 28 |
| Gambar 3.6. | Rangkaian Catu Daya untuk Pemancar | 30 |
| Gambar 3.7. | Skema Rangkaian Penerima Radio | 31 |
| Gambar 3.8. | Skema Rangkaian Decoder | 34 |
| Gambar 3.9. | Skema Rangkaian Catu Daya Penerima | 35 |
| Gambar 4.1. | Hubungan antara Pemancar dengan alat ukur | 37 |
| Gambar 4.2. | Bentuk sinyal keluaran Voltage Translator | 39 |
| Gambar 4.3. | Bentuk sinyal keluaran Penguat Akhir | 41 |

| | | |
|-------------|--|----|
| Gambar 4.4. | Bentuk sinyal keluaran rangkaian Pencampur | 43 |
| Gambar 4.5. | Bentuk sinyal keluaran rangkaian Detektor | 44 |
| Gambar 4.6. | Bentuk sinyal Keluaran rangkaian Pembalik | 45 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|-------------|---|----|
| Tabel 4.1. | Hasil Pengamatan Rangkaian Osilator | 37 |
| Tabel 4.2 | Hasil Pengamatan Rangkaian <i>Encoder</i> | 38 |
| Tabel 4.3 | Hasil Pengamatan Rangkaian Penguat Tegangan | 39 |
| Tabel 4.4. | Hasil Pengamatan Rangkaian Modulator | 40 |
| Tabel 4.5 | Hasil Pengamatan Rangkaian Penguat Daya | 40 |
| Tabel 4.6. | Hasil Pengamatan Rangkaian Osilator Lokal | 42 |
| Tabel 4.7. | Hasil Pengamatan Rangkaian Pencampur | 42 |
| Tabel 4.8. | Hasil Pengamatan Rangkaian Detektor AM | 43 |
| Tabel 4.9. | Hasil Pengamatan Rangkaian Penguat Sinyal | 44 |
| Tabel 4.10. | Hasil Pengamatan Rangkaian Pembalik | 45 |

B A B I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang Penulisan

Penggunaan rangkaian komunikasi radio berdaya rendah telah terwujud di dalam sistem Lokal Area Network tanpa kabel selama beberapa tahun. Hal ini menunjukkan adanya potensi untuk mengirimkan data komputer melalui hubungan radio berdaya rendah.

Suatu sistem yang juga memanfaatkan hubungan radio berdaya rendah adalah, Sistem Radio Kontrol Konvensional seperti misalnya pesawat terbang model, mobil-mobilan kontrol dan sebagainya.

Melihat potensi diatas timbul suatu gagasan untuk menambahkan kepandaian kepada sistem radio kontrol konvensional tersebut. Yaitu dengan menambahkan kemampuan komputer kepada sistem tersebut. Bisa dibayangkan bagaimana jika sebuah pesawat terbang kontrol melakukan gerakan-gerakan akrobatik yang telah diprogram lebih dulu, atau bagaimana jika kita menggunakan komputer untuk mensimulasikan kontrol pesawat sungguhan, sehingga seseorang dapat memperoleh rasa yang lebih realistik waktu menerbangkan pesawat model.

I.2.Tujuan Penulisan dan Pembatasan Masalah

Penulisan tugas akhir ini bertujuan untuk mendapatkan pemahaman tentang cara mengirimkankan data komputer melalui hubungan radio berdaya rendah.

Untuk itu pada tugas akhir ini dilakukan pembahasan yang dibatasi pada pembuatan pemancar radio AM, yang dihubungkan dengan komputer, dan penerima yang dapat memperoleh kembali data komputer yang ditransmisikan.

Pemancar dan penerima radio yang dibuat memanfaatkan rangkaian transistor yang umum, beroperasi pada frekuensi 27 MHz dan jarak jangkau hubungan radio dirancang untuk dapat mencapai 30 meter.

Pemancar yang dibuat bersifat modulator AM. Kemudian penerima adalah dari jenis superheterodyne . Juga dibuat program komputer dalam bahasa Pascal yang dapat mensimulasikan gerakan - gerakan joystick.

I.3. Metode Penelitian dan Pengumpulan Data

Dalam penyelesaian tugas akhir ini, metode penelitian dan pengumpulan data yang dilakukan adalah melalui studi literatur serta pembuatan dan pengujian alat.

Literatur yang digunakan adalah buku-buku ilmiah, diktat dan majalah-majalah elektronika. Kemudian pembuatan dan pengujian alat dilaksanakan dengan memanfaatkan peralatan pengukuran yang ada di laboratorium-laboratorium milik Jurusan Elektro Institut Teknologi Indonesia dan workshop milik Himpunan Mahasiswa Elektro ITI.

I.4. Sistematika Pembahasan

Sebagai gambaran dan garis besar dari makalah tugas akhir ini, maka tulisan ini dibagi dalam lima bab, dengan perincian sebagai berikut :

BAB I . Pendahuluan .

Yang berisi latar belakang penulisan tugas akhir, tujuan dan pembatasan masalah, metode penelitian dan pengumpulan data dan sistematika pembahasan.

BAB II. Dasar Teori .

Yang berisi tentang konsep dasar hubungan radio, konsep dasar modulasi amplitudo , cara pengaksesan data dari komputer dan macam-macam modulasi digital.

BAB III. Disain dan Konstruksi Sistim.

Yang berisi uraian dari pesawat pemancar dan penerima yang dibuat yang dibahas secara blok per blok rangkaianya.

BAB IV. Pengujian dan Pembahasan.

Yang berisi tentang pengukuran sinyal pada keluaran masing-masing blok dan pengukuran sensitifitas sistem.

BAB V. Kesimpulan.

Berisi kesimpulan yang dapat diambil dari makalah ini.

B A B II

D A S A R T E O R I

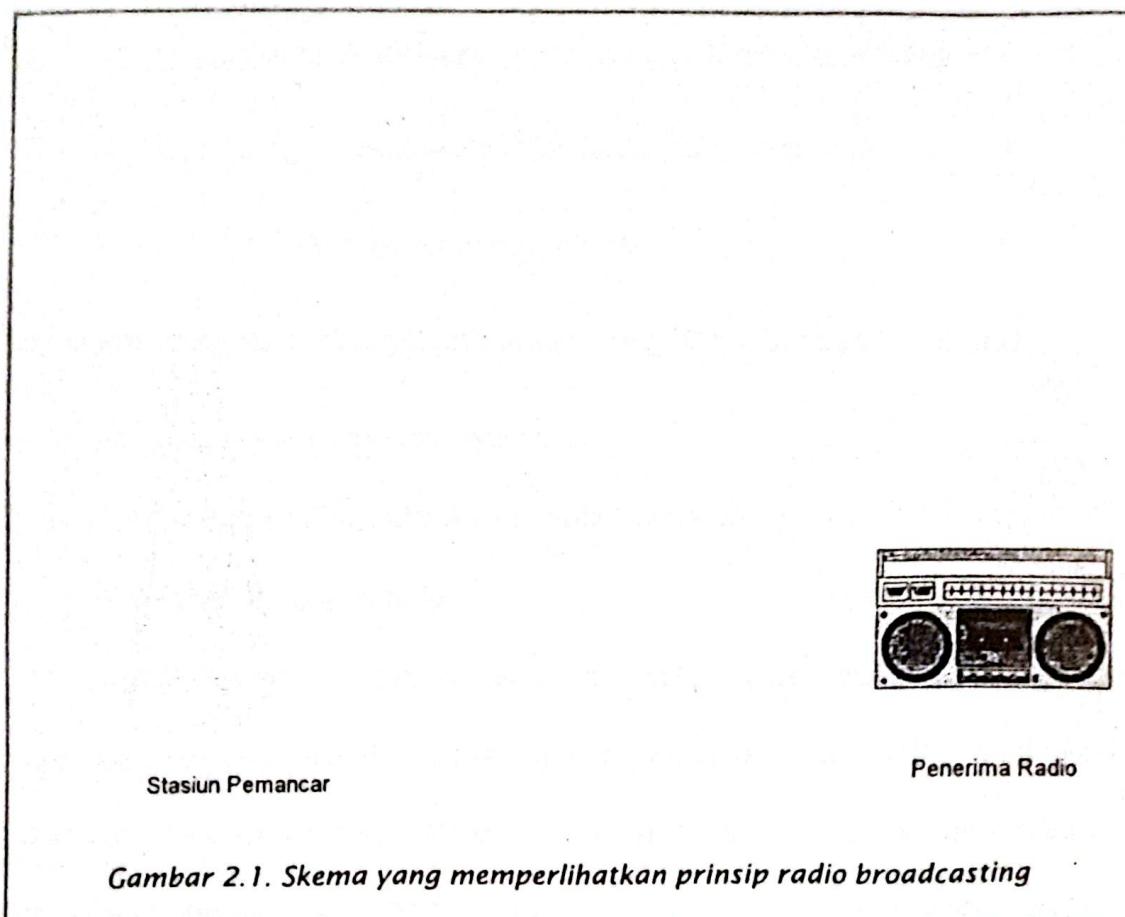
II.1. Pendahuluan

Dalam komunikasi radio, untuk mengirimkan suatu informasi diperlukan bantuan gelombang sinusoidal frekuensi tinggi untuk membawa informasi yang akan kita kirimkan. Ada beberapa cara yang umum untuk "menumpangkan" sinyal informasi pada pembawanya. Antara lain dengan metoda yang disebut Modulasi Amplituda (AM) dan Modulasi Frekuensi (FM). Dengan metoda AM, amplituda sinyal pembawa berubah-ubah sesuai dengan perubahan amplituda sinyal informasi. Dengan metode FM frekuensi sinyal pembawa digeser-geser menjadi lebih tinggi atau lebih rendah sesuai dengan amplituda sinyal informasi.

Dalam tugas akhir ini akan digunakan metoda yang pertama, sehingga pembahasan akan dibatasi pada pemancar radio AM saja.

Satu skema yang memperlihatkan prinsip broadcasting AM diperlihatkan dalam gambar 2.1. Didalam stasiun radio, amplituda sinyal pembawa dimodulasi oleh sinyal informasi. Sinyal pembawa termodulasi dikuatkan oleh penguat daya dan dipancarkan ke atmosfir melalui antena

yang tinggi. Pada penerima, sinyal radio ditangkap oleh antena, kemudian didemodulasi dan sinyal informasi diperoleh kembali.



II.2. Pengantar Modulasi Amplituda

Memodulasi dapat berarti menumpangkan, dan dalam telekomunikasi tepatnya ini berarti menumpangkan suatu sinyal informasi kepada gelombang pembawa berfrekuensi tinggi. Gelombang pembawa kebanyakan berbentuk sinusoidal, dan persamaan tegangan dari gelombang ini dapat dituliskan sebagai berikut :

$$e_c = E_{cmaks} \sin(\omega_c t + \theta) \quad (2.1)$$

dengan : e_c = tegangan sesaat dari gelombang pembawa

E_{cmaks} = amplituda maksimum dari gelombang pembawa

ω_c ($= 2\pi f_c$) = frekuensi gelombang pembawa, dan

θ = sudut fasa gelombang pembawa.

Parameter-parameter dari gelombang ini yang dapat di modulasi adalah :

- 1) E_{cmaks} untuk modulasi amplituda
- 2) f_c (atau $\omega_c = 2\pi f_c$) untuk modulasi frekuensi
- 3) θ untuk modulasi fasa.

Untuk keperluan tugas akhir ini maka akan dibahas mengenai modulasi amplituda saja. Pembahasan mengenai modulasi amplituda ini akan dilakukan dengan asumsi bahwa sinyal yang dimodulasi adalah sebuah gelombang sinus atau kosinus murni, yang dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$e_m = E_{mmaks} \sin \omega_m t \quad (2.2)$$

dengan : e_m = tegangan sesaat dari sinyal informasi

E_{mmaks} = amplituda maksimum sinyal informasi, dan

ω_m ($= 2\pi f_m$) = frekuensi sinyal informasi.

II.2.1. Modulasi Amplituda

Bila suatu gelombang dimodulasi dengan prinsip modulasi amplituda, maka amplituda gelombang pembawa dibuat berubah sebanding dengan perubahan tegangan sinyal informasi, sehingga persamaan gelombang pembawa dapat dituliskan sebagai :

$$e_c = (E_{cmaks} + e_m) \sin \omega_c t \quad (2.3)$$

Gambar 2.2 memperlihatkan perubahan tegangan terhadap waktu dari gelombang pembawa, dengan memisalkan bahwa baik pembawa maupun sinyal informasi berbentuk sinusoidal. Puncak-puncak dari siklus pembawa dapat dihubungkan sehingga membentuk sebuah gelombang selubung, yang diberikan oleh

$$e_{env} = E_{cmaks} + e_m \quad (2.4)$$

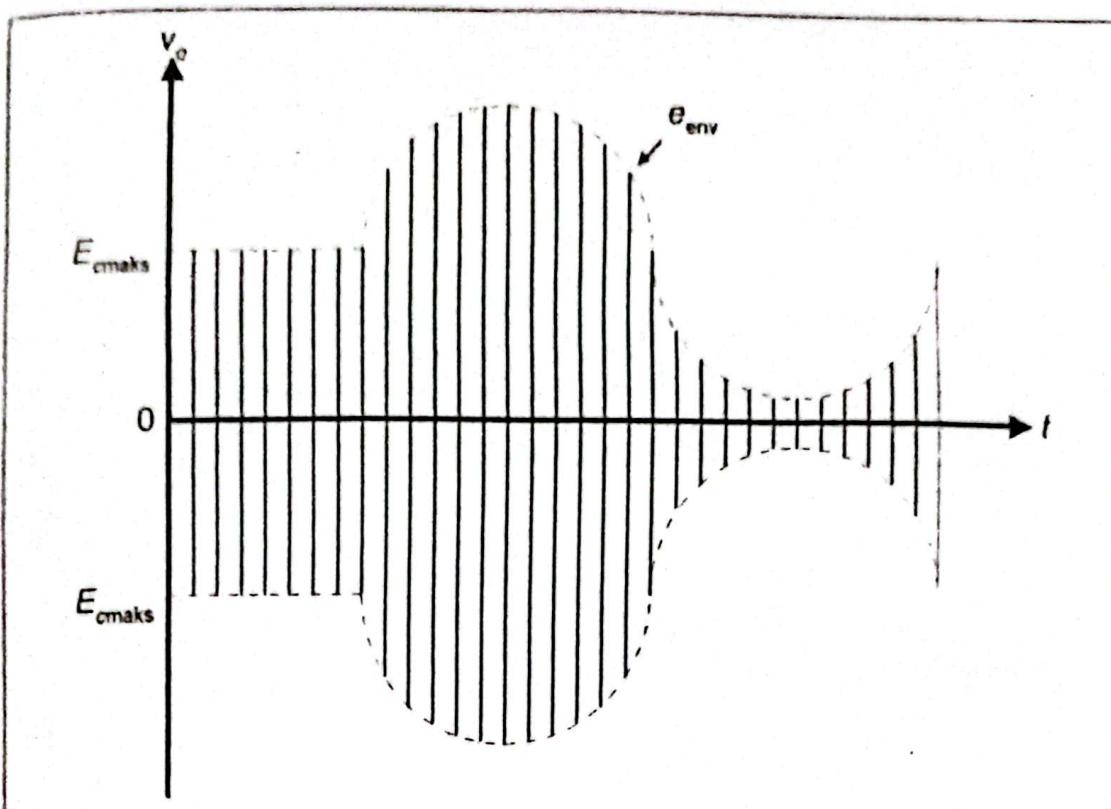
dengan : e_{env} = nilai sesaat dari gelombang selubung .

