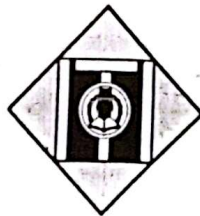


SISTIM RADIO KONTROL TERKOMPUTERISASI

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
Serpong

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 Sistim 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 Sistim Radio Kontrol Terkomputerisasi ini, kemampuan komputer dimasukkan kedalam sistim 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. Sistim 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 diumpankan ke pemancar radio AM berdaya rendah. Pemancar bekerja pada frekuensi 27 MHz dengan jarak jangkauan 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. Sistematika 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. Sistim 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 TPa	37
IV.1.2. Hasil Pengamatan TPb	38
IV.1.3. Hasil Pengamatan TPa	39
IV.1.4. Hasil Pengamatan TPd	40
IV.1.5. Hasil Pengamatan TPe	40
IV.2. Pengukuran pada Penerima	41
IV.2.1. Hasil Pengamatan TPa	42
IV.2.2. Hasil Pengamatan TPb	42
IV.2.3. Hasil Pengamatan TPa	43
IV.2.4. Hasil Pengamatan TPd	44
IV.2.5. Hasil Pengamatan TPe	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 sistim 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

1.1. Latar Belakang Penulisan

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

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

Melihat potensi diatas timbul suatu gagasan untuk menambahkan kepandaian kepada sistim radio kontrol konvensional tersebut. Yaitu dengan menambahkan kemampuan komputer kepada sistim 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 realistis waktu menerbangkan pesawat model.

1.2. 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 jangkauan 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.

1.3. 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.

1.4. 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 rangkaiannya.

BAB IV. Pengujian dan Pembahasan.

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

BAB V. Kesimpulan.

Berisi kesimpulan yang dapat diambil dari makalah ini.

BAB II

DASAR TEORI

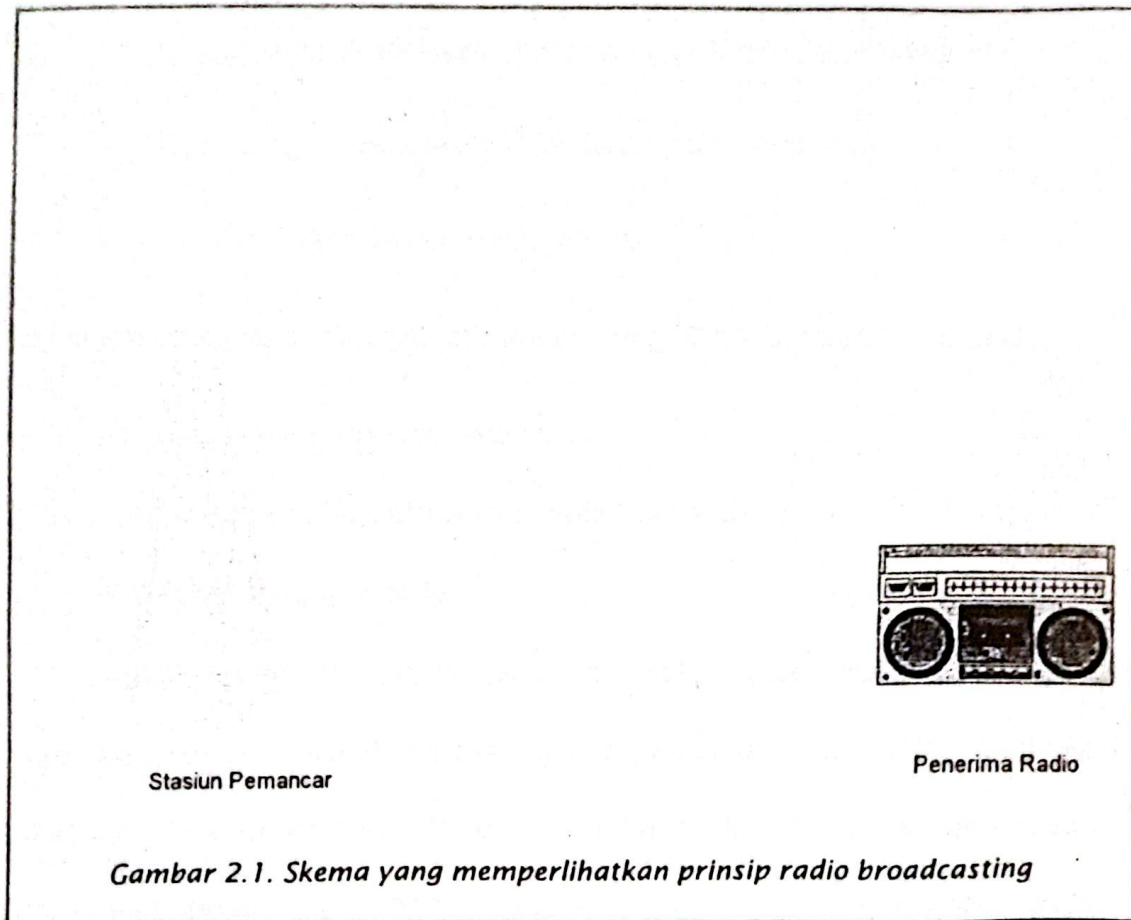
II.1. Pendahuluan

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.

Suatu 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 atmosfer 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

$\omega_c (= 2\pi f_c)$ = 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

$\omega_m (= 2\pi f_m)$ = 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 ditulis 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

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

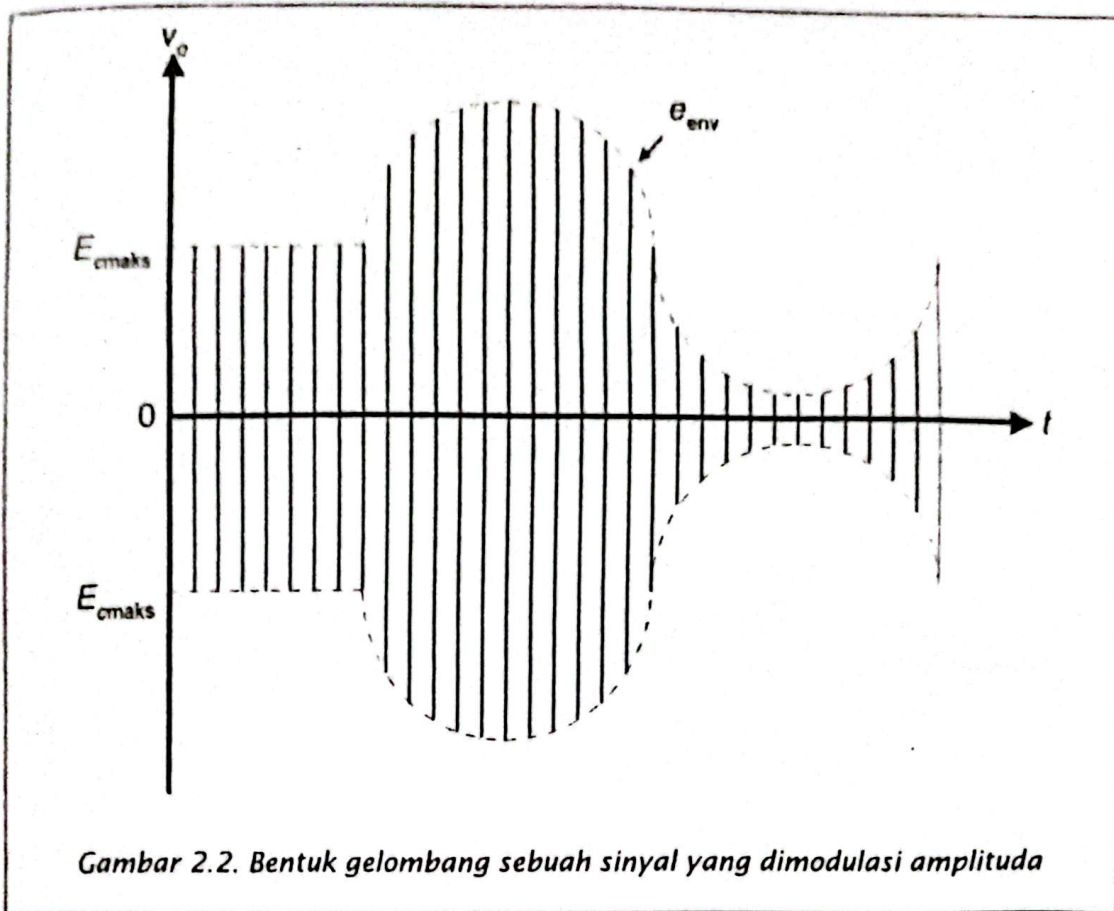
dengan : e_{env} = nilai sesaat dari gelombang selubung .