Dengan mengantikan e_m dari Persamaan (2.2) ke dalam Persamaan (2.4) dan e_{env} dari Persamaan (2.4) ke dalam persamaan (2.3), maka persamaan tegangan sinyal pembawa termodulasi, menjadi :

$$\begin{aligned} e_c &= e_{env} \sin \omega_c t \\ &= (E_{cmaks} + E_{mmaks} \sin \omega_m t) \sin \omega_c t \quad (2.5) \end{aligned}$$

Suatu ukuran modulasi yang berguna ialah indeks modulasi m, yang didefinisikan sebagai

$$m = E_{mmaks}/E_{cmak} \quad (2.6)$$



Gambar 2.2. Bentuk gelombang sebuah sinyal yang dimodulasi amplituda

Sebagai fungsi m , Persamaan (2.5) dapat dituliskan sebagai

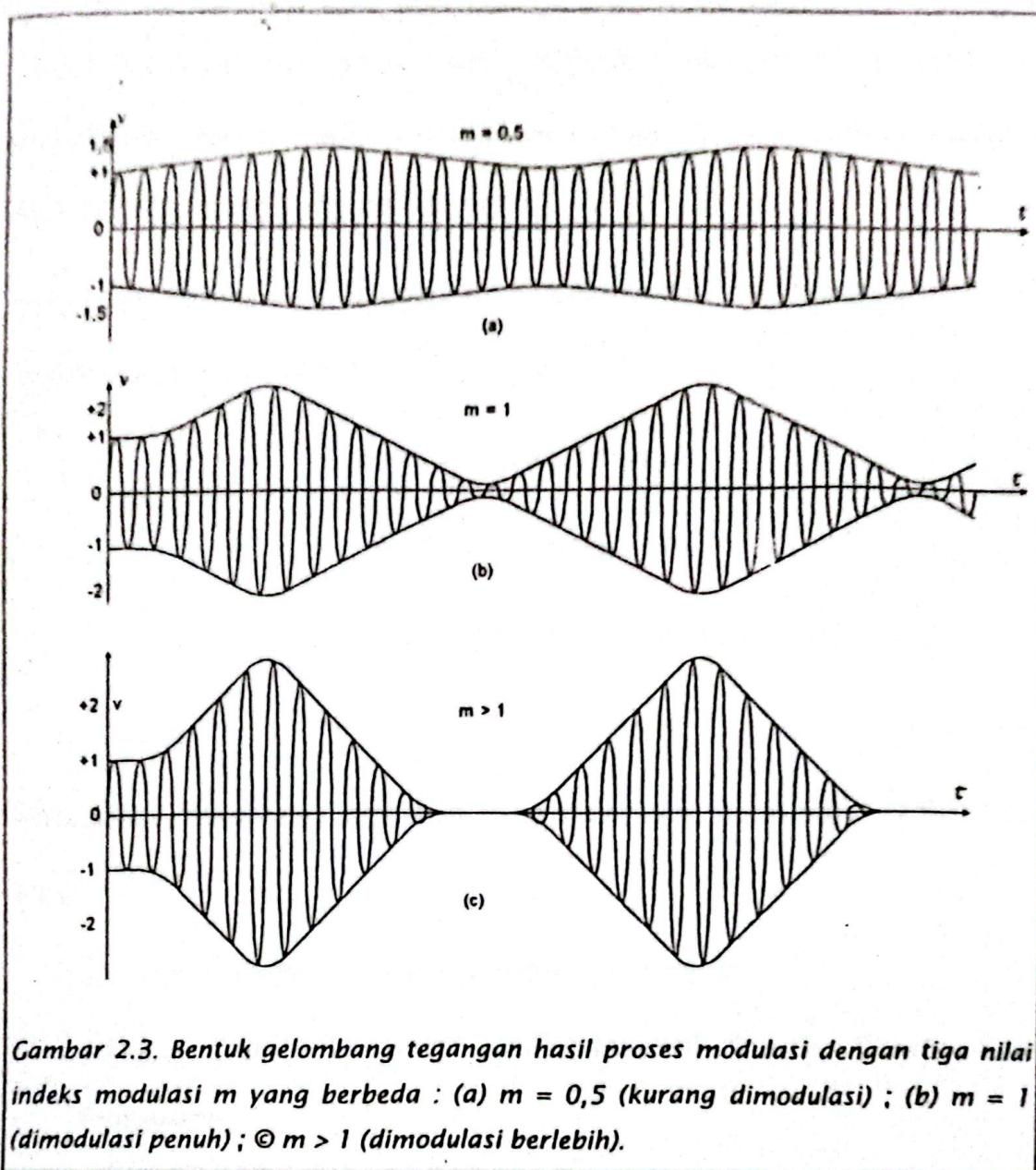
$$e_c = E_{cmax} (1 + m \sin \omega_m t) \sin \omega_c t \quad (2.7)$$

Tanpa kehilangan sifat umumnya, amplituda pembawa dapat dimisalkan sama dengan 1 V, sehingga Persamaan (2.7) menjadi

$$e = (1 + m \sin \omega_m t) \sin \omega_c t \quad (2.8)$$

Persamaan (2.8) diberikan sketsanya dalam gambar 2.3 untuk tiga nilai m yang berbeda. Akan terlihat bahwa untuk m lebih besar daripada satu, gelombang selubung akan terpotong. Keadaan ini harus dicegah, karena

akan menimbulkan cacat pada sinyal informasi. Nilai m yang terkecil adalah nol (untuk $E_{max} = 0$), sehingga batasan untuk m adalah $0 < m < 1$.



Gambar 2.3. Bentuk gelombang tegangan hasil proses modulasi dengan tiga nilai indeks modulasi m yang berbeda : (a) $m = 0,5$ (kurang dimodulasi) ; (b) $m = 1$ (dimodulasi penuh) ; (c) $m > 1$ (dimodulasi berlebih).

II.2.2. Spektrum Frekuensi AM

Suatu gelombang kompleks selalu dapat diuraikan kedalam komponen-komponen sinus dan kosinus. Komponen-komponen ini digambarkan dalam suatu spektrum, yang dapat memperlihatkan amplituda dari masing-masing komponen tersebut.

Gelombang yang dimodulasi Amplituda dari persamaan (2.8) dapat dijabarkan sebagai berikut :

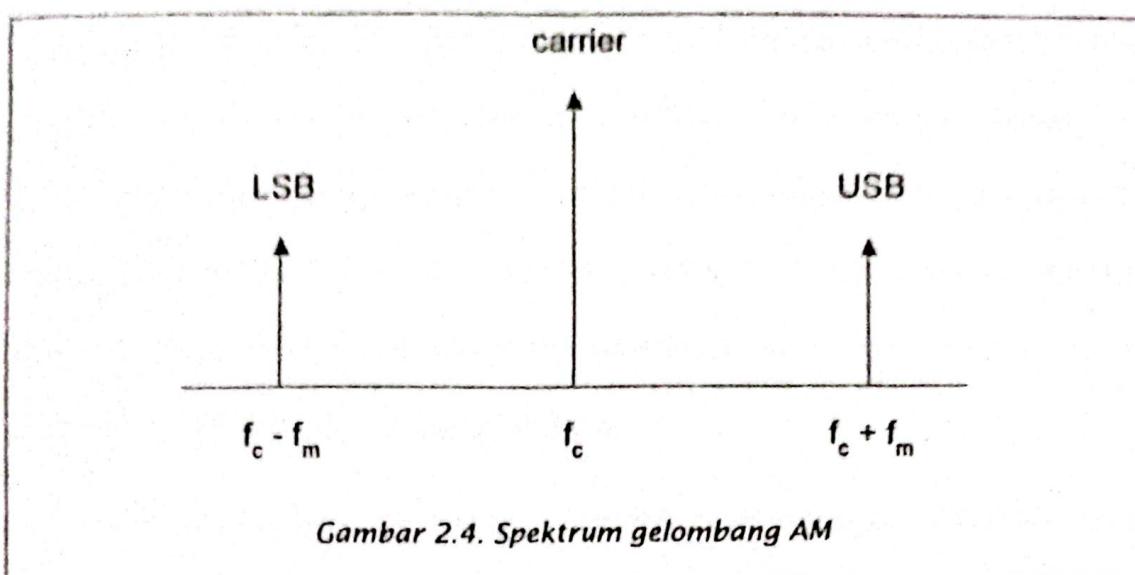
$$\begin{aligned} e &= (1 + m \sin \omega_m t) \sin \omega_c t \\ &= \sin \omega_c t + m \sin \omega_m t \sin \omega_c t \\ &= \sin \omega_c t + \frac{1}{2} m [\cos(\omega_c - \omega_m)t - \cos(\omega_c + \omega_m)t] \end{aligned} \tag{2.9}$$

Komponen - komponen frekuensi yang menyusun persamaan (2.9) terdiri atas :

1. $\omega_c (= 2\pi f_c)$, adalah frekuensi gelombang pembawa.
2. $(\omega_c - \omega_m)$, adalah komponen frekuensi sisi bawah (Lower Side Frequency).
3. $(\omega_c + \omega_m)$, adalah komponen frekuensi sisi atas (Upper Side Frequency).

Spektrum yang menggambarkan gelombang yang dimodulasi amplituda diperlihatkan dalam gambar (2.4). Dalam hal ini ditentukan $m = 1$,

untuk harga m yang lain, tinggi dari panah-panah spektrum harus diberi skala yang sesuai



II.2.3. Prinsip Dasar Pemancar Dengan Modulasi Amplituda

Prinsip dasar dari modulasi amplituda adalah sinyal informasi memodulasi gelombang pembawa, sehingga amplitudanya berubah-ubah mengikuti perubahan amplituda sinyal informasi. Pemancar AM terbagi dalam dua kelompok besar yaitu, pemancar daya besar, dimana diusahakan sistem pemodulasi yang dapat meningkatkan efisiensi, dan yang kedua adalah pemancar daya rendah yang mempunyai tujuan untuk membangkitkan sinyal AM saja (sebagai sinyal generator), dalam hal ini efisiensi tidak menjadi perhatian besar tetapi yang diutamakan adalah sistem pemodulasi yang sederhana. Kedua sistem menghasilkan bentuk sinyal yang serupa, dan untuk pemancar daya rendah, dapat juga diusahakan untuk menjadi pemancar

daya tinggi dengan membuat penguat pada tingkat lanjutan yang bekerja dalam daerah linier.

Gambar 2.5 menunjukkan diagram blok dari sebuah pemancar AM. Sumber pembawa adalah sebuah osilator kristal, dengan frekuensi kristalnya berada pada frekuensi pembawa atau kelipatan dibawahnya. Osilator ini diikuti oleh sebuah penguat buffer yang ditala dan sebuah penguat tegangan. Rangkaian modulator yang digunakan pada umumnya adalah sebuah penguat daya kelas C. Sinyal audio diperkuat oleh suatu penguat audio tingkat rendah dan sebuah penguat daya.

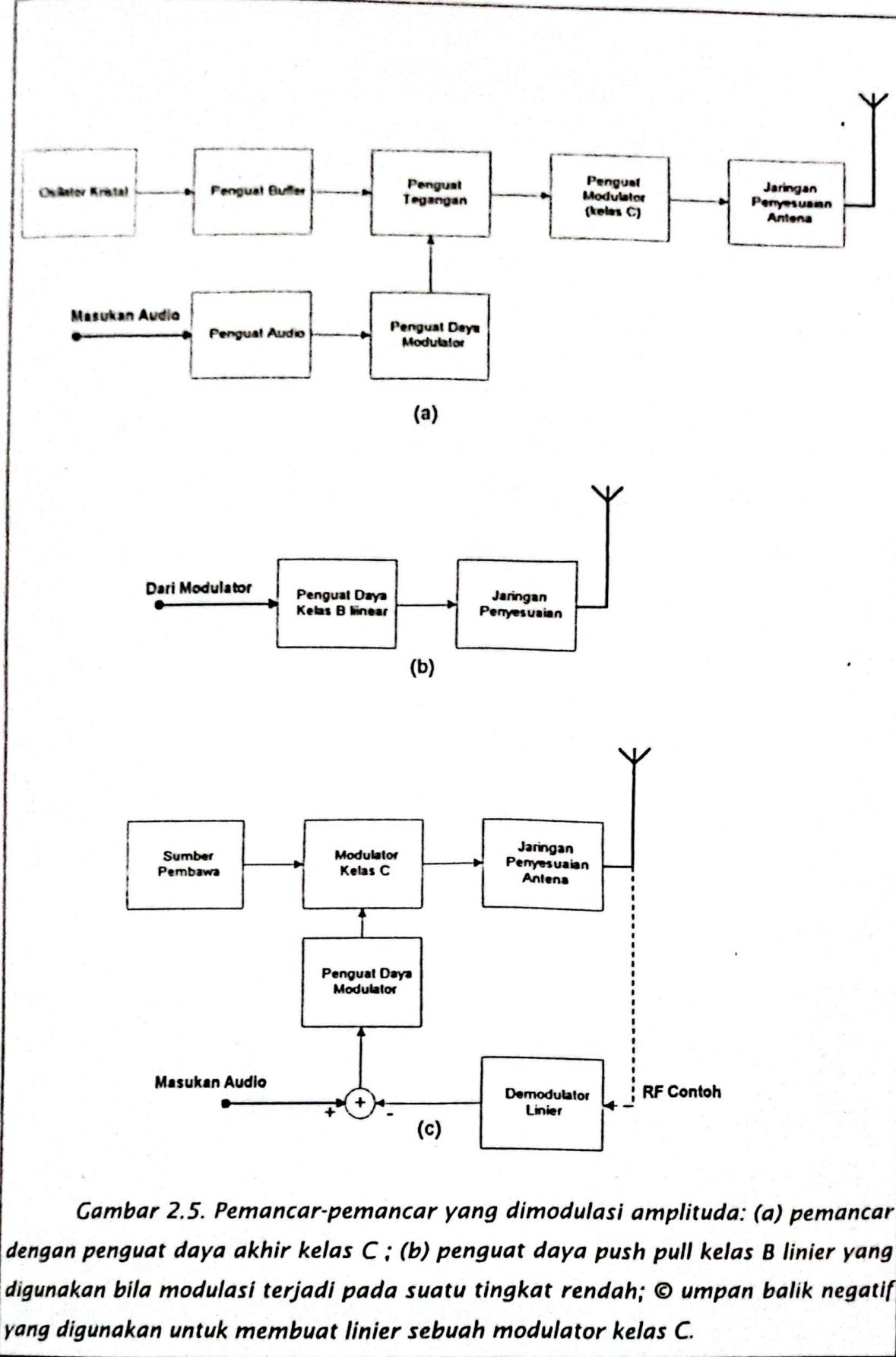
Pemancar-pemancar berdaya rendah, yaitu dengan daya keluaran hingga kira-kira 1 kW mungkin dibuat dengan transistor, tetapi sebagai suatu kebiasaan, pemancar-pemancar dengan daya yang lebih tinggi menggunakan tabung vakum pada tingkat penguat akhirnya, meskipun tingkat - tingkat rendahnya mungkin sudah menggunakan transistor. Apabila keandalan dan efisiensi tinggi dari transistor merupakan keharusan, daya-daya yang lebih tinggi dapat diperoleh dengan menggunakan beberapa penguat berdaya rendah yang dihubungkan paralel.

Kadang-kadang fungsi modulasi dilakukan pada salah satu tingkat yang lebih rendah, ini memungkinkan penggunaan modulator dan penguat-penguat audio berdaya rendah, tetapi akan menyulitkan pada penguat akhir RF. Penguat-penguat kelas C tidak dapat digunakan untuk memperkuat suatu gelombang yang sudah termodulasi (AM), karena fungsi transfer dari penguat kelas C tidak linier. Penggunaan penguat kelas C disini akan

mengakibatkan timbulnya cacat yang tidak diinginkan pada selubung modulasi yang mengandung sinyal informasi. Untuk mengatasi masalah ini harus digunakan sebuah penguat daya yang linier, seperti misalnya penguat daya kelas B push-pull. Sayang sekali, efisiensi penguat daya kelas ini jauh lebih rendah daripada efisiensi penguat kelas C, sehingga peralatan menjadi lebih mahal. Dalam hal ini harus digunakan tabung-tabung atau transistor yang lebih besar yang mampu menerima dan menyalurkan panas tambahan yang timbul.

Keluaran dari penguat akhir diteruskan lewat sebuah rangkaian penyesuaian impedansim, dimana termasuk didalamnya rangkaian tangki anoda dan penguat akhir. Q dari rangkaian ini harus cukup rendah sehingga semua jalur sisi sinyal diteruskan tanpa cacat amplituda /frekuensi, tetapi pada waktu yang sama juga harus memberikan atenuasi yang cukup besar pada frekuensi harmonika yang kedua dari pembawa. Pada kebanyakan hal lebar jalur yang diperlukan adalah 3 dB pada ± 5 KHz di sekitar pembawa.

Umpan balik negatif cukup sering digunakan untuk memperoleh unjuk kerja yang linier dari suatu sistem modulator kelas C. Umpan balik didapatkan dengan cara seperti yang diperlihatkan pada gambar 2.5 ©, dimana suatu contoh (sample) dari gelombang frekuensi radio yang dikirim ke antena diambil dan didemodulasi untuk menghasilkan sinyal umpan balik. Rangkaian demodulator dirancang sehingga responnya adalah selinier mungkin, dan mengumpulkan kembali suatu sinyal audio yang sebanding dengan selubung modulasi.



Gambar 2.5. Pemancar-pemancar yang dimodulasi amplituda: (a) pemancar dengan penguat daya akhir kelas C ; (b) penguat daya push pull kelas B linier yang digunakan bila modulasi terjadi pada suatu tingkat rendah; © umpan balik negatif yang digunakan untuk membuat linier sebuah modulator kelas C.

II.2.4. Pesawat Penerima Superheterodyne

Pesawat penerima radio harus dapat melakukan fungsi-fungsi berikut, yaitu memisahkan sebuah sinyal radio yang dikehendaki dari semua sinyal radio lain yang mungkin diterima oleh antena, kemudian menguatkannya sampai ke suatu tingkat yang dapat digunakan, dan akhirnya sinyal yang mengandung informasi dipisahkan dari sinyal pembawa dan diteruskan ke pemakai.

Penerima - penerima model lama yang dipakai untuk menerima sinyal yang dimodulasi amplituda atau sinyal-sinyal telegraf menggunakan prinsip frekuensi radio yang ditala (Tuned Radio Frequency-TRF). Penerima model ini hanya terdiri dari deretan penguat-penguat yang masing-masing ditala pada frekuensi yang sama dan diikuti oleh sebuah rangkaian detektor. Penerima semacam ini mempunyai selektivitas saluran berbatasan yang buruk, terutama bila harus menala pada cakupan frekuensi yang lebar, karena Q dari rangkaian tala berubah-ubah menurut frekuensi.

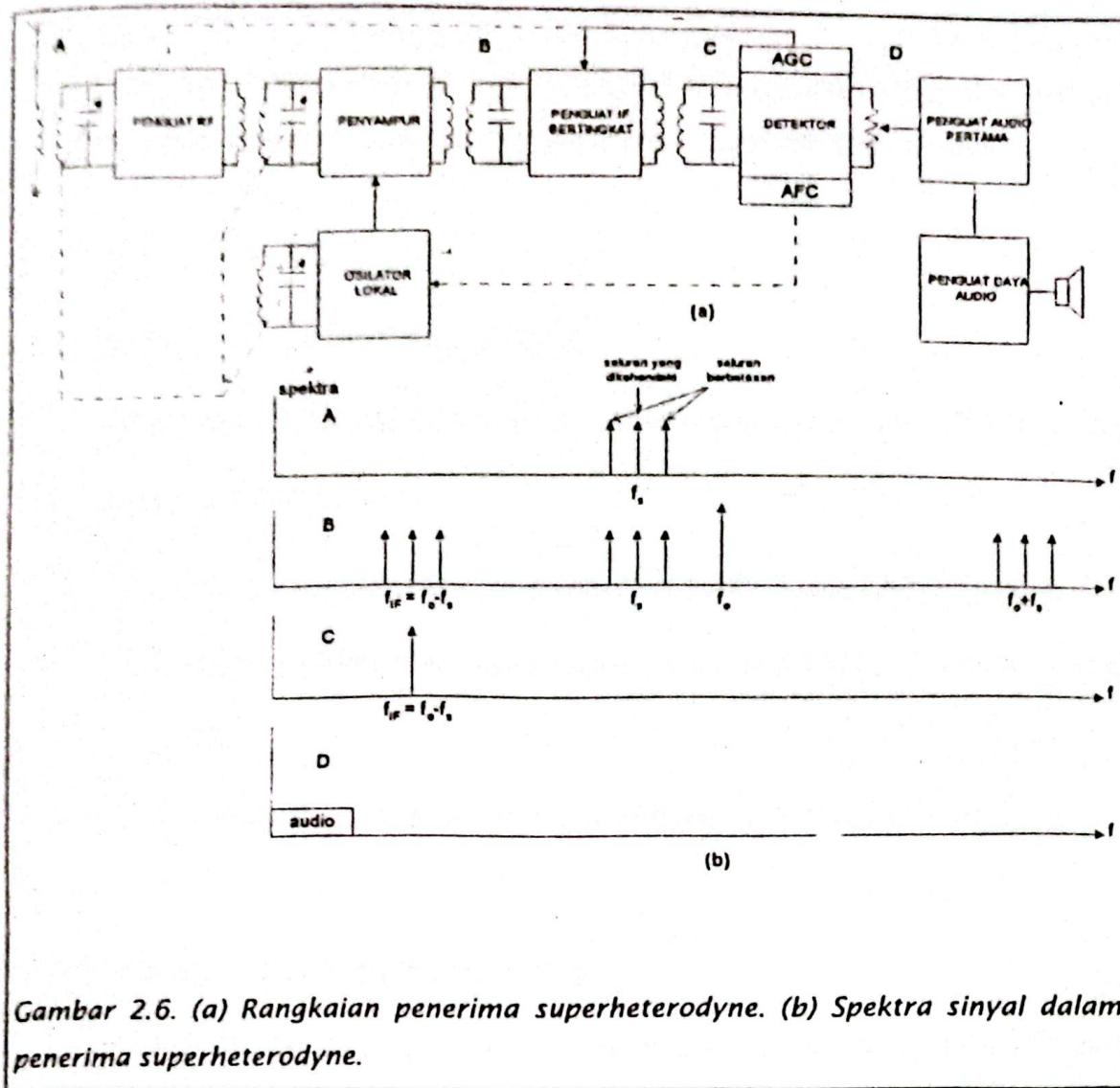
Untuk memperbaiki selektivitas saluran berbatasan ini dikembangkan penerima superheterodyne, dimana selektivitasnya diletakkan pada tingkat frekuensi menengah (Intermediate Frequency-IF). Selektivitas akan lebih terjamin pada frekuensi IF ini karena rangkaian - rangkaian ditala tetap pada frekuensi tertentu (IF) dan tidak perlu diubah meskipun dipilih stasiun - stasiun yang berbeda.

Prinsip superheterodyne adalah, bahwa jika dua buah sinyal sinusoidal yang berbeda dicampur , sehingga keduanya saling mengalikan

atau saling menambah dan kemudian diteruskan lewat sebuah rangkaian dengan fungsi transfer tidak linier , maka sinyal- sinyal keluaran akan mengandung komponen-komponen sinyal dengan frekuensi - frekuensi yang merupakan jumlah , selisih dan masing - masing dari kedua frekuensi asal tersebut.

Prinsip inilah yang menjadi dasar dari modulasi amplituda dan semua proses konversi frekuensi. Prinsip inilah yang menjadi dasar dari pesawat penerima superheterodyne. Istilah superheterodyne sendiri adalah singkatan dari "*supersonic heterodyne*" , yang dapat diartikan sebagai pembangkitan frekuensi - frekuensi campuran di atas batas pendengaran.

Penerima superheterodyne dasar dilukiskan dalam gambar 2.6. Tingkat pertama adalah sebuah penguat RF yang ditala, yang kegunaan utamanya adalah untuk memperbaiki perbandingan S/N (Signal to Noise Ratio). Tingkat ini juga berfungsi untuk memperbaiki selektivitas dan mengurangi umpan balik dari osilator. Keluaran dari tingkat penguat RF yang ditala diumpulkan ke masukan dari sebuah rangkaian osilator-penyampur dimana terjadi pembangkitan frekuensi - frekuensi campuran (heterodyning). Rangkaian osilator biasanya ditala dengan penalaan kapasitansi, dan ketiga kapasitor tala disatukan secara mekanis pada sebuah sumbu dan tombol pengaturan bersama.



Gambar 2.6. (a) Rangkaian penerima superheterodyne. (b) Spektra sinyal dalam penerima superheterodyne.

Keluaran penyampur (frekuensi menegah /IF) diumpulkan ke dua buah penguat IF yang ditala. Penguat ini ditala tetap dan mempunyai selektivitas yang cukup untuk menolak sinyal-sinyal dari saluran yang berbatasan. Keluaran dari penguat IF dimasukkan ke detektor, dimana sinyal audio dihasilkan kembali, atau didemodulasi. Detektor juga menyediakan sinyal-sinyal untuk pengaturan perolehan otomatis (automatic gain control = AGC) dalam penerima AM, atau pengaturan frekuensi otomatis (automatic frequency control = AFC) dalam penerima FM. Sinyal AGC dikenakan ke satu atau beberapa tingkat penguat IF dan RF, sedangkan sinyal AFC digunakan untuk membetulkan frekuensi osilator lokal. Keluaran audio

diteruskan melalui sebuah pengatur volume ke penguat audio, yang biasanya terdiri dari satu penguat tegangan tingkat rendah yang diikuti oleh sebuah penguat daya dan akhirnya dihubungkan ke sebuah penguat suara.

II.3. Macam- Macam Modulasi Digital

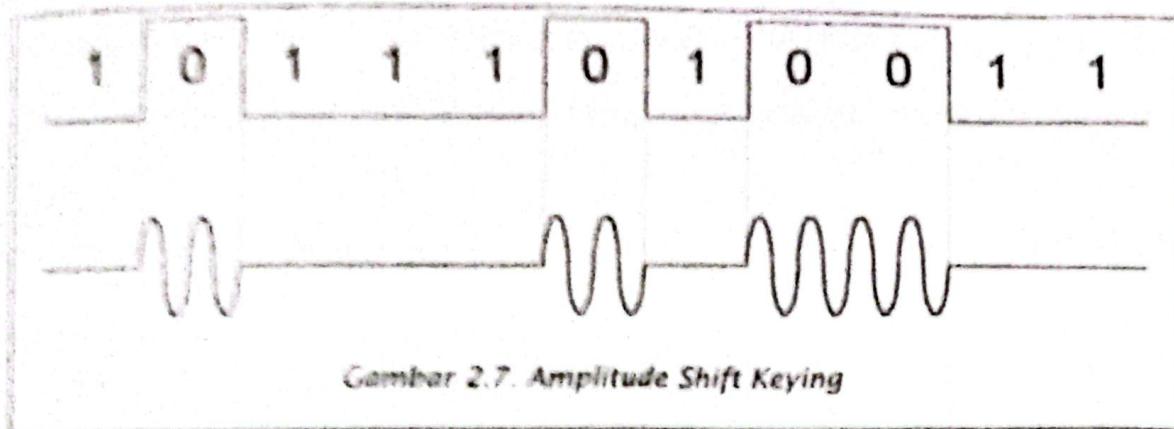
Pada dasarnya ada tiga metode untuk memodulasi data digital kepada gelombang pembawa, yaitu :

1. Modulasi Amplituda atau disebut juga Amplitude Shift Keying (ASK).
2. Modulasi Frekuensi atau disebut juga Frequency Shift Keying (FSK).
3. Modulasi Fasa atau disebut juga Phase Shift Keying (PSK).

II.3.1. Metode Amplitude Shift Keying

Dalam Modulasi Amplituda, amplituda gelombang pembawa berubah-ubah selaras dengan perubahan bit-bit yang ditransmisikan. Bentuk yang paling sederhana adalah ON-OFF Keying. Disini logika "1" ditransmisikan sebagai tingkat rendah (OFF) dan Logika "0" sebagai tingkat tinggi (ON).

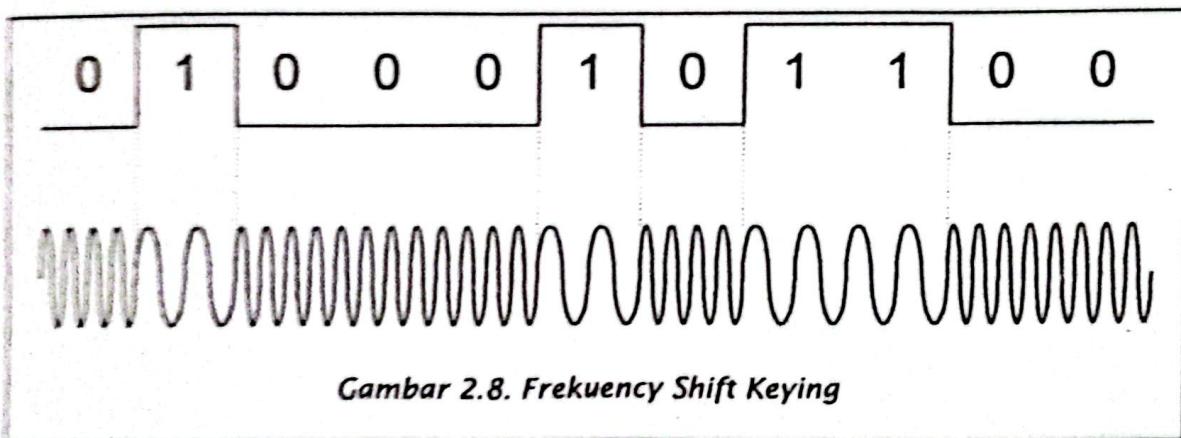
Gambar 2.8. memperlihatkan sinyal hasil modulasi Amplitude Shift Keying.



2.3.2. Metode Frequency Shift Keying

Dengan metode ini pengiriman logika "0" atau "1" dilakukan dengan menggeser-geser frekuensi pembawa diantara dua harga sesuai dengan perubahan bit-bit yang ditransmisikan.

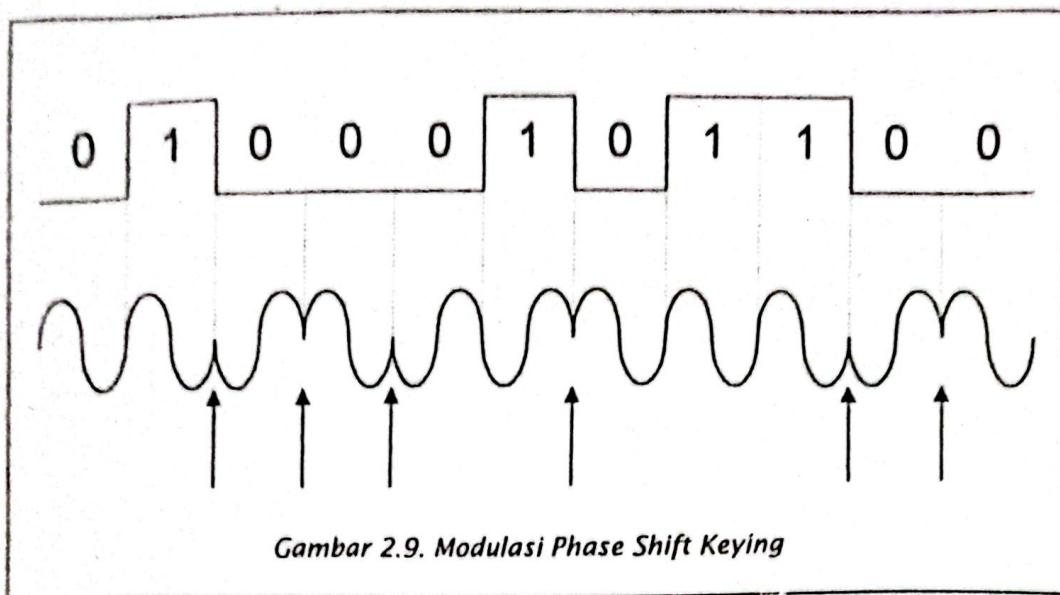
Gambar 2.9. memperlihatkan sinyal hasil modulasi Frequency Shift Keying.