Dengan menggantikan 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 :

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

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

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



Sebagai fungsi m , Persamaan (2.5) dapat dituliskan sebagai

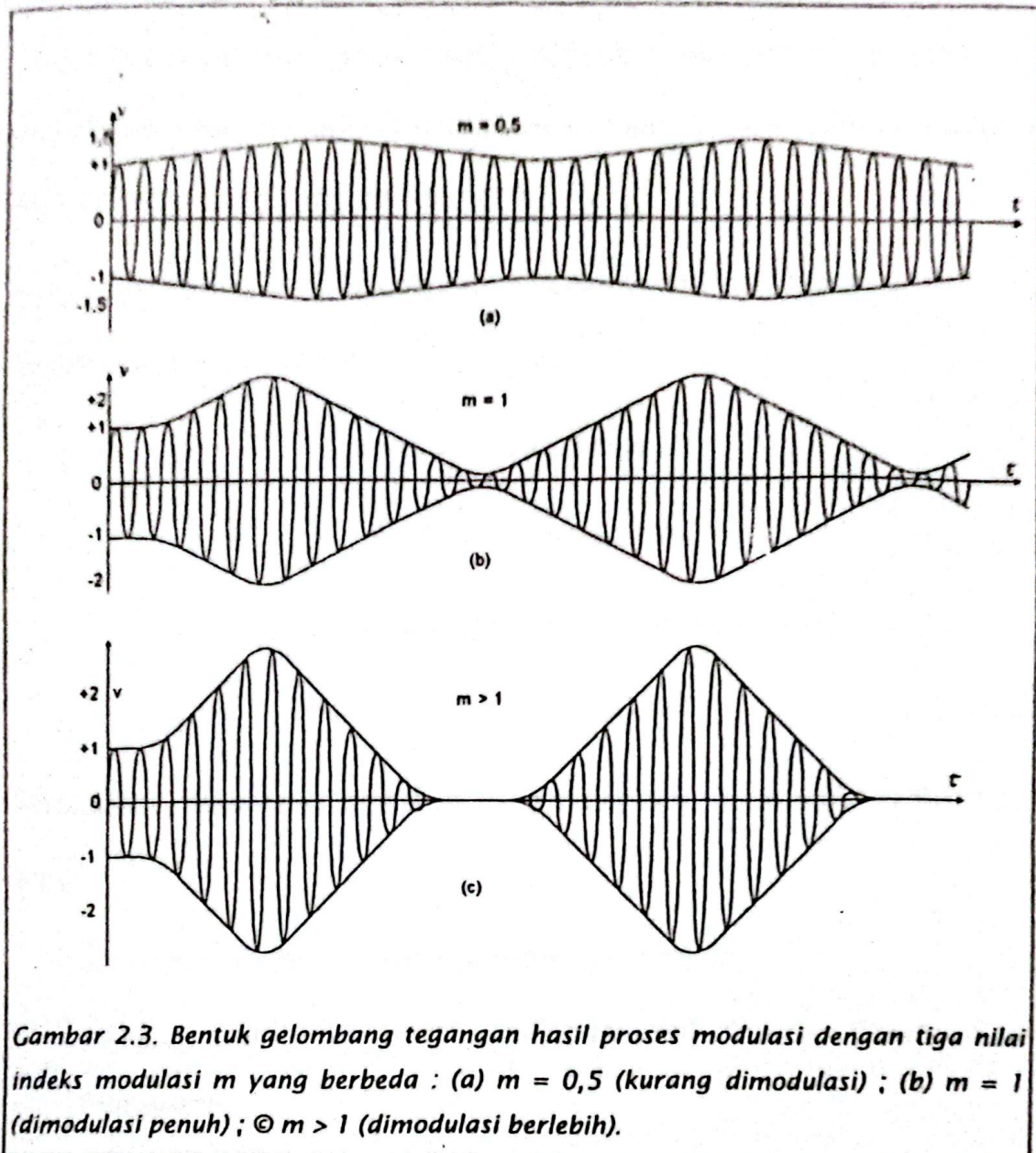
$$e_c = E_{cmaks} (1 + m \sin \omega_m t) \sin \omega_c t \quad (2.7)$$

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 $E_{maks} \approx 0$), sehingga batasan untuk m adalah $0 < m < 1$.



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 :

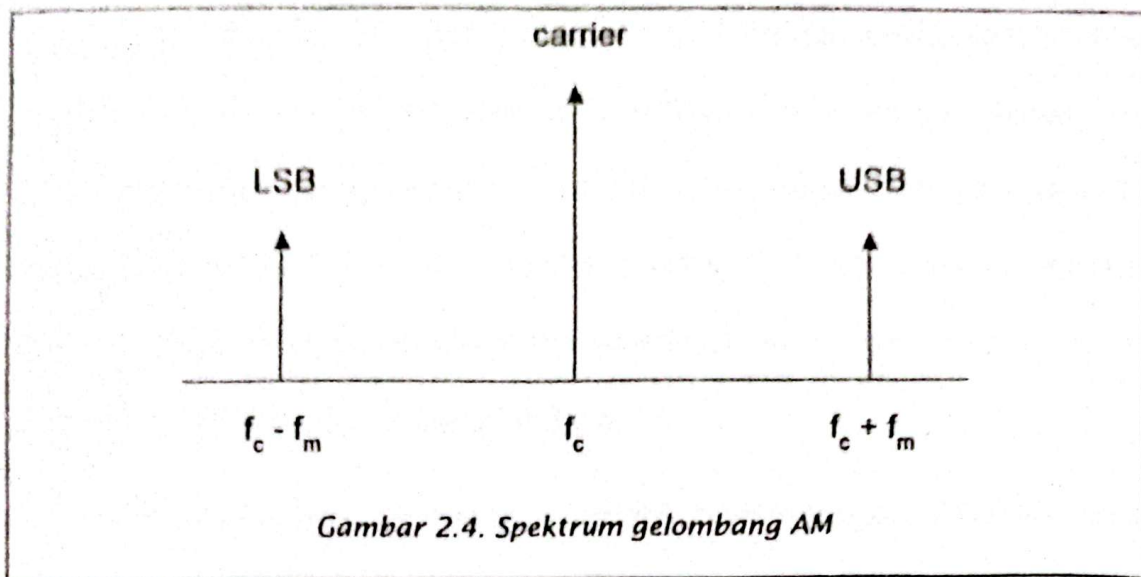
$$\begin{aligned} e &= (1 + m \sin \omega_m t) \sin \omega_c t \\ &= \sin \omega_c t + m \sin \omega_m t \sin \omega_c t \\ &= \sin \omega_c t + \frac{1}{2} m [\cos (\omega_c - \omega_m) t - \cos (\omega_c + \omega_m) t] \end{aligned} \quad (2.9)$$

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 pemodulasian 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 pemodulasian 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.