2.3.3. Metode Phase Shift Keying

Dengan metode ini , untuk mengirim sebuah logika "0" misalnya, gelombang pembawa mengalami perubahan fasa 180° dan untuk

mengirimkan logika "1" gelombang pembawa tidak mengalami perubahan fasa. Gambar 2.10 memperlihatkan sinyal hasil modulasi Phase Shift Keying ini.



B A B III

DISAIN DAN KONSTRUKSI SISTIM

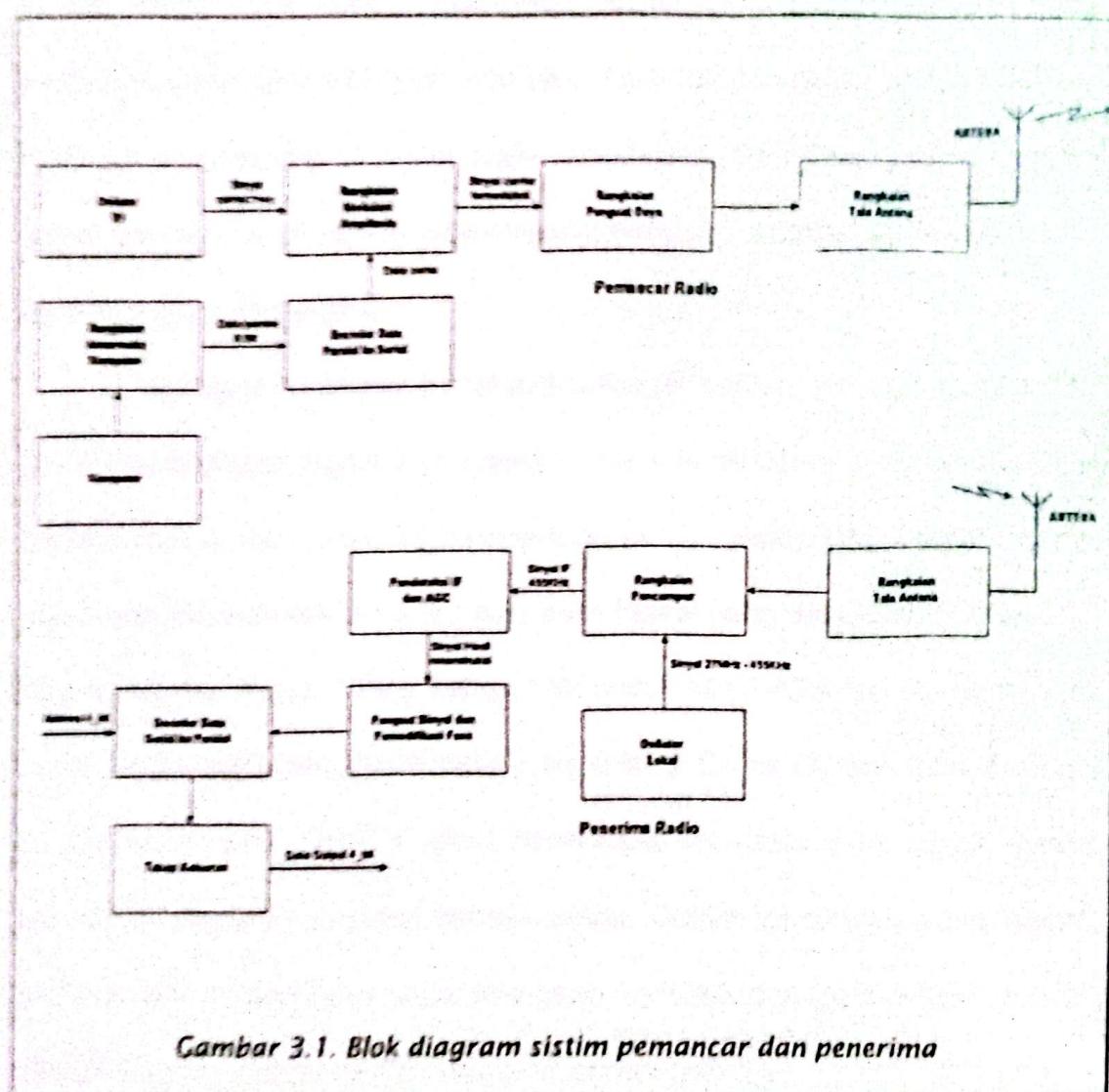
III.1. Blok Diagram Sistim

Untuk melihat dan memahami sistem ini secara keseluruhan, maka di halaman berikut disajikan blok diagram dari pemancar dan penerima yang dibuat.

Blok diagram pemancar tersusun dari komputer yang menyediakan data 8-bit melalui port printernya, kemudian rangkaian antarmuka antara komputer dengan *encoder*. Rangkaian *encoder* ini mengkonversi data paralel 8-bit kedalam bentuk serial yang selanjutnya data ini berperan sebagai sinyal informasi untuk rangkaian pemancar radio. Rangkaian pemancar radio terdiri atas osilator frekuensi radio yang menghasilkan sinyal pembawa 27 Mhz, diikuti oleh rangkaian modulator yang menghasilkan sinyal modulasi amplitudo yang kemudian diikuti oleh rangkaian penguat daya dan terakhir adalah antena.

Rangkaian penerima adalah dari jenis *superheterodyne* yang tersusun dari rangkaian tala yang ditala tetap dan dihubungkan dengan antena penerima, kemudian rangkaian pencampur dimana dihasilkan sinyal frekuensi menengah (IF), osilatornya sendiri menghasilkan sinyal dengan

frekuensi lebih rendah 455 KHz dari oscillator rangkaian pemancar. Tahap selanjutnya adalah rangkaian detektor IF dan penguat jangkauan (gain amplifier) yang dilanjut oleh penguat sinyal dan *phase modifiction* yang menghasilkan sinyal dengan level tegangan yang sesuai dengan kemampuan IC dekoder. Selanjutnya dilanjut oleh rangkaian dekoder yang telah diset sebaga alamat tertentu dan berfungsi mengembalikan data serial ke bentuk parallelnya seperti pada keluaran rangkaian interface pemancar.



Setelah melihat blok diagram sistem ini secara keseluruhan, berikut ini akan dibahas secara mendekati blok per blok sistem ini.

III.2. Sistem Pemancar

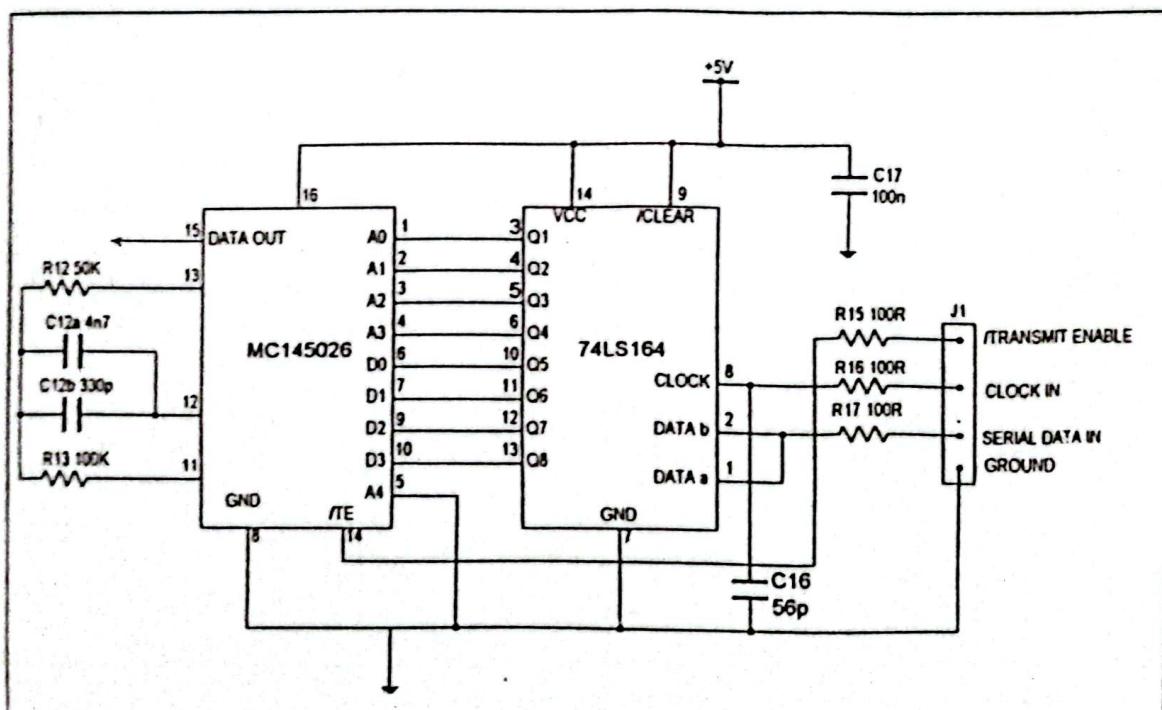
III.2.1. Rangkaian Antar Muka Dengan Komputer

Rangkaian ini berpusat pada *Shift Register* 8-bit serial ke paralel 74LS164 (lihat gambar 3.2). Pulsa-pulsa untuk *Transmit Enable input*, *Clock in*, dan *Serial Data Input*, diperoleh melalui Data Pin pada Port Printer. Pemuatan data dikontrol oleh software yang ditulis dalam bahasa Pascal. Print out program dapat dilihat pada lampiran A. Dan penjelasan mengenai nomor pin dan fungsi dari masing-masing pin yang terdapat pada port printer diberikan pada lampiran C.

Cara kerja rangkaian ini adalah sebagai berikut. Ketika input CLOCK (pin 8) berubah dari logika 0 ke logika 1, maka level logika yang berada pada DATA-a dan -b (pin 1 dan 2) dipindahkan ke Q_1 . Pulsa CLOCK selanjutnya juga memindahkan DATA ke Q_1 , dan level logika yang sebelumnya ada di Q_1 digeser ke Q_2 . Pulsa Clock ketiga memindahkan DATA ke Q_1 , dan pada waktu bersamaan menggeser data yang ada di Q_1 ke Q_2 dan data di Q_2 ke Q_3 . Delapan pulsa CLOCK akan memungkinkan data 8-bit untuk dimuat seluruhnya kedalam register secara serial. Dalam rangkaian yang dibuat, DATA-a dan -b keduanya disambungkan ke DB0 dari port printer (pin 2), CLOCK disambungkan ke DB1 dari port printer (pin 3).

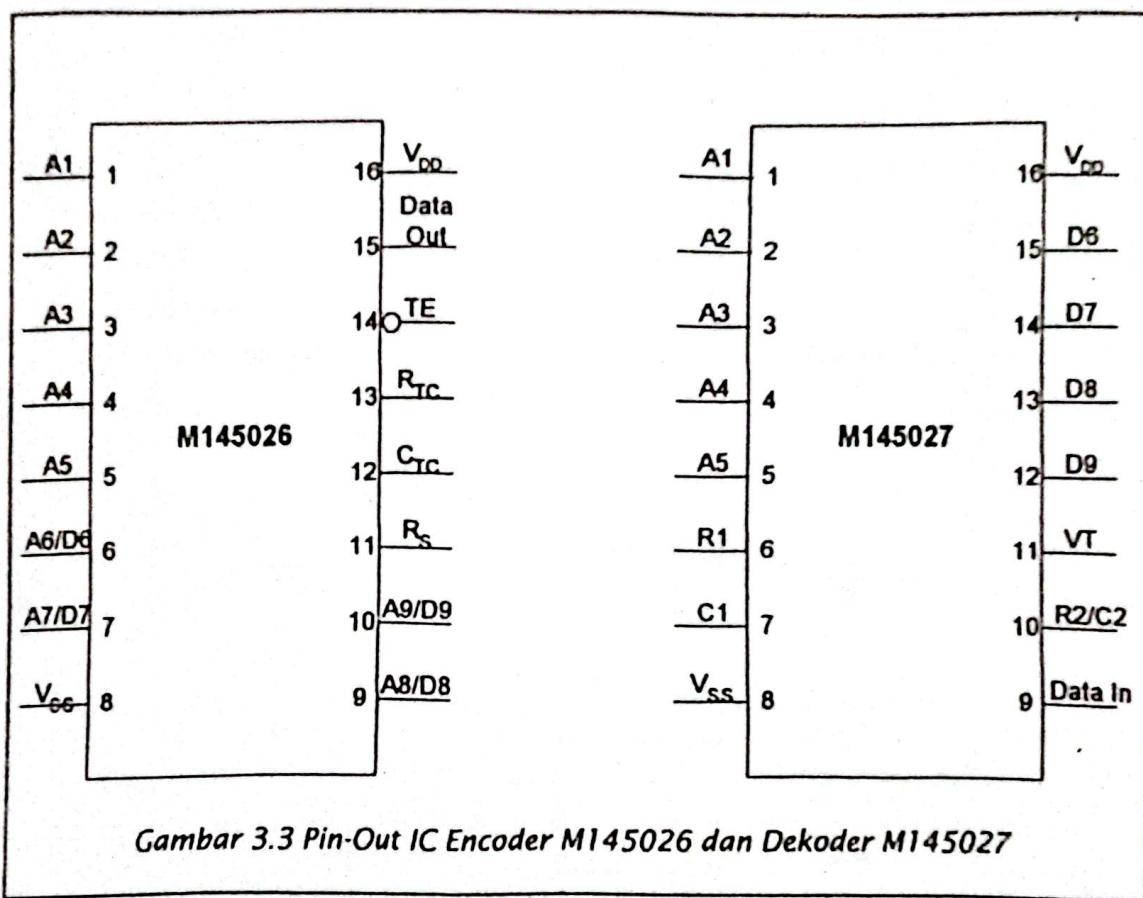
III.2.2. Rangkaian Encoder

Rangkaian ini dibangun oleh IC *Encoder* M145026. IC ini dapat mengkonversi 9 bit data paralel ke dalam bentuk serial. Bit-bit data dikeluarkan melalui *data output* (pin 15), untuk itu diperlukan masukan TE (TE=Transmit Enable, pin 14) diset "0". Dalam rangkaian ini, masukan TE disambungkan ke DB₂ dari *printer port*. Sementara memuat data ke dalam shift register 74LS164, DB₂ diset "1" untuk mencegah *encoder* mengeluarkan urutan data serialnya. Sesudah data berhasil dimuat seluruhnya ke dalam shift register, DB₂ menjadi "0" dan memungkinkan *encoder* untuk mentransmisikan data. Data serial kemudian disalurkan ke rangkaian pemancar radio sebagai sinyal informasi yang akan dipancarkan. Gambar 3.2 memperlihatkan skema rangkaian ini.