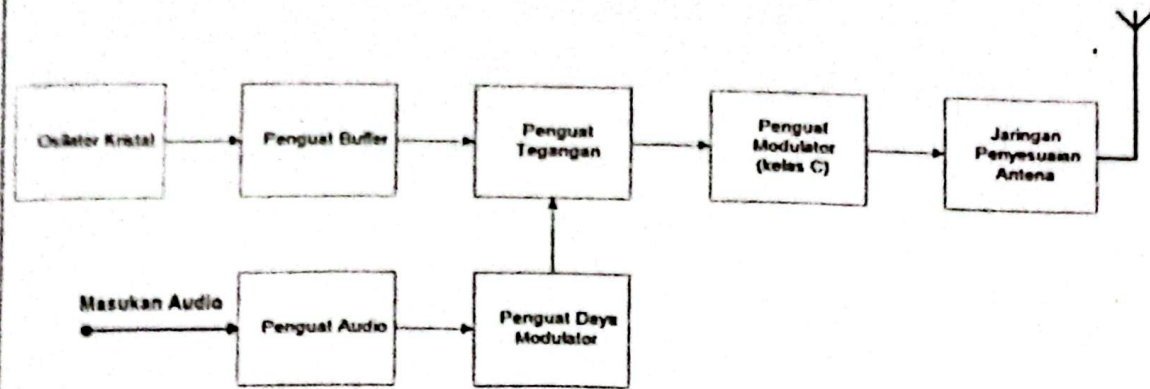
Pemancar-pemancar berdaya rendah, yaitu dengan daya keluaran hingga kira-kira 1 kW mungkin dibuat dengan transistor, tetapi sebagai suatu kebiasaan, pemancar-pemancar dengan daya yang lebih tinggi menggunakan tabung vakum pada tingkat penguat akhirnya, meskipun tingkat - tingkat rendahnya mungkin sudah 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

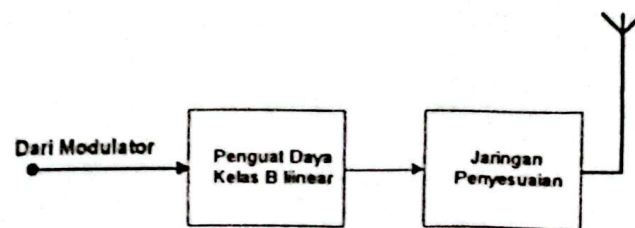
mengakibatkan timbulnya cacat yang tidak diinginkan pada selubung modulasi yang mengandung sinyal informasi. Untuk mengatasi masalah ini harus digunakan sebuah penguat daya yang linier, seperti misalnya penguat daya kelas B push-pull. Sayang sekali, efisiensi penguat daya kelas ini jauh lebih rendah 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 impedansi, 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 harmonisa yang kedua dari pembawa. Pada kebanyakan hal lebar jalur yang diperlukan adalah 3 dB pada ± 5 KHz di sekitar pembawa.

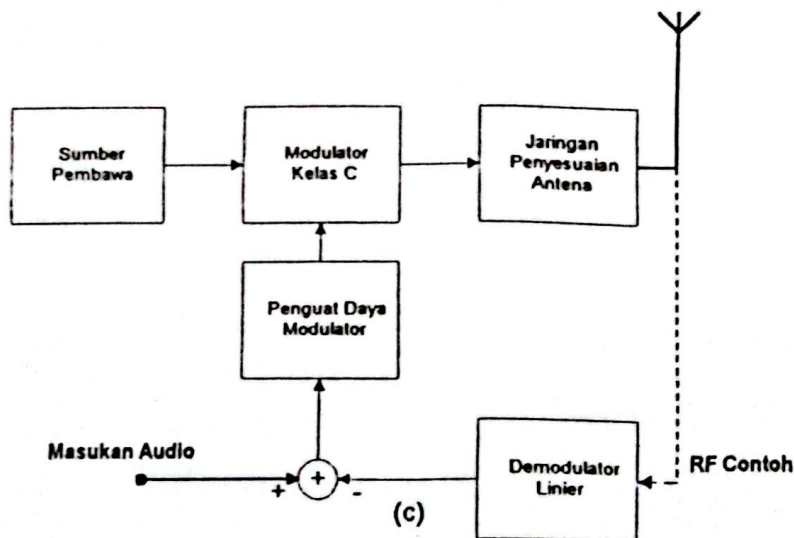
Umpan balik negatif cukup sering digunakan untuk memperoleh unjuk kerja yang linier dari suatu sistim modulator kelas C. Umpan balik didapatkan dengan cara seperti yang diperlihatkan pada gambar 2.5 © , dimana suatu contoh (sample) dari gelombang frekuensi radio yang dikirim ke antena diambil dan didemodulasi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



(a)



(b)



(c)

Gambar 2.5. Pemancar-pemancar yang dimodulasi amplitudo: (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.

11.2.4. 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.

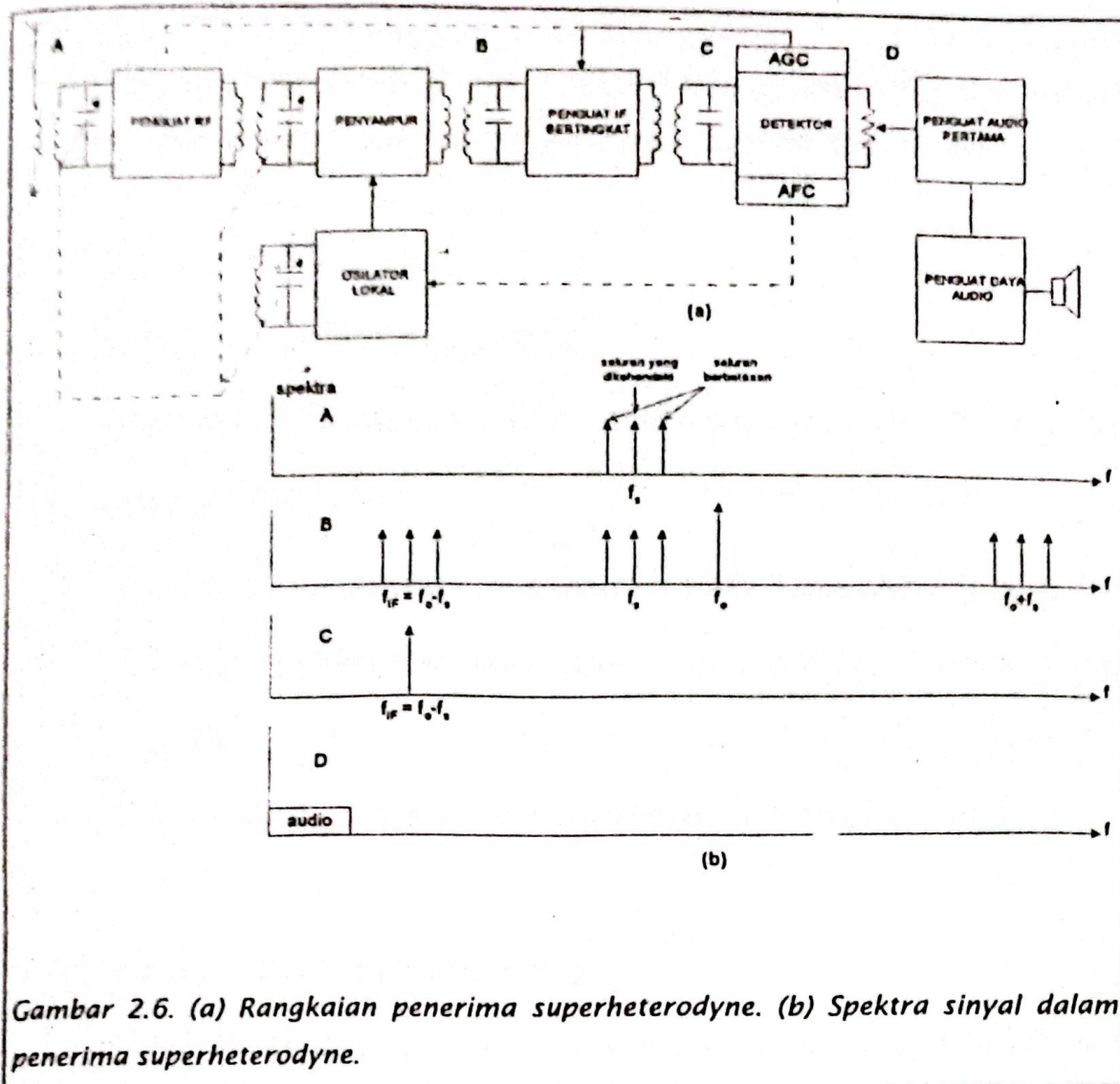
Untuk memperbaiki selektivitas saluran berbatasan ini dikembangkan penerima superheterodyne, dimana selektivitasnya diletakkan pada tingkat frekuensi menengah (Intermediate Frequency-IF). Selektivitas akan lebih terjamin pada frekuensi IF ini karena rangkaian - rangkaian ditala tetap pada frekuensi tertentu (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 diumpankan 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 menengah /IF) diumpankan 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