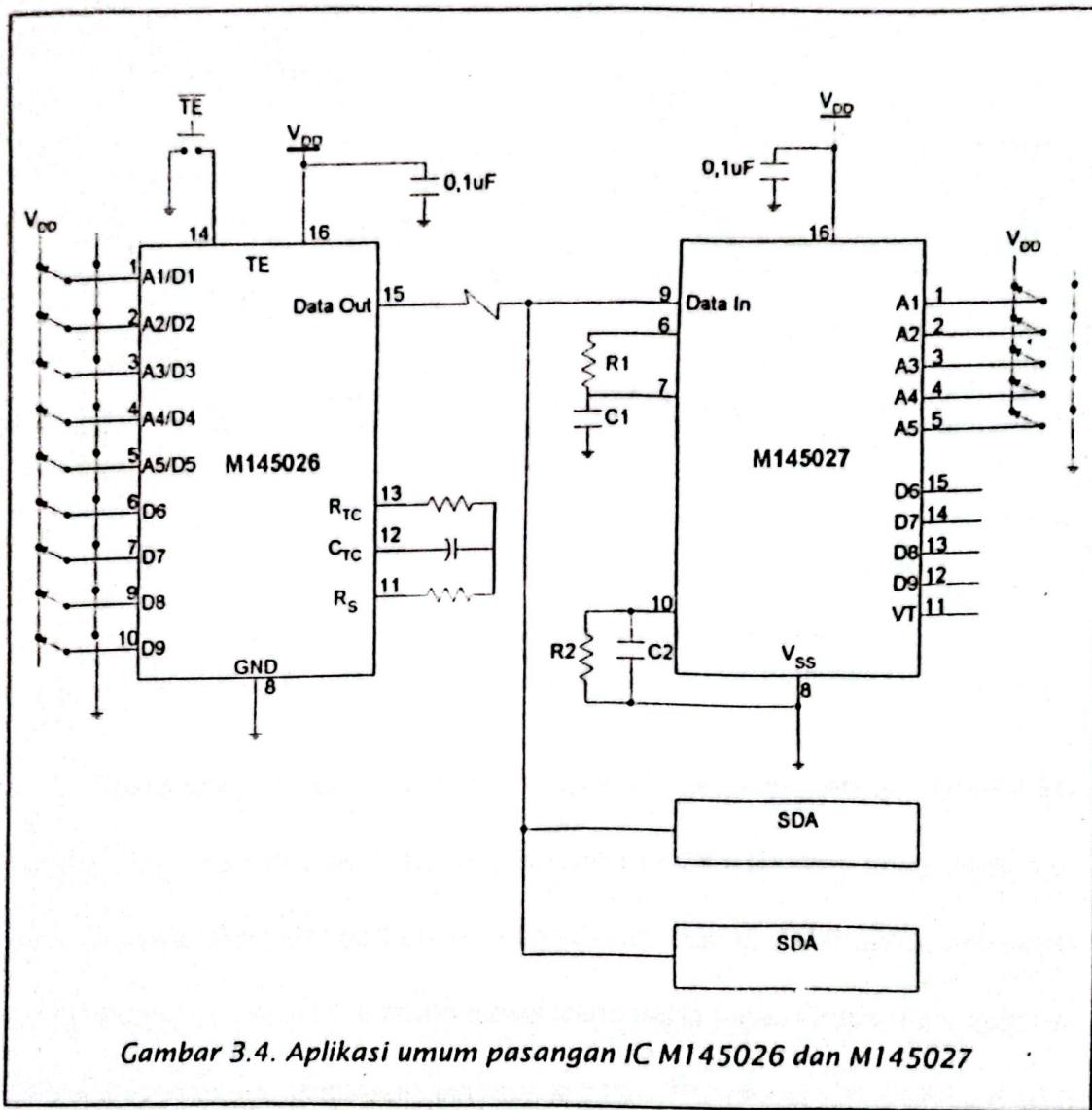
Gambar 3.2. Skema rangkaian antar muka komputer dan rangkaian encoder

Fungsi dan posisi pin dari IC *encoder* M145026 dan dekoder M145027 diperlihatkan pada gambar (3.3). Kedua IC ini memerlukan catu daya sebesar 4,5V sampai 18V. IC *Encoder* M145026 akan mengeluarkan data digital, hasil pengkodean terhadap masukan A1/D1 sampai A9/D9, secara serial. Masing-masing bit masukan dikodekan menjadi dua pulsa berurutan. Logika "0" dikodekan sebagai pulsa berurut yang lebih pendek dan logika "1" dikodekan sebagai pulsa berurut yang lebih panjang.



Gambar (3.4) memperlihatkan aplikasi yang umum dari pasangan *encoder-dekoder* ini. Selama melakukan transmisi *encoder* selalu mengeluarkan dua data word yang identik, kelebihan data ini gunanya untuk

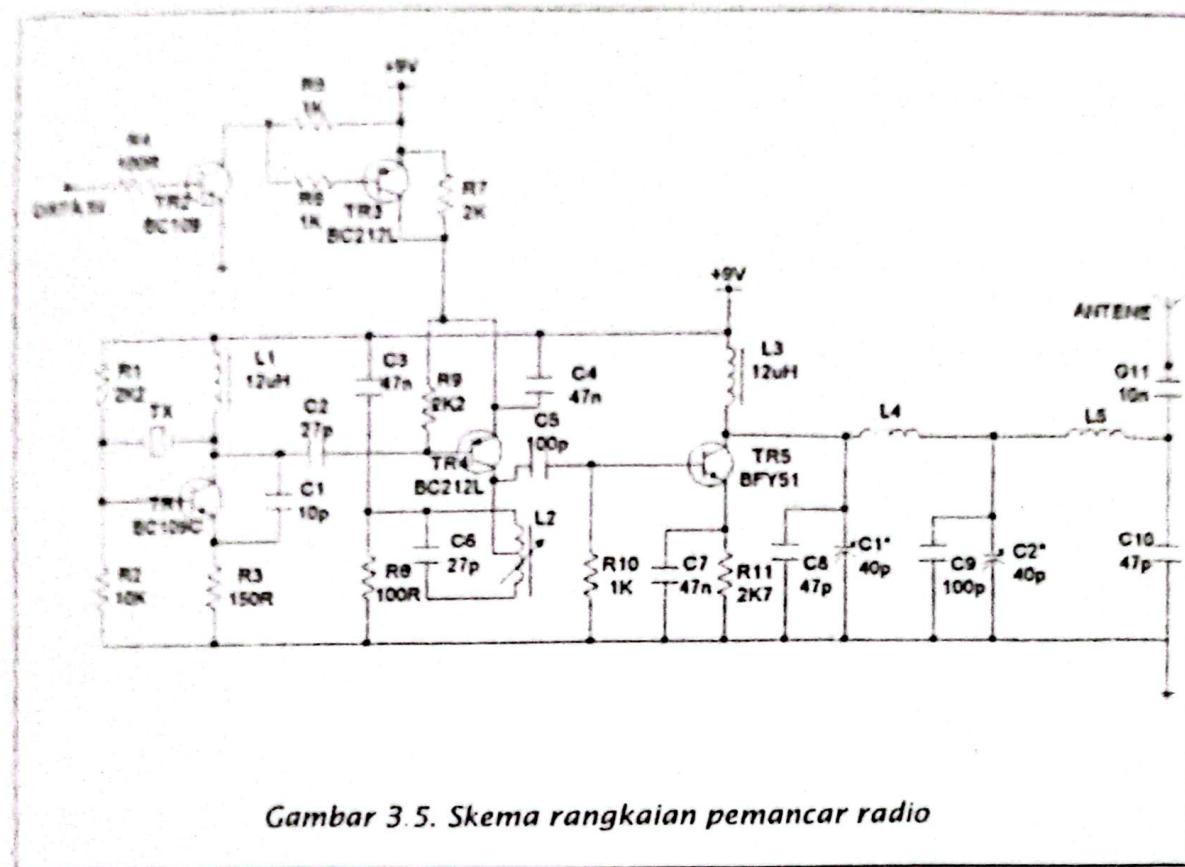
perbaikan kesalahan. Frekuensi *clock* untuk transmisi data serial diatur oleh rangkaian RC eksternal yang dihubungkan ke pin-pin RS (pin 11), CTC (pin 12), dan RTC (pin 13). Nilai-nilai dari rangkaian eksternal ini dapat ditentukan berdasarkan data sheet dari IC tersebut. Untuk rancangan ini frekuensi clock telah dipilih sebesar 1,71 KHz, sehingga diperlukan nilai-nilai RTC (R_5) = 50K, RS (R_6) = 100K, dan CTC (C10a dan C10b) = 5080pF yang diperoleh dari nilai paralel 4n7 dan 330 pF.



Gambar 3.4. Aplikasi umum pasangan IC M145026 dan M145027

3.3. Rangkaian Pemancar Radio

Dari gambar 3.5 terlihat bahwa rangkaian ini terbagi atas lima rangkaian yaitu, rangkaian osilator sinyal pembawa, penguat tegangan, rangkaian modulator, penguat daya, dan rangkaian penyesuaian antena.



Gambar 3.5. Skema rangkaian pemancar radio

Rangkaian pertama adalah rangkaian **osilator sinyal pembawa**. Rangkaian ini menghasilkan sinyal pembawa pada frekuensi yang tepat dan stabil. Frekuensi pembawa haruslah tepat dan cukup stabil untuk menjamin bahwa pemancar bekerja didalam batas band yang legal. Untuk mencapai hal ini, maka digunakan rangkaian osilator kristal . Rangkaian ini dibangun oleh TR₁, R₁, R₂, R₃, L₁, C₁, dan Tx. Keluarannya adalah gelombang sinus frekuensi tunggal yang ditentukan oleh frekuensi kristal itu sendiri.

Rangkaian selanjutnya adalah rangkaian **modulator**. Didalam rangkaian ini sinyal pembawa dimodulasi oleh sinyal hasil keluaran *encoder*. Rangkaian modulator ini dibangun oleh TR_4 , C_6 , C_3 , R_8 dan L_2 . Sinyal informasi diumpulkan ke emiter TR_4 dan amplitudo sinyal pembawa adalah linier dengan level tegangan di emiter. Penggunaan kumparan tala (L_2) pada kolektor adalah untuk meningkatkan efisiensi.

Rangkaian selanjutnya adalah rangkaian **penguat tegangan**. Sinyal informasi hasil keluaran rangkaian *encoder* berayun dari 0 ke 5 V. Sebuah rangkaian translasi tegangan digunakan untuk menaikkan jangkauan sinyal menjadi dari 0 ke 9 V. Hal ini memungkinkan sinyal radio termodulasi pada keluaran antena untuk berayun pada tegangan maksimumnya.

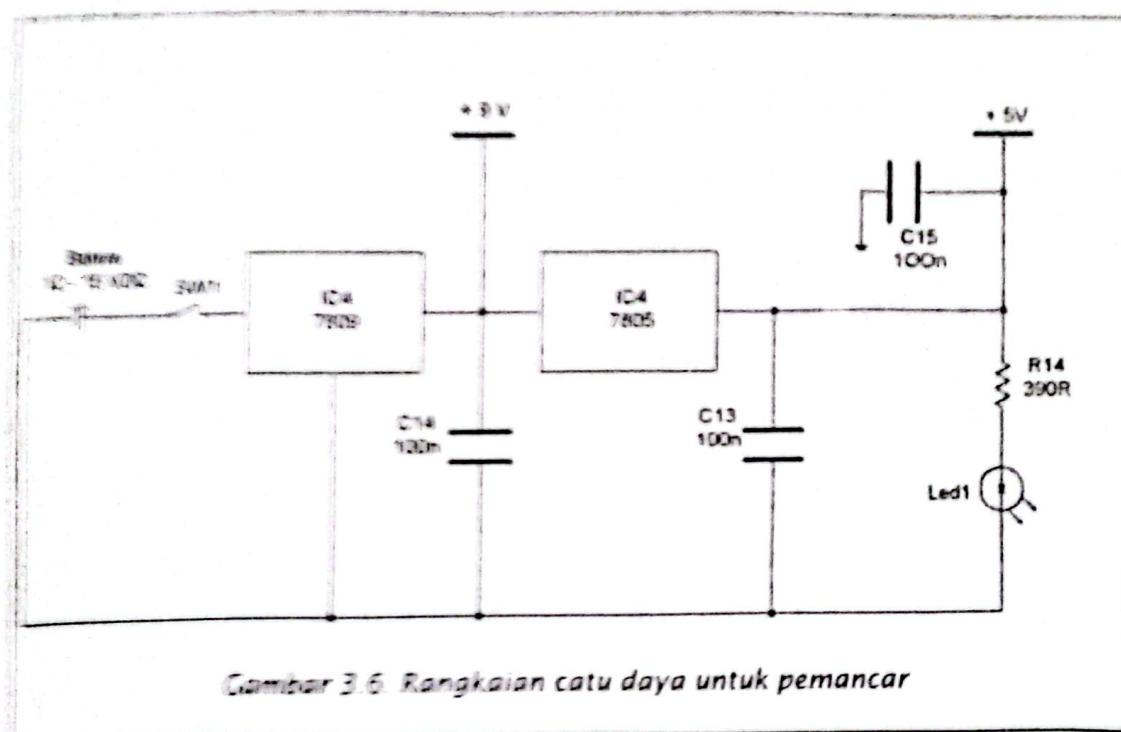
Rangkaian **modulator** diikuti oleh rangkaian penguat daya. Disini digunakan transistor berdaya kuat (TR_5 , BFY51). Daya keluaran didorong sampai sekitar 400mW.

Rangkaian penguat daya selanjutnya diikuti oleh rangkaian **penyesuaian antena**. Sinyal yang sudah diperkuat diumpulkan ke rangkaian output antena yang ditala. Dua rangkaian LC ditala pada frekuensi pembawa untuk meningkatkan efisiensi. Kapasitor C_{11} digunakan untuk mengandeng rangkaian dengan antenanya. Panjang antena haruslah dipilih secara khusus untuk memaksimalkan efisiensi transmisi radionya. Secara teori panjang antena haruslah 1, $1/2$, $1/4$, $1/8$ atau $1/16$ dari panjang gelombang pembawa. Jika pembawanya pada frekuensi 27 Mhz, maka sesuai dengan persamaan $\lambda = c/f$, maka panjang gelombang $\lambda = 11,1$ meter. Untuk itu panjang antena praktisnya adalah 1,4 meter atau 0,7 meter.

III.2.4. Rangkaian Catu Daya untuk Pemancar

Rangkaian ini mengandung voltage stabilizer 7809 +9V DC dan 7805 -5V DC. Daya 9V DC digunakan untuk mencatu rangkaian pemancar sedangkan 5V DC mencatu rangkaian antar muka dan encoder. Rangkaian ini sendiri memerlukan catu daya 12 - 15 V DC.

Gambar 3.6 memperlihatkan skema dari rangkaian catu daya ini.



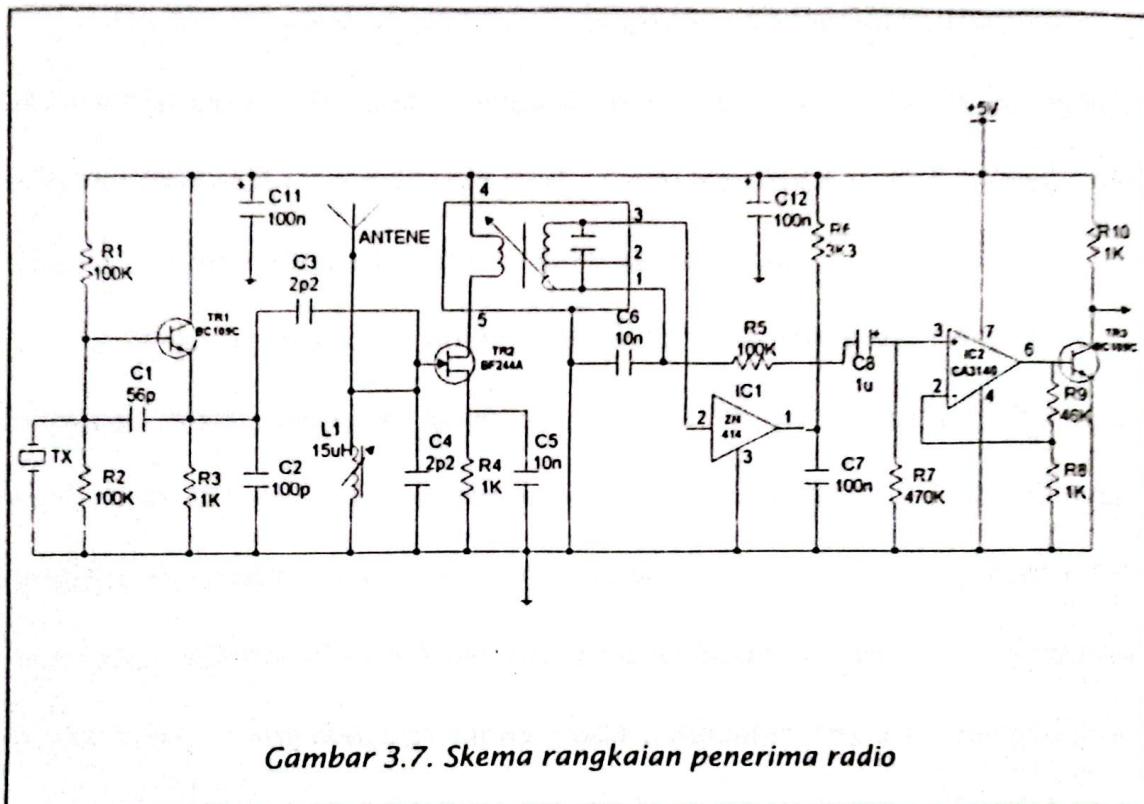
Gambar 3.6. Rangkaian catu daya untuk pemancar

III.3. Sistem Penerima

Rangkaian penerima ini menangkap sinyal yang dipancarkan oleh pemancar, mendeteksinya dan menguatkannya. Sinyal itu kemudian diumparkan ke dekoder dimana ia didekoden ke bentuk paralel.

III.3.1. Rangkaian Penerima Radio

Rangkaian penerima radio adalah dari jenis *superheterodyne*. Rangkaian ini terdiri atas 5 rangkaian dasar, yaitu rangkaian penala LC, osilator lokal, pencampur, rangkaian pendekripsi IF dan pengatur perolehan otomatis (Automatic Gain Control = AGC), dan yang terakhir adalah rangkaian penguat sinyal. Skema lengkap dari rangkaian penerima radio ini diperlihatkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.7. Skema rangkaian penerima radio

Rangkaian pertama sistem penerima ini adalah rangkaian penala LC. Rangkaian LC mempunyai impedansi yang tinggi pada frekuensi diluar frekuensi resonansinya, dan ini berarti menyingkirkan frekuensi radio yang tidak diinginkan. Pada frekuensi resonansi rangkaian LC memiliki

impedansi paling rendah, maka sinyal radio pada frekuensi yang dipilih hadir dalam rangkaian penerima berupa tegangan bolak-balik yang lemah. Frekuensi resonansi dari rangkaian LC dapat ditentukan dengan persamaan $f = 1/2\pi\sqrt{LC}$, dimana L adalah induktansi kumparan dalam Henry dan C adalah kapasitansi dalam Farad. Didalam rangkaian ini, kumparannya adalah lilitan 15 μ H yang dapat diatur. Kapasitornya adalah kapasitor keramik 2,2 pF. Untuk mendapatkan frekuensi resonansi 27 Mhz, maka induktansi lilitan harus diatur.

Rangkaian selanjutnya adalah rangkaian **osilator lokal**. Rangkaian ini didasarkan pada TR_2 dan mengandung osilator kristal dalam konfigurasi kolektor bersama (common collector). Frekuensi kristal adalah sebesar 455 KHz lebih rendah dibanding frekuensi sinyal pembawa.

Tahap selanjutnya adalah rangkaian **penyampur**. Rangkaian ini berfungsi untuk mengubah sinyal frekuensi radio yang diterima ke frekuensi menengah (IF) 455 KHz. Sebuah *Field Effect Transistor* (FET) hubungan gerbang digunakan disini. Keluaran osilator diumpulkan ke gerbang TR_2 melalui C_3 . Karena TR_2 tidak berlaku sebagai amplifier linier yang sempurna, sinyal osilator menyebabkan variasi pada penguatan TR_2 , dan menyediakan pencampuran yang dibutuhkan.

Pencampuran akan menghasilkan keluaran yang merupakan selisih antara frekuensi pembawa dan frekuensi osilator lokal. Dalam hal ini dihasilkan frekuensi 455 KHz. Sinyal ini dikeluarkan dari terminal 1 dan 3 dari transformer IF, yang ditala pada 455 KHz, yang masih termodulasi dengan sinyal informasi.

Rangkaian pencampur kemudian diikuti oleh rangkaian **pendekripsi IF** dan **pengatur perolehan otomatis (AGC)**. Sinyal frekuensi IF diumparkan ke rangkaian ini. Rangkaian ini didasari oleh ZN414 IC Radio AM chip tunggal. Chip ini menyatukan berbagai fungsi, seperti penguatan RF, pendekripsi RF dan sebagai rangkaian AGC (*Automatic Gain Control*), didalam suatu transistor kecil seperti IC dan memerlukan suplai daya 1,5 V DC dengan arus kerja sekitar 0,4 mA. Dengan tambahan sedikit komponen, dapat dibentuk sebuah radio AM yang lengkap. Chip ini beroperasi pada frekuensi sampai 3 Mhz. Sinyal hasil pendekripsi akhirnya diumparkan ke rangkaian penguat sinyal.

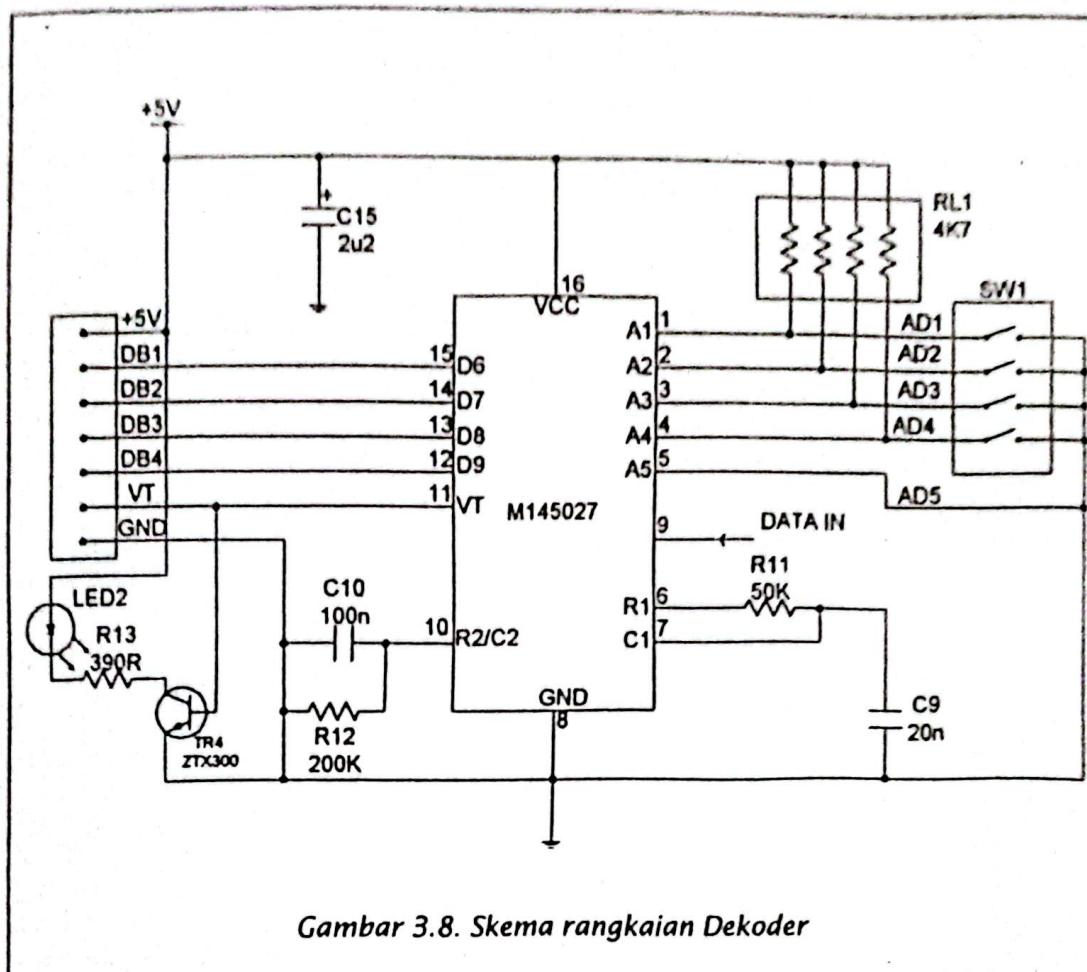
Tahap terakhir dari rangkaian penerima radio adalah rangkaian **penguat sinyal**. Rangkaian ini menguatkan sinyal keluaran rangkaian sebelumnya ke level tegangan yang dibutuhkan oleh IC dekoder. Penguat ini didasarkan pada Penguat Operasional CA3140 yang dirancang sebagai penguat tak membalik. Penguatannya diatur sekitar 47.

III.3.2. Rangkaian Dekoder

Rangkaian ini didasari pada IC dekoder M145026. Dekoder menerima data serial yang dibangkitkan oleh *encoder*, memeriksa kesalahan dan mengeluarkan data yang diterima jika sudah benar. Lima bit pertama diasumsikan sebagai bit-bit address dan harus diencodekan untuk menyesuaikan input addressnya. Jika bit-bit address sesuai, keempat bit-bit data selanjutnya disimpan di dalam suatu register internal dan dibandingkan

dengan data terakhir yang disimpan. Jika datanya sesuai, maka keluaran Valid Transmission (VT) akan "high" pada "rising edge" kedua dari bit ke-9 dari word yang diterima. Jika tidak, keluaran VT tetap "low".

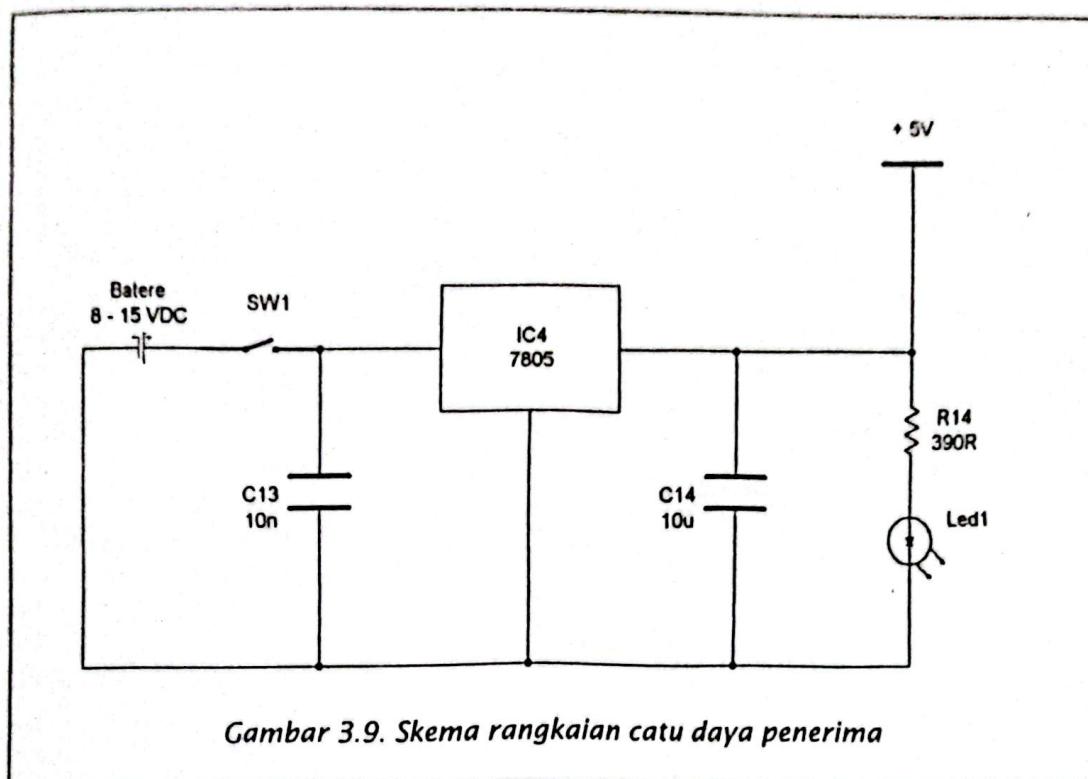
Gambar 3.8. memperlihatkan skema dari rangkaian ini.



Posisi pin, fungsi dan aplikasi umum dari IC ini telah diperlihatkan sebelumnya pada gambar (3.3) dan gambar (3.4). Untuk mendapatkan frekuensi clock sebesar 1,71 KHz, maka harga-harga rangkaian eksternalnya adalah $R7 = 50K$, $C11 = 0,02\mu F$ yang diperoleh dari harga paralel dua kapasitor $10n$, $R6 = 200K$ dan $C10 = 0,1\mu F$.

III.3.3. Rangkaian Catu Daya Penerima

Rangkaian ini didasari oleh Voltage Regulator 7805 +5 V yang mencatu daya 5V DC kepada rangkaian . Ia sendiri memerlukan catu daya 8 - 15 V DC. Gambar 3.7 memperlihatkan skema rangkaian ini.



BAB IV

PENGUKURAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan disajikan tabel-tabel hasil pengukuran, metode pengukuran dan pembahasan hasil-hasilnya. Pengukuran yang dilakukan meliputi, pengukuran tahap awal yaitu pengukuran keluaran masing-masing blok rangkaian yang membangun sistem ini dan selanjutnya adalah pengukuran terhadap jarak jangkau hubungan radio.

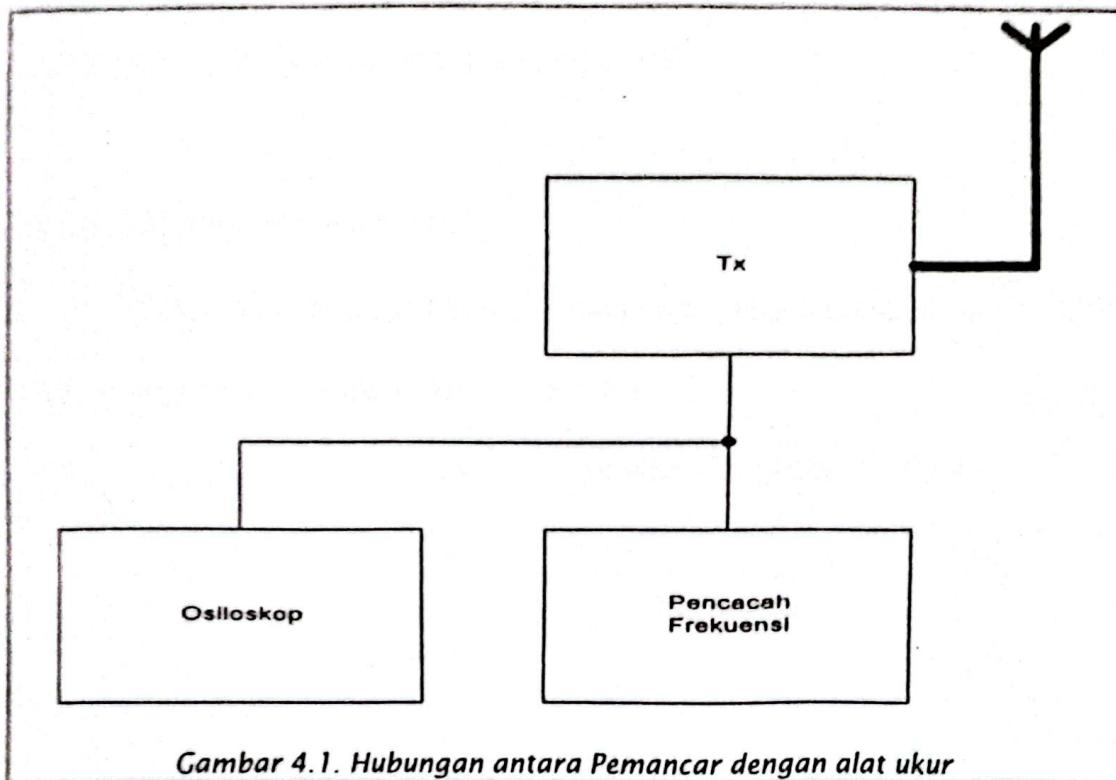
IV.1. Pengukuran Pada Pemancar

Pengukuran pada pemancar ini dilakukan untuk mengamati keluaran masing-masing blok rangkaian yang menyusunnya. Untuk itu dilakukan pengukuran pada lima titik pengukuran, yaitu :

1. Titik pengukuran a (Tpa), untuk mengamati keluaran rangkaian osilator frekuensi radio
2. Titik pengukuran b (TPb), untuk mengamati keluaran rangkaian encoder data
3. Titik pengukuran c (TPc), untuk mengamati keluaran rangkaian voltage translator
4. Titik pengukuran d (TPd), untuk mengamati keluaran rangkaian modulator
5. Titik pengukuran e (Tpe), untuk mengamati keluaran rangkaian penguat daya.