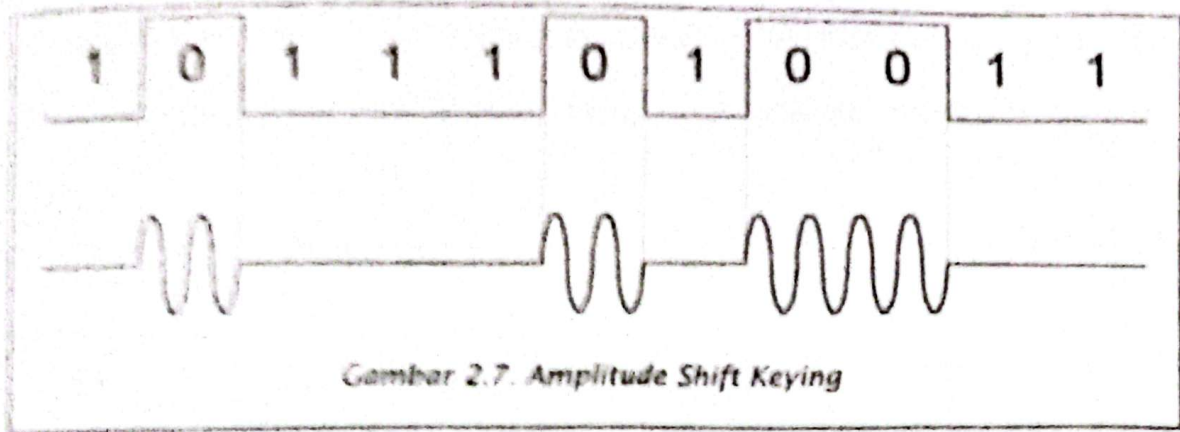
Pada dasarnya ada tiga metode untuk memodulasi data digital kepada gelombang pembawa, yaitu :

1. Modulasi Amplituda atau disebut juga Amplitude Shift Keying (ASK).
2. Modulasi Frekuensi atau disebut juga Frekuensi 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).

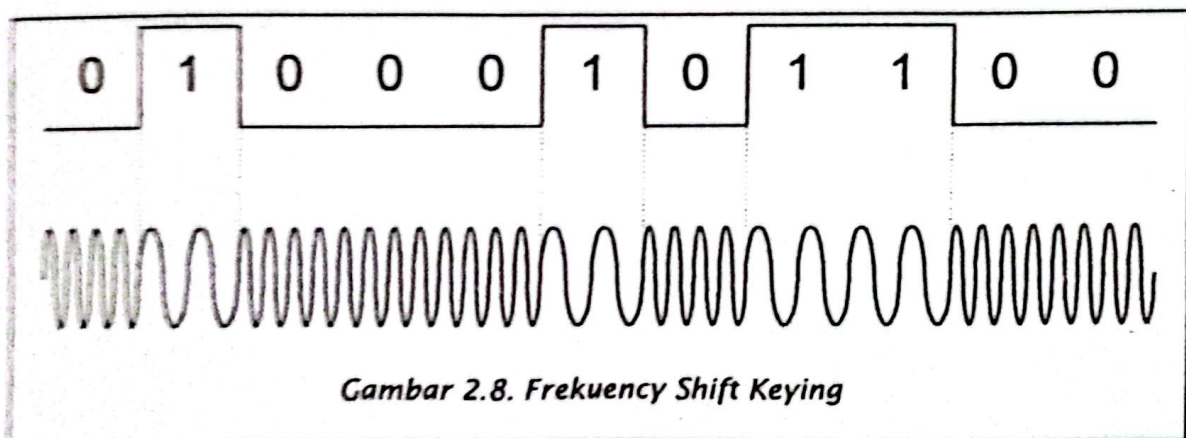
Gambar 2.8. memperlihatkan sinyal hasil modulasi Amplitude Shift Keying.



II.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.

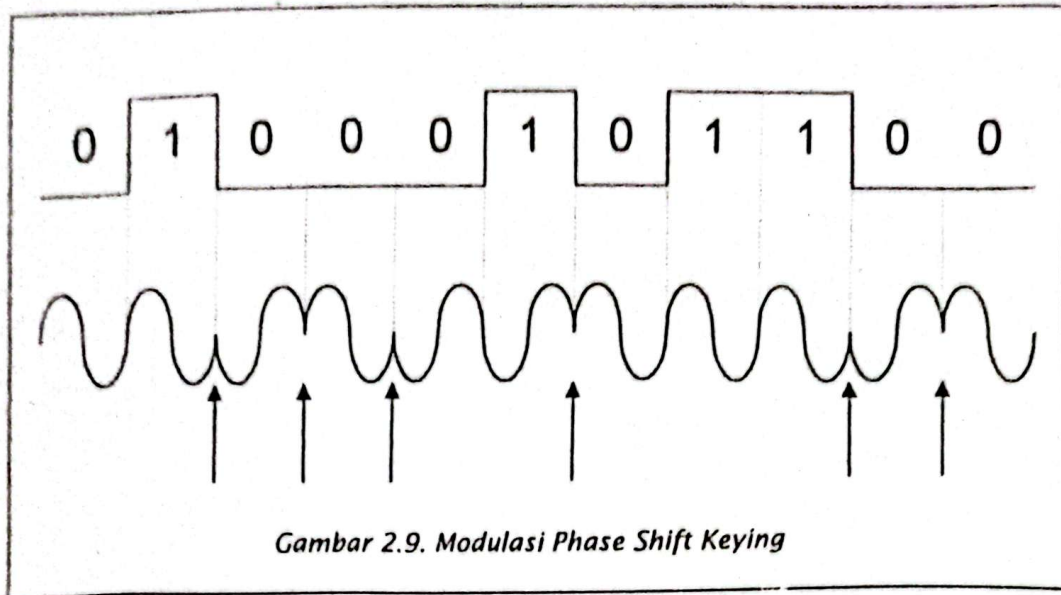
Gambar 2.9. memperlihatkan sinyal hasil modulasi Frequency Shift Keying.



II.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.



Gambar 2.9. Modulasi Phase Shift Keying

B A B III

DISAIN DAN KONSTRUKSI SISTIM

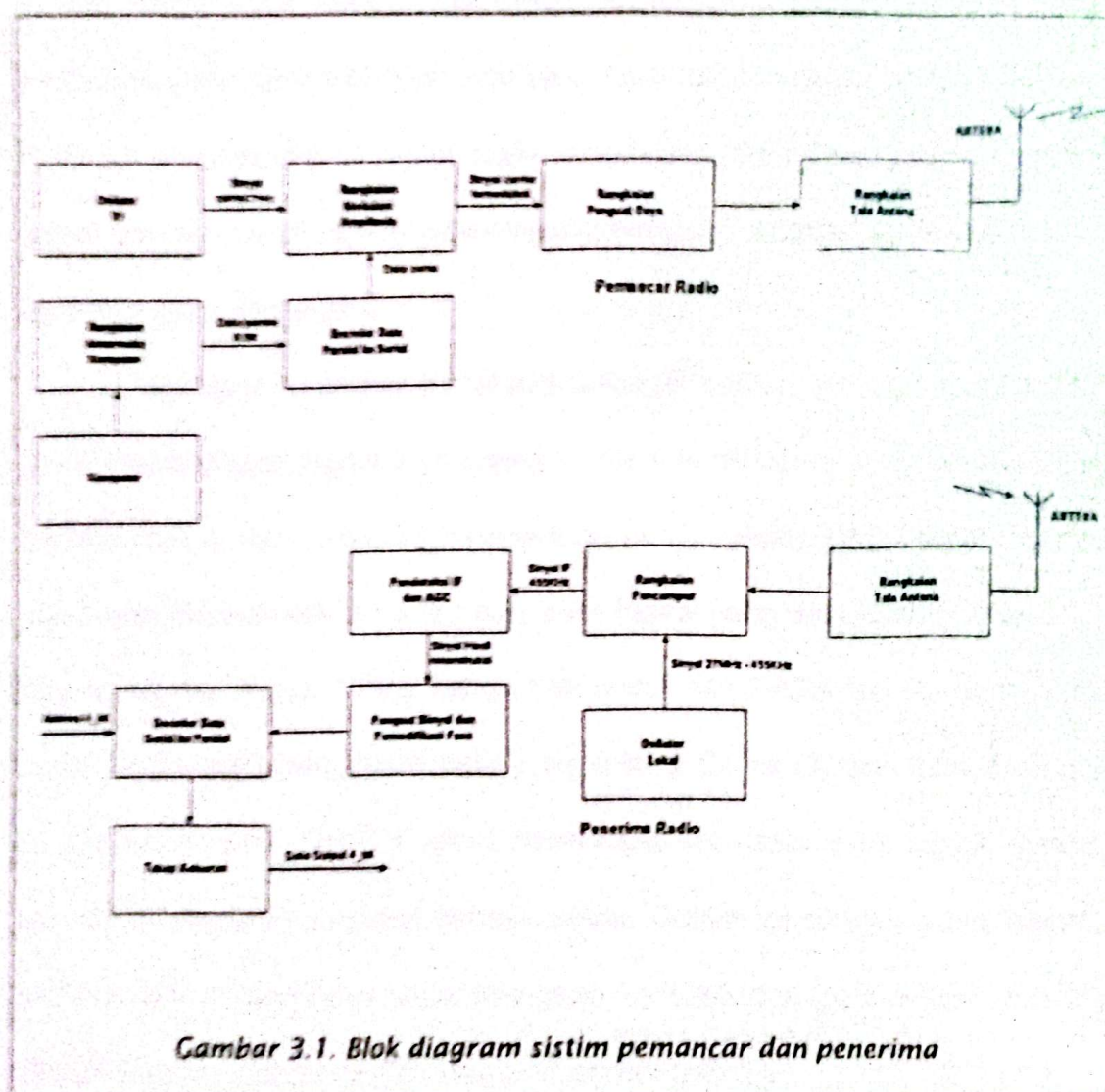
III.1. Blok Diagram Sistim

Untuk melihat dan memahami sistim 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 osilator rangkaian pemancar. Tahap selanjutnya adalah rangkaian detektor IF dan penguat jangkauan (gain amplifier) yang diikuti oleh penguat sinyal dan *phase modification* yang menghasilkan sinyal dengan level tegangan yang sesuai dengan kemampuan IC dekoder. Selanjutnya diikuti oleh rangkaian dekoder yang telah diset sebagai alamat tertentu dan berfungsi mengembalikan data serial ke bentuk paralelnya seperti pada keluaran rangkaian interface pemancar.



Gambar 3.1. Blok diagram sistim pemancar dan penerima

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

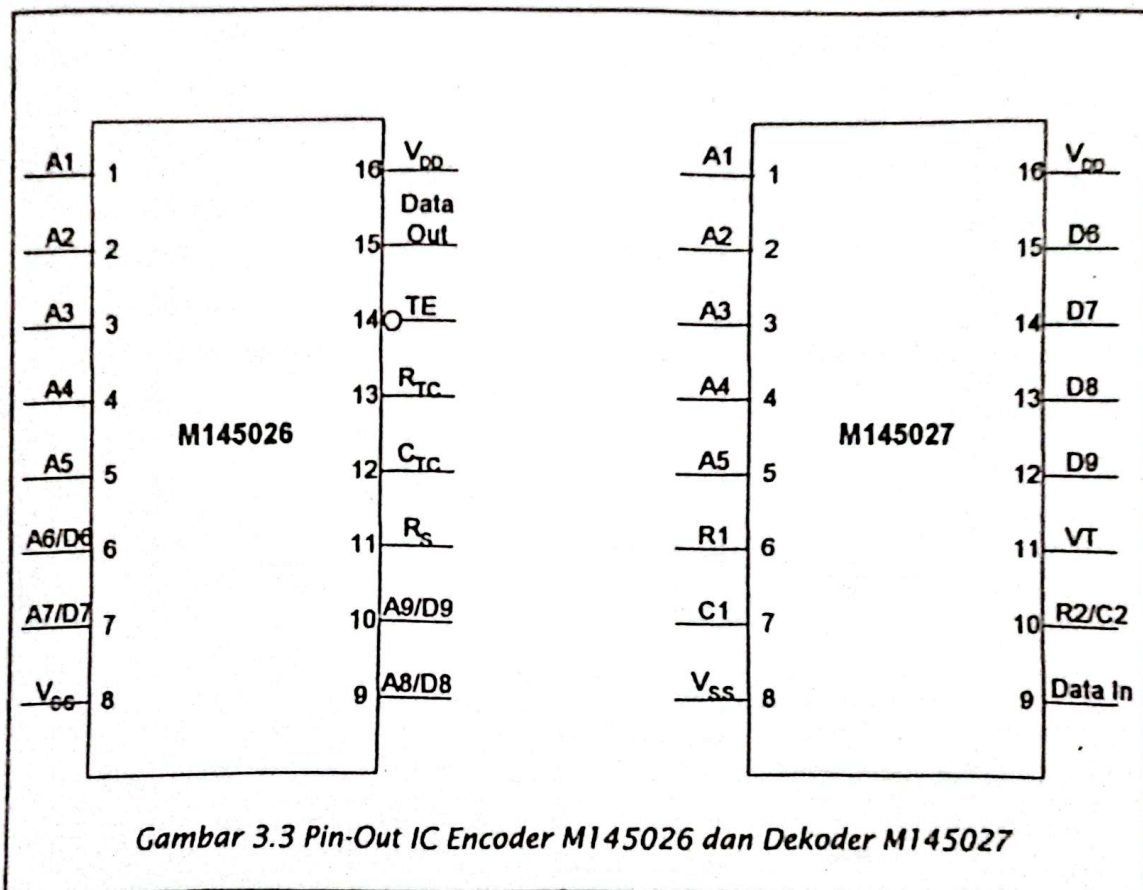
III.2. Sistem Pemancar

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.