Pengukuran dilakukan pada kondisi dimana keluaran encoder adalah deretan pulsa-pulsa "0" dengan frekuensi 1 KHz. Untuk mengamati frekuensi digunakan pencacah frekuensi dan untuk mengamati tegangan digunakan osiloskop. Hasil pengamatan terhadap osiloskop disertakan pada lampiran.

Gambar 4.1. memperlihatkan hubungan antara pemancar dengan alat ukur.



IV.1.1. Hasil pengamatan Tpa

Pengamatan pada Tpa dilakukan untuk melihat keluaran rangkaian Osilator. Hasil pengamatan disajikan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1. Hasil Pengamatan Rangkaian Osilator

| n | f(MHz) | V _{out} |
|---|---------|------------------|
| 1 | 27,2453 | 8,5 |
| 2 | 27,2453 | 8,5 |
| 3 | 27,2455 | 8,5 |
| 4 | 27,2456 | 8,5 |

| | | |
|---|---------|-----|
| 5 | 27,2453 | 8,5 |
|---|---------|-----|

Pengamatan dilakukan sebanyak lima kali dengan selang waktu pengamatan 10 detik. Hasil pengamatan menunjukkan osilator berosilasi pada frekuensi 27,2454 MHz

Frekuensi hasil pengukuran telah menunjukkan nilai frekuensi kerja dari osilator kristal dengan kesalahan dibawah 1%.

IV.1.2. Hasil Pengamatan TPb

Pengamatan TPb adalah untuk melamati keluaran rangkaian *Encoder*.

Hasil pengamatan disajikan dalam tabel 4.2.

Tabel 4.2. Hasil pengamatan Rangkaian *Encoder*

| n | f (KHz) | V _o (volt) |
|---|---------|-----------------------|
| 1 | 1,071 | 4 |
| 2 | 1,075 | 4 |
| 3 | 1,074 | 4 |
| 4 | 1,072 | 4 |
| 5 | 1,071 | 4 |

Keluaran encoder paralel ke serial M145026 ditentukan berdasarkan ketentuan pembuatnya. Dalam hal ini frekuensi keluaran diatur sebesar 1,71 KHz.

Frekuensi hasil pengukuran berosilasi disekitar 1,073 KHz, dan menunjukkan kesalahan sebesar 37%. Kemungkinan terjadinya hal ini karena adanya toleransi dari harga komponen luar yang dihubungkan terhadap clock internal dari IC encoder

IV.1.3. Hasil Pengamatan TPc

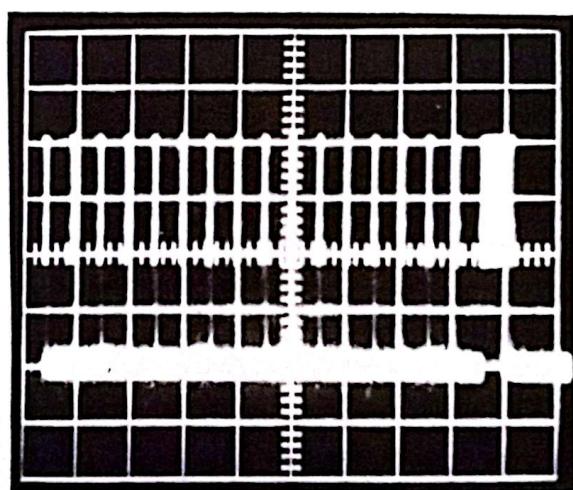
Pengamatan ini dilakukan untuk melihat keluaran rangkaian Penguat Tegangan. Hasil pengamatan disajikan pada tabel 4.3.

Tabel 4.3.
Hasil Pengamatan Rangkaian Penguat Tegangan

| n | V_o (volt) |
|---|--------------|
| 1 | 8,5 |
| 2 | 8,5 |
| 3 | 8,5 |
| 4 | 8,5 |
| 5 | 8,5 |

Voltage Translator dirancang untuk mengubah tegangan keluaran IC encoder dari 5 volt menjadi 9 volt agar sesuai dengan level tegangan rangkaian pemancar radio. Tegangan keluaran sebesar 8,5 volt dalam hal ini sudah dapat diterima.

Gambar 4.2. memperlihatkan bentuk sinyal keluaran TPc, osiloskop diatur 2 volt/div.



Gambar 4.2. Bentuk sinyal keluaran Voltage Translator

IV.1.4. Hasil Pengamatan TPd

Pengamatan terhadap TPd ini dilakukan untuk mengamati keluaran rangkaian Modulator. Hasil pengamatan disajikan pada tabel 4.4.

Tabel 4.4.
Hasil Pengamatan Rangkaian Modulator

| n | Vo(volt) |
|---|----------|
| 1 | 1Vpp |
| 2 | 1 |
| 3 | 1 |
| 4 | 1 |
| 5 | 1 |

Pengamatan terhadap TPd memperlihatkan bentuk sinyal yang termodulasi amplitudo dengan amplitudo yang kecil.

IV.1.5. Hasil Pengamatan Tpe

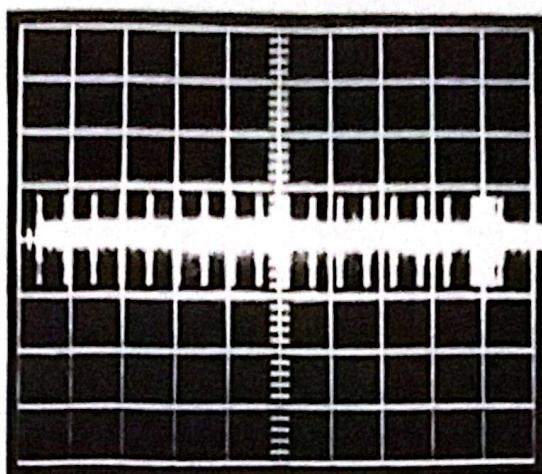
Pengamatan ini dilakukan untuk melihat keluaran rangkaian Penguat Daya. Hasil pengamatan disajikan pada tabel 4.5.

Tabel 4.5.
Hasil Pengamatan Rangkaian Penguat Daya

| n | Vo(volt) |
|---|----------|
| 1 | 8,5 |
| 2 | 8,5 |
| 3 | 8,5 |
| 4 | 8,5 |
| 5 | 8,5 |

Pengamatan terhadap keluaran penguat akhir menunjukkan sinyal yang termodulasi amplituda dengan amplitudo sekitar 8,5 volt peak to peak.

Gambar 4.3 memperlihatkan sinyal hasil pengamatan Tpe, osiloskop diatur pada 5 volt/div.



Gambar 4.3. Bentuk sinyal keluaran Penguat Akhir.

IV.2. Pengukuran Pada Penerima

Pada Penerima juga dilakukan pengukuran pada lima titik pengukuran, yaitu :

1. Titik Pengukuran a (Tpa), Untuk mengamati keluaran osilator lokal
2. Titik Pengukuran b (TPb), untuk mengamati keluaran rangkaian pencampur
3. Titik Pengukuran c (TPc), untuk mengamati keluaran Detektor AM
4. Titik Pengukuran d (TPd), untuk mengamati keluaran penguat sinyal
5. Titik Pengukuran e (Tpe), untuk mengamati keluaran rangkaian pembalik.

Alat ukur yang digunakan sama seperti pengukuran pada pemancar, begitu pula cara penyambungan antara penerima dengan alat ukur adalah identik dengan gambar 4.1, dengan pemancar telah diganti oleh penerima.

IV.2.1. Hasil Pengamatan Tpa

Pengamatan Tpa dilakukan untuk mengamati hasil keluaran rangkaian Osilator Lokal. Hasil pengamatan disajikan pada tabel 4.6.

Tabel 4.6. Hasil Pengamatan rangkaian Osilator Lokal

| n | f(MHz) | Vo(volt) |
|---|---------|----------|
| 1 | 26,7905 | 2 |
| 2 | 26,7903 | 2 |
| 3 | 26,7905 | 2 |
| 4 | 26,7904 | 2 |
| 5 | 26,7903 | 2 |

Pengamatan terhadap keluaran osilator lokal menunjukkan bahwa frekuensi osilasi berada sekitar 26,7904 MHz. Rangkaian osilator yang digunakan memakai kristal yang berosilasi pada 26,790 MHz .

IV.2.2. Hasil Pengamatan TPb

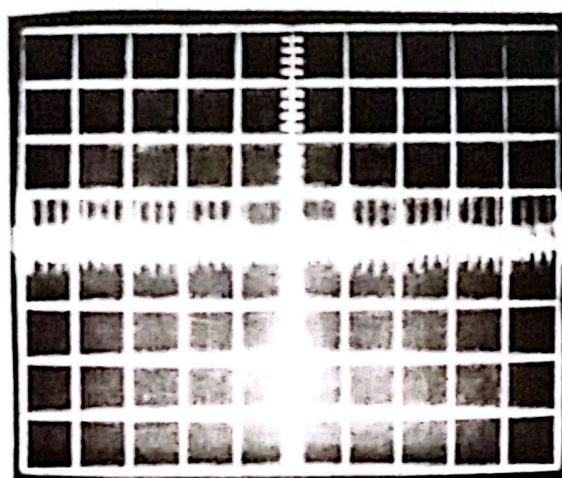
Pengamatan ini dilakukan untuk melihat keluaran rangkaian Pencampur. Hasil pengamatan disajikan pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil Pengamatan Rangkaian Pencampur

| n | f(KHz) | Vo(volt) |
|---|--------|----------|
| 1 | 543 | 1,2 |
| 2 | 661 | 1,2 |
| 3 | 684 | 1,2 |
| 4 | 596 | 1,2 |
| 5 | 516 | 1,2 |

Rangkaian pencampur mengolah sinyal yang diterima pada antena dengan sinyal keluaran osilator lokal berdasarkan prinsip penyampuran untuk menghasilkan suatu frekuensi antara. Frekuensi antara yang diinginkan disini adalah sebesar 455 KHz.

Gambar 4.4. memperlihatkan sinyal hasil pengamatan TPb, osiloskop diatur pada 1 volt/div.



Gambar 4.4. Bentuk sinyal keluaran Rangkaian Pencampur

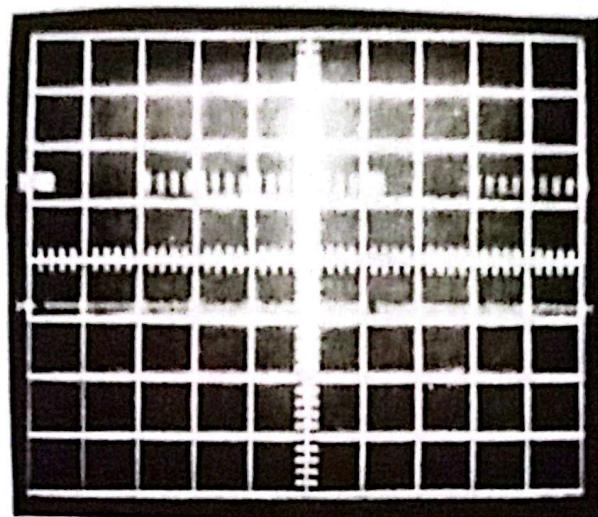
IV.2.3. Hasil Pengamatan TPc

Pengamatan ini dilakukan untuk melihat keluaran Detektor AM. Hasil pengamatan disajikan pada tabel 4.8.

Tabel 4.8. Hasil Pengamatan Detektor AM

| n | f (KHz) | Vo(volt) |
|---|---------|----------|
| 1 | 1,119 | 1,2 |
| 2 | 1,131 | 1,2 |
| 3 | 1,190 | 1,2 |
| 4 | 1,219 | 1,2 |
| 5 | 1,077 | 1,2 |

Keluaran detektor adalah sinyal digital dengan amplitudo yang sangat lemah. Gambar 4.5 memperlihatkan sinyal hasil pengukuran TPc, osiloskop diatur pada 1 volt/div.



Gambar 4.5. Bentuk sinyal keluaran rangkaian Detektor

IV.2.4. Hasil Pengamatan Tpd

Pengamatan ini dilakukan untuk melihat keluaran rangkaian Penguat Sinyal. Hasil pengamatan disajikan pada tabel 4.9.

Tabel 4.9. Hasil Pengamatan Rangkaian Penguin Sinyal

| n | f(KHz) | Vo(volt) |
|---|--------|----------|
| 1 | 1,005 | 4 |
| 2 | 1,017 | 4 |
| 3 | 1,075 | 4 |
| 4 | 1,105 | 4 |
| 5 | 1,095 | 4 |

Pengamatan terhadap rangkaian penguat sinyal memperlihatkan bentuk sinyal yang sama dengan tahap sebelumnya dengan amplituda yang lebih besar.

IV.2.5. Hasil Pengamatan Tpe

Pengamatan ini dilakukan untuk melihat keluaran rangkaian Pembalik.

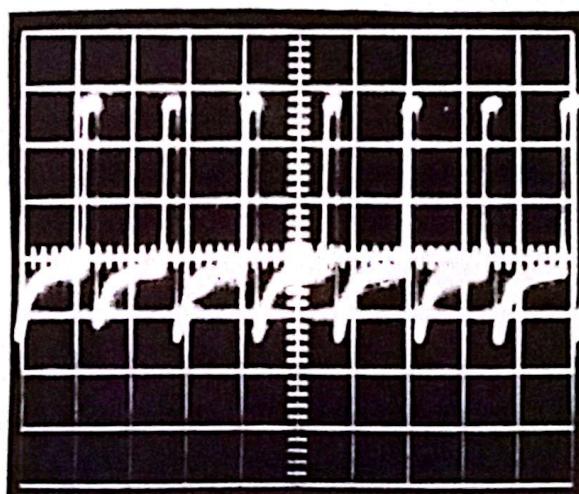
Hasil pengamatan disajikan pada tabel 4.10.

Tabel 4.10. Hasil Pengamatan Rangkaian Pembalik

| n | f(KHz) | V0(volt) |
|---|--------|----------|
| 1 | 1,017 | 4 |
| 2 | 1,076 | 4 |
| 3 | 1,086 | 4 |
| 4 | 1,088 | 4 |
| 5 | 1,095 | 4 |

Keluaran rangkaian pembalik adalah pulsa-pulsa digital dengan amplituda yang terbalik terhadap amplituda di masukannya.

Gambar 4.6. memperlihatkan sinyal hasil pengamatan Tpe, osiloskop diatur pada 1 volt/div.



Gambar 4.6. Bentuk sinyal keluaran rangkaian Pembalik

IV.3. Pengukuran Jangkauan Hubungan Radio

Pengamatan terhadap jangkauan hubungan radio dilakukan dengan metoda coba-coba. Mula-mula pemancar dan penerima dihidupkan dan antena diregangkan pada posisi maksimal, kemudian penerima dibawa menjauhi pemancar. Untuk memudahkan pelacakan, maka pada penerima dipasangkan speaker. Ternyata hingga jarak sekitar 25 meter, sinyal masih dapat diterima, namun diatas jarak tersebut sinyal mulai melemah dan berangsur-angsur hilang.