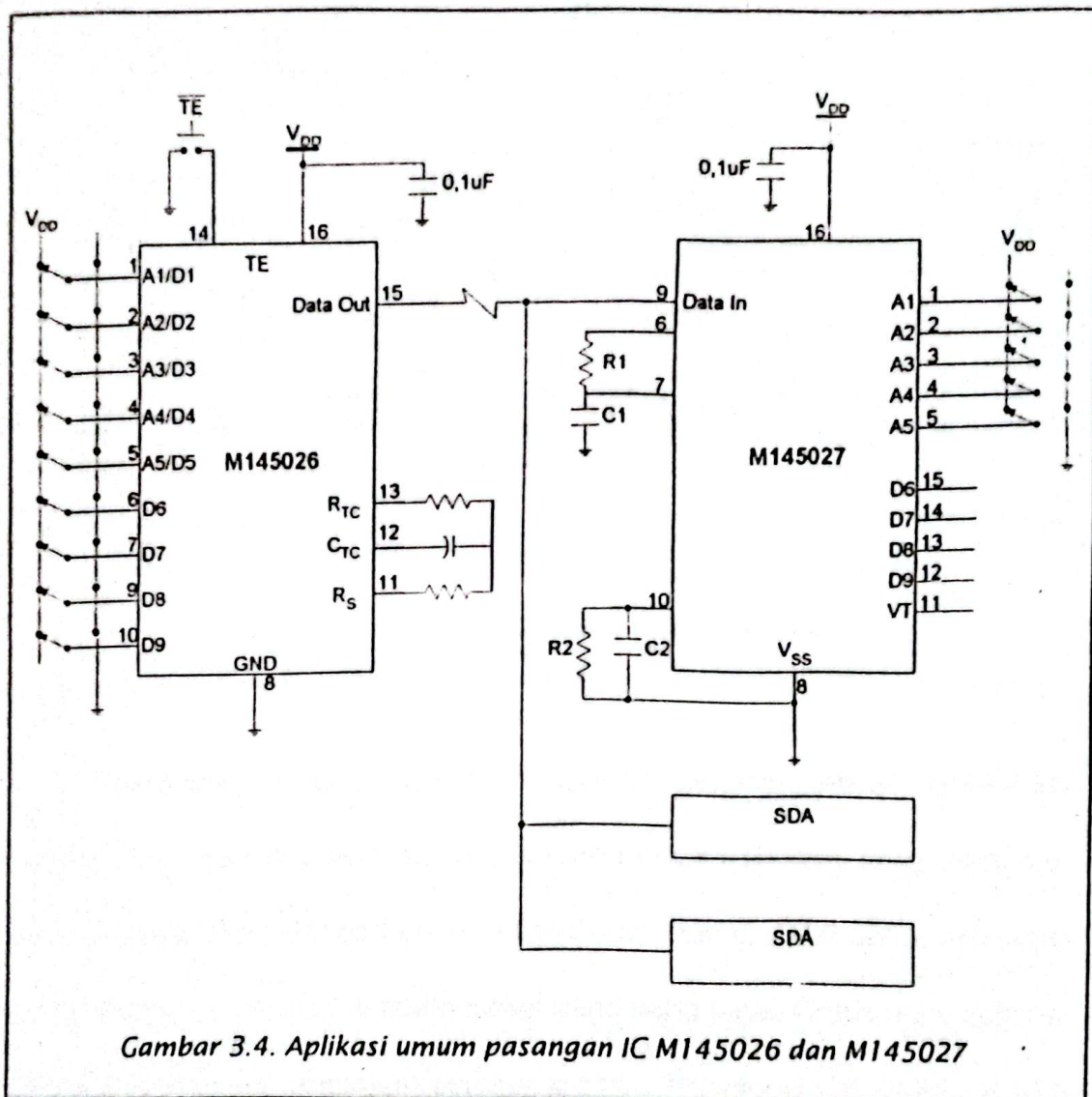
Cara kerja rangkaian ini adalah sebagai berikut. Ketika input CLOCK (pin 8) berubah dari logika 0 ke logika 1, maka level logika yang berada pada DATA-a dan -b (pin 1 dan 2) dipindahkan ke Q_1 . Pulsa CLOCK selanjutnya juga memindahkan DATA ke Q_1 , dan level logika yang sebelumnya ada di Q_1 digeser 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 ke dalam register secara serial. Dalam rangkaian yang dibuat, DATA-a dan -b keduanya disambungkan ke DB_0 dari port printer (pin 2), CLOCK disambungkan ke DB_1 dari port printer (pin 3).

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 berurutan yang lebih pendek dan logika "1" dikodekan sebagai pulsa berurutan 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

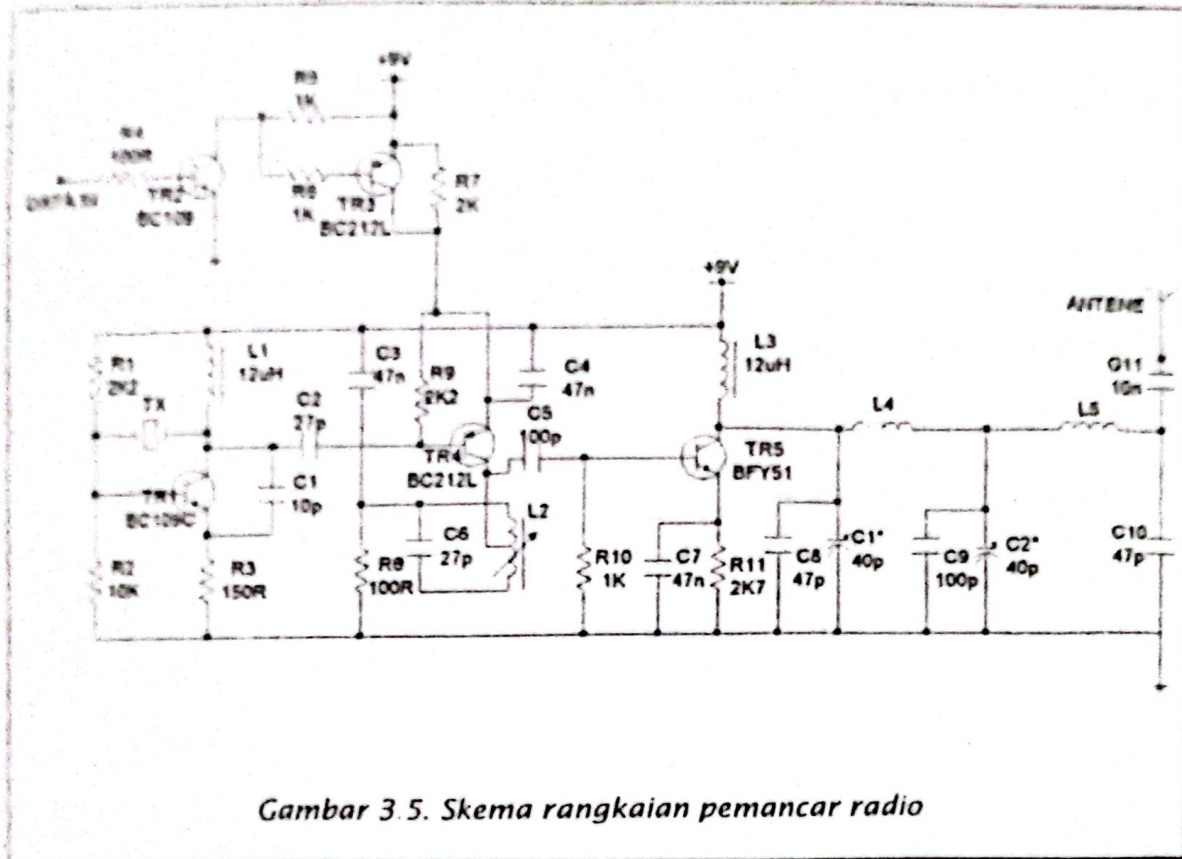
perbaikan kesalahan. Frekuensi *clock* untuk transmisi data serial diatur oleh rangkaian RC eksternal yang dihubungkan ke pin-pin RS (pin 11), CTC (pin 12), dan RTC (pin 13). Nilai-nilai dari rangkaian eksternal ini dapat ditentukan berdasarkan data sheet dari IC tersebut. Untuk rancangan ini frekuensi clock telah dipilih sebesar 1,71 KHz, sehingga diperlukan nilai-nilai RTC (R5) = 50K, RS (R6) = 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

III.2.1. 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 antenna.



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_6 dan L_2 . Sinyal informasi diumpankan 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.