KESIMPULAN

Dari makalah Tugas Akhir ini dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Data-data digital dapat ditransmisikan oleh suatu rangkaian pemancar AM. Penggunaan metoda amplituda modulasi dilakukan karena rangkaian yang dibuat lebih mudah dan sederhana dibandingkan dengan rangkaian yang berdasarkan metode modulasi lainnya.
2. Prototipe pemancar dan penerima yang dibuat dapat memberikan gambaran tentang pesawat pemancar dan penerima radio secara umum. Untuk memperoleh jarak jangkau yang lebih jauh daya pemancar masih dapat ditingkatkan.
3. Rangkaian penerima yang dibuat cukup sesuai ukurannya untuk ditempatkan di dalam suatu obyek model. Penggunaan selanjutnya dari sistem ini memerlukan pengembangan perangkat lunak yang dapat memberikan perintah yang sesuai untuk suatu obyek model.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Dennis Roddy, John Coolen, dan Kermal Idris, Komunikasi Elektronika, jilid I, edisi ketiga, Erlangga, 1992.
- [2]. Robert L. Shrader dan Ir. Djoko Achyanto, Komunikasi Elektronika, jilid I, edisi kedua, Erlangga, 1991.
- [3]. Bruce Carlson, Communication System, second edition, McGraw-Hill International Book Company, 1984.
- [4]. Robert F. Coughlin, Frederick F. Driscoll, dan Herman Widodo Soemitro, Penguat Operasional dan Rangkaian Terpadu Linier, edisi kedua, Erlangga 1983.
- [5]. Ir. M. Hutabarat M.Eng.Sc, Diktat Teknik Radio, Institut Teknologi Indonesia.
- [6]. Ir. Tiur LH. Simandjuntak, Diktat Dasar Telekomunikasi, Institut Teknologi Indonesia.
- [7]. Ir. Tiur LH Simandjuntak, Diktat Teknik Radio, Institut Teknologi Indonesia.

LAMPIRAN A
PERANGKAT LUNAK

```
program Sistim_Radio_Kontrol_Terkomputerisasi;
{Program untuk mengeluarkan data serial 8 bit,
pulsa-pulsa clock dan pulsa TE melalui pin DBO,
DB1 dan DB2 dari centronics port. Pulsa-pulsa
clock dan data serial dikirimkan ke 74LS164, pulsa
TE digunakan oleh encoder 145026 untuk menentukan
apakah data ditransmisikan atau tidak.}
uses
  dos,crt;
var
  alamat,i,j,swalamat:integer;
  bobot:array[1..12] of integer;
  waktu_diam,waktu_nyala:real;
procedure bobot_bit;
{Menentukan bobot dari bit-bit biner}
begin
  bobot[1]:=1;
  for i:=2 to 12 do
    bobot[i]:=bobot[i]*2;
end;
procedure kirim_alamat (alamat:integer);
{Memuat alamat dan data ke shift register 74LS164}
{Ketika pemuatan berlangsung, pulsa TE tetap "high"
untuk mencegah transmisi oleh IC encoder
(1) DBO dimuati diisi data sw[i],
(2) DB1 (clock) dibuat "low" ke "high" kemudian "low"
(3) DB2 (TE) tetap "high"}
var
  sw:array[1..12] of byte;
begin
  for i:=8 downto 1 do
    begin
      sw[i]:=0;
      if alamat<=bobot[i] then
        begin
          alamat:=bobot[i];
          sw[i]:=1;
        end;
    end;
{memuat alamat and data kedalam Shift Register 74LS164}
  for i:=8 downto 1 do
    begin
      port[888]:=sw[i]+4;
{DB0 = sw[i], DB1 = 0, DB2 = TE = 1}
      delay(1);{adelay}
```

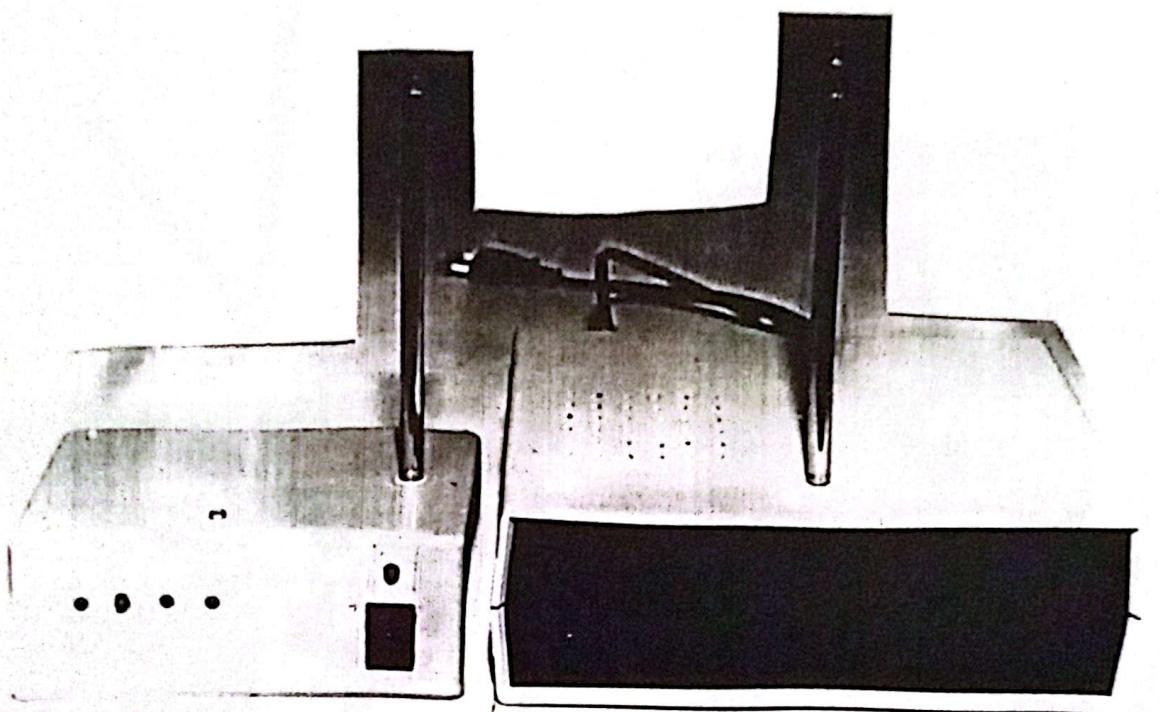
```

        port[888]:=sw[i]+2+4; (DB0 = sw[i],
(DB1 = 1 (memuat ke shift register), DB2 = TE = 1)
        delay(1); (waktu tunda untuk memuat bit-bit data)
        port[888]:=sw[i]+4; (DB0 = sw [i], DB1 = 0,
(DB2=TE=1)
        end;
        end;
        end;
Procedure kirim(flag:boolean);
(Mulai dan berhentinya pengiriman data hasil pengkodean
tergantung pada flag)
begin
  if flag then port[888]:=0
  else port[888]:=4;
end;
Procedure tampilan;
begin
  clrscr;
  writeln('  SISTIM RADIO KONTROL TERKOMPUTERISASI');
  writeln('  Program ini memperlihatkan pengontrolan 15 penerima');
  writeln('  oleh satu pemancar yang dihubungkan ke Personal Computer');
  writeln;
  writeln;
  write('    Masukkan alamat penerima (1 sampai 15): ');
  readln(swalamat);
  write('    Masukkan periode waktu_diam (dalam detik, minimum: 0.1 s)
  readln(waktu_diam);
  write('    Masukkan periode waktu_nyala (dalam detik, minimum: 0.1 s)
  readln(waktu_nyala);
  if (waktu_diam>9999) or (waktu_diam<0.1) then waktu_diam:=0.1;
  if (waktu_nyala>9999) or (waktu_nyala<0.1) then waktu_nyala:=0.1;
  end;
  *****Program Utama*****
begin
  tampilan;
  bobot_bit;
  repeat
    kirim(false); (transmisi berhenti)
    kirim_alamat(swalamat+16+32+64+128); (memuat alamat
    dan data ke shift register,LED VT nyala)
    kirim(true); (transmisi dimulai)
    delay(30); (transmisi berlangsung sekitar 20 ms)
    kirim(false); (transmisi berhenti)
    gotoxy(35,23); writeln('LED VT NYALA    ');
    delay(round(waktu_nyala*100)); (waktu tunda)
    kirim_alamat(swalamat+0); (memuat alamat & data
    (LED VT MATI) ke shift register )
    kirim(true); (transmisi mulai)
    delay(30); (transmisi berlangsung 20 ms)
    kirim(false); (transmisi berhenti)
    gotoxy(35,25); writeln('LED VT MATI    ');
    delay(round(waktu_diam*100)); (waktu tunda)
  until keypressed;
  readln;
end.

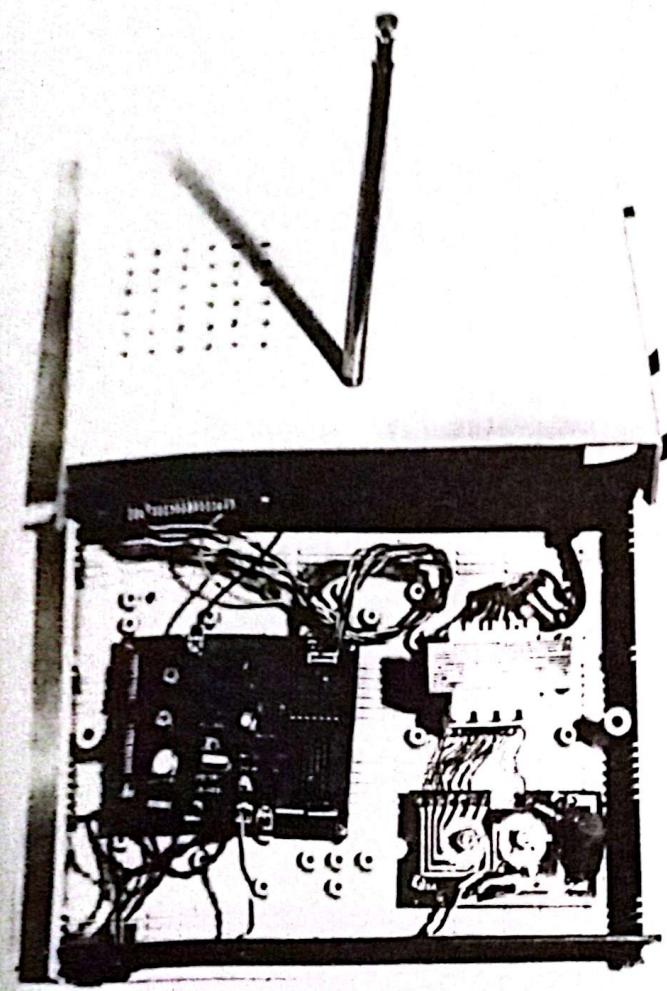
```

LAMPIRAN B

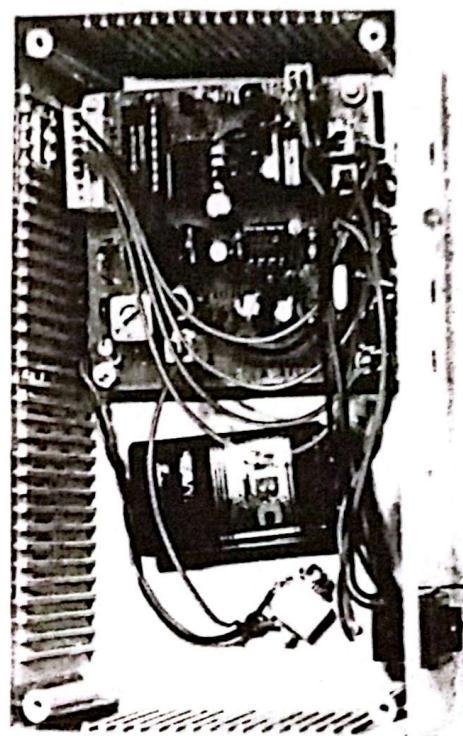
FOTO ALAT



Kotak Kemasan Pemancar dan Penerima



Rangkaian Pemancar



Rangkaian Penerima

LAMPIRAN C

CENTRONICS PARALLEL PRINTER ADAPTER

Centronics Parallel Printer Adapter pada komputer mempunyai 25 pin. Masing-masing pin mempunyai fungsi seperti tercantum pada tabel 2.1. Tanda + berarti aktif high dan tanda - berarti aktif low.

Tabel 2.1. Sinyal Centronics Parallel Printer Pada Komputer

| Nomor pin | Nama sinyal |
|-----------|-----------------------|
| 1 | -Strobe |
| 2 | +Data 1 |
| 3 | +Data 2 |
| 4 | +Data 3 |
| 5 | +Data 4 |
| 6 | +Data 5 |
| 7 | +Data 6 |
| 8 | +Data 7 |
| 9 | +Data 8 |
| 10 | -Acknowledge |
| 11 | +Busy |
| 12 | +Paper End |
| 13 | +Select |
| 14 | -Auto Feed |
| 15 | -Error |
| 16 | -Inisialisasi Printer |
| 17 | -Select Output |
| 18 | Ground |

Pada sisi printer Centronics Parallel Printer Adapter memiliki 36 pin. Masing-masing pin memiliki fungsi seperti tercantum pada tabel 2.2.

Tabel 2.2. Sinyal Centronics Parallel Printer Adapter Pada Printer

| Nomor pin | No.pin Kembali | Nama Sinyal | Arah |
|------------|----------------|--------------|--------|
| 1 | 19 | -Strobe | masuk |
| 2 | 20 | +Data 1 | masuk |
| 3 | 21 | +Data 2 | masuk |
| 4 | 22 | +Data 3 | masuk |
| 5 | 23 | +Data 4 | masuk |
| 6 | 24 | +Data 5 | masuk |
| 7 | 25 | +Data 6 | masuk |
| 8 | 26 | +Data 7 | masuk |
| 9 | 27 | +Data 8 | masuk |
| 10 | 28 | -Acknowledge | keluar |
| 11 | 29 | Busy | keluar |
| 12 | 30 | PE | keluar |
| 13 | - | SLCT | keluar |
| 14 | - | -Autofeed-XT | masuk |
| 15,18,34 | - | - | - |
| 16,17 | - | Ground | - |
| 19 - 30,33 | - | - | - |
| 31 | - | -Init | masuk |
| 32 | - | -Error | keluar |
| 35 | - | - | - |
| 36 | - | -Slct-In | keluar |

Sinyal-sinyal pada tabel 2.1. dan tabel 2.2. tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Strobe

Sinyal ini dipakai untuk sinkronisasi pengiriman data dari CPU ke printer, apakah printer sudah siap menerima data dari CPU atau belum. Jika printer telah siap menerima data maka sinyal ini mempunyai tingkat logika low, sedangkan pada keadaan normal sinyal ini mempunyai tingkat logika high.

2. Data 1 sampai dengan Data 8

Sinyal - sinyal ini mempersentasikan data, yang dikirim ke printer.

3. Acknowledge

Sinyal ini menyatakan bahwa printer telah siap menerima data atau data diterima oleh printer, dan printer siap menerima data lainnya apabila sinyal ini mempunyai tingkat logika low. Pada keadaan normal sinyal ini mempunyai tingkat logika high.

4. Busy

Sinyal ini akan mempunyai tingkat logika high apabila :

- Selama printer sedang memasukan data ke memori buffer printer.
- Selama printer sedang mencetak.
- Selama printer tidak ready (siap).

5. PE (Paper End)

Sinyal ini menunjukan bahwa printer tidak ada kertas apabila sinyal ini mempunyai tingkat logika high.

6. SLCY (Select)

Sinyal ini selalu berada pada tingkat logika high, dihubungkan ke +5 V melalui tahanan 3,3 Kohm. Sinyal ini dipakai untuk memberi isyarat bahwa printer berada dalam keadaan dipilih.

7. Autofeed-XT

Sinyal ini mempunyai tingkat logika low berarti CPU memerintahkan printer menaikkan kertas satu baris setelah mencetak.

8. Error

Sinyal ini mempunyai tingkat logika low jika printer dalam keadaan tidak ada kertas, off line, atau terjadi error.

9. Init (Initialisasi Printer)

Sinyal ini dipakai untuk mengontrol printer, yaitu men-reset keadaan awal printer dan men-clear-kan printer buffer dengan tingkat logika low. Pada keadaan normal sinyal ini berada pada tingkat logika high.

10. Slect-In (Select Input)

Sinyal ini dipakai untuk memungkinkan pemasukan data dari CPU ke printer apabila mempunyai tingkat logika low. Pada keadaan normal sinyal ini berada pada tingkat logika high.

11. Ground

Sinyal ini merupakan acuan tegangan 0 volt bagi jalur - jalur yang lain.