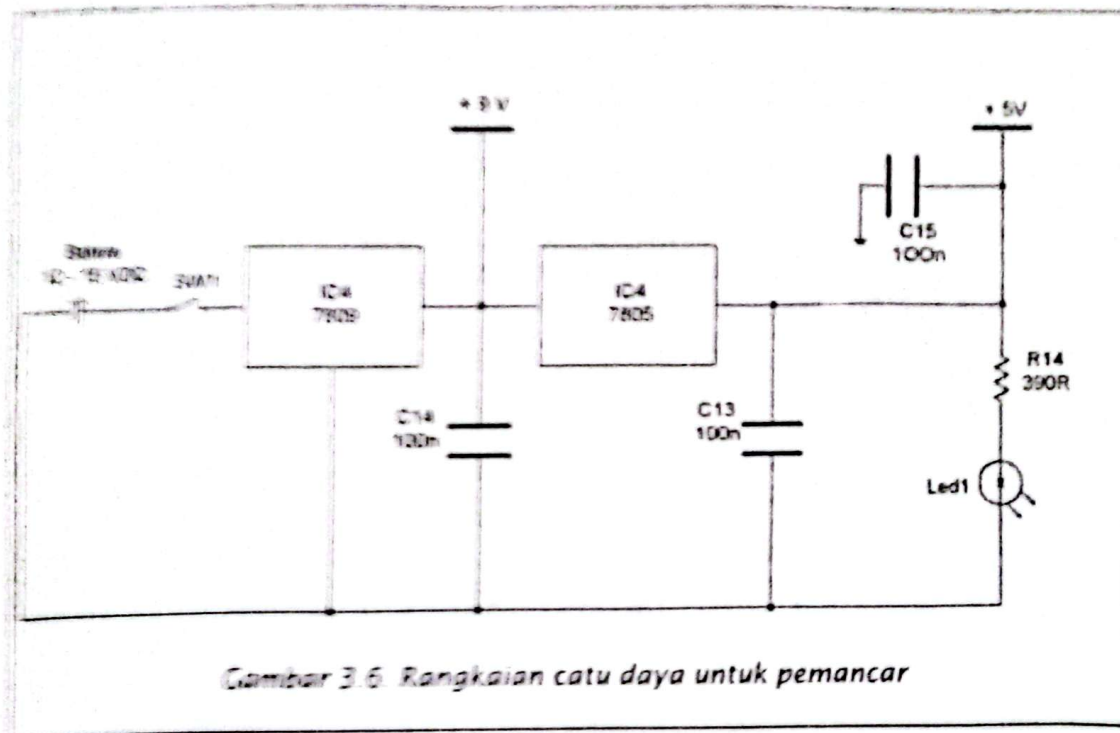
Rangkaian **modulator** diikuti oleh rangkaian penguat daya. Disini digunakan transistor berdaya kuat (TR_5 , BFY51). Daya keluaran didorong sampai sekitar 400mW.

Rangkaian penguat daya selanjutnya diikuti oleh rangkaian **penyesuaian antena**. Sinyal yang sudah diperkuat diumpankan ke rangkaian output antena yang ditala. Dua rangkaian LC ditala pada frekuensi pembawa untuk meningkatkan efisiensi. Kapasitor C_{11} digunakan untuk menggandeng 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.

3.1.4 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 radiohik dan 5 V 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.

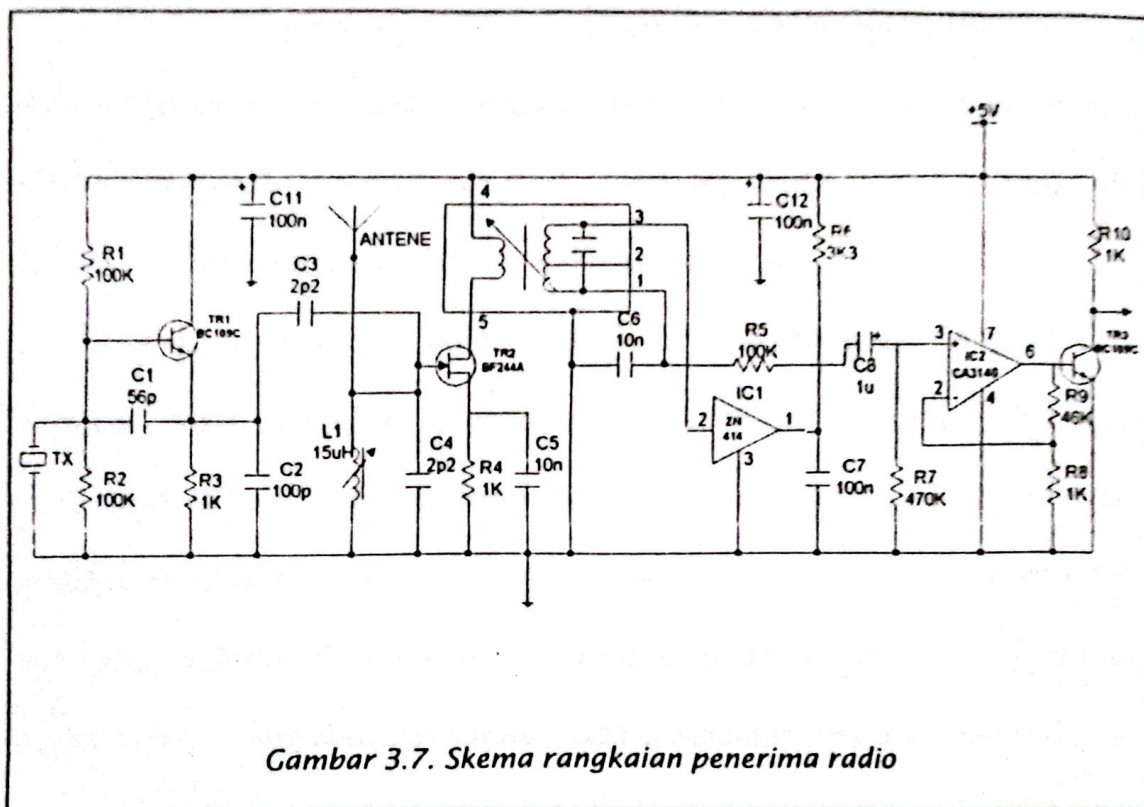


3.1.1 Sistem Penerima

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



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 μH 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 diumpankan 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 **pendeteksi IF** dan pengatur perolehan otomatis (AGC). Sinyal frekuensi IF diumpankan ke rangkaian ini. Rangkaian ini didasari oleh ZN414 IC Radio AM chip tunggal. Chip ini menyatukan berbagai fungsi, seperti penguatan RF, pendeteksian 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 pendeteksian akhirnya diumpankan ke rangkaian penguat sinyal.

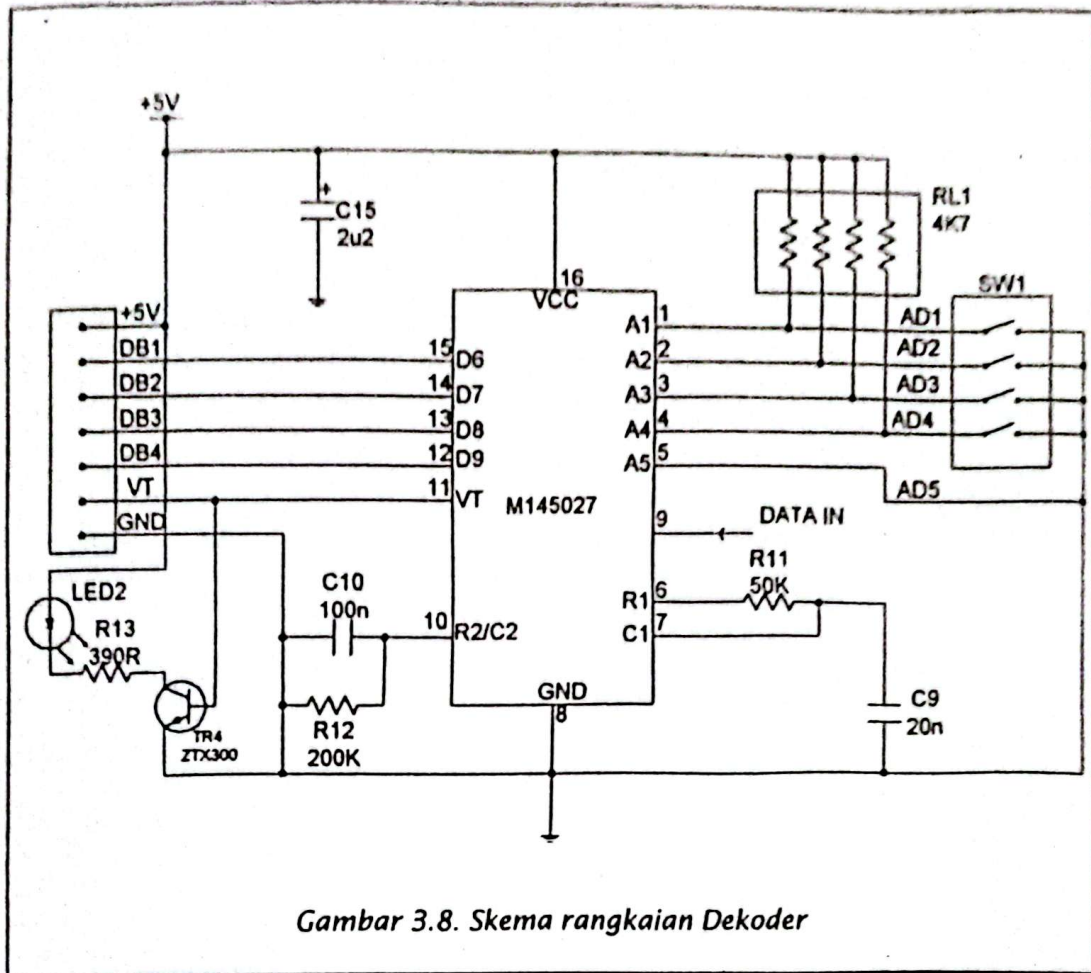
Tahap terakhir dari rangkaian penerima radio adalah rangkaian **penguat sinyal**. Rangkaian ini menguatkan sinyal keluaran rangkaian sebelumnya ke level tegangan yang dibutuhkan oleh IC dekoder. Penguat ini didasarkan pada Penguat Operasional CA3140 yang dirancang sebagai penguat tak membalik. Penguatannya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

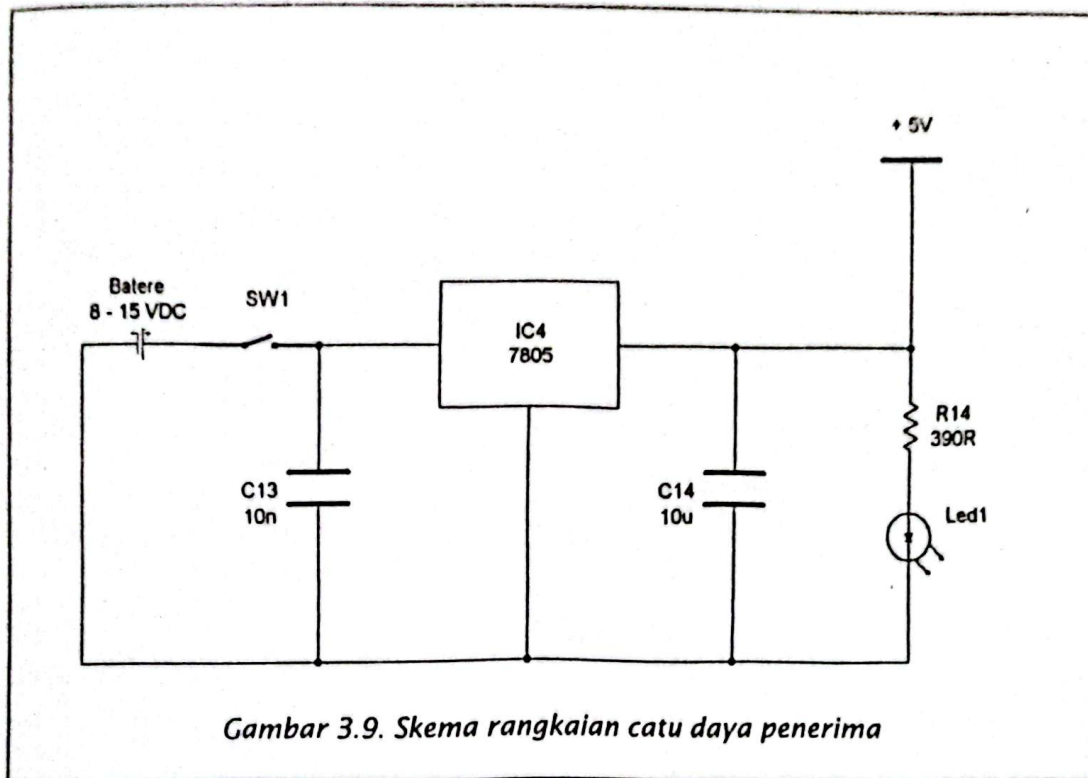


Gambar 3.8. Skema rangkaian Dekoder

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

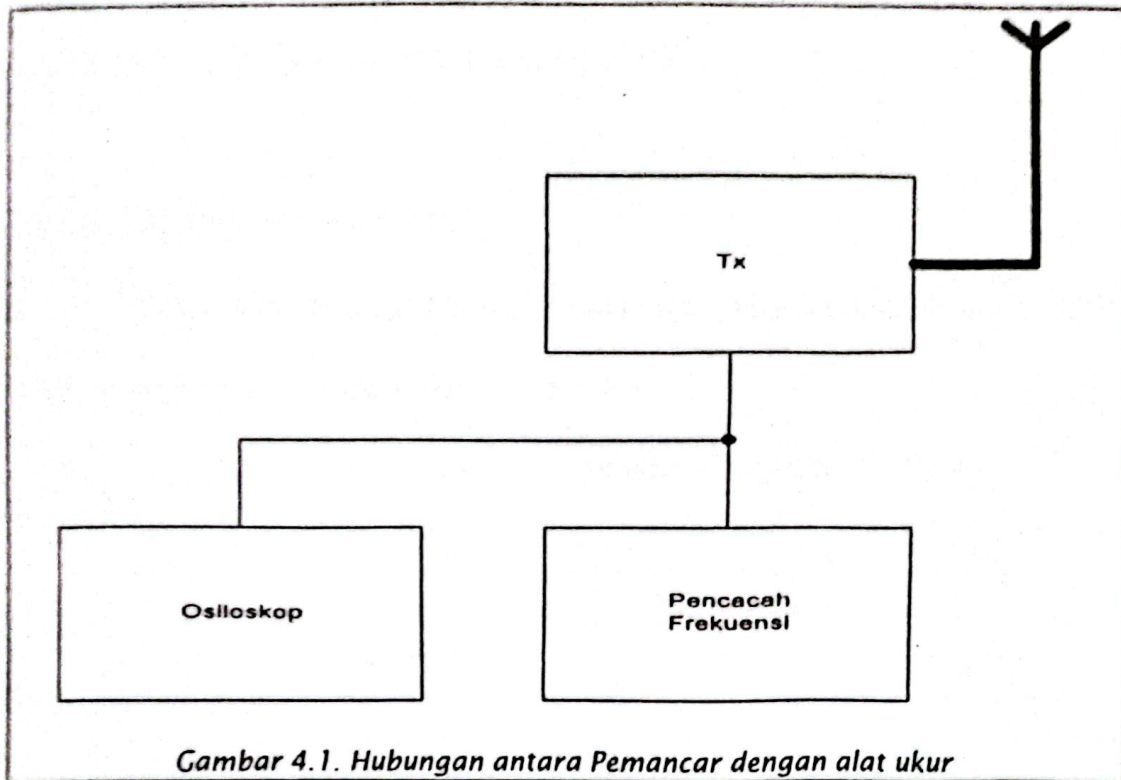
Pada bab ini akan disajikan tabel-tabel hasil pengukuran, metode pengukuran dan pembahasan hasil-hasilnya. Pengukuran yang dilakukan meliputi, pengukuran tahap awal yaitu pengukuran keluaran masing-masing blok rangkaian yang membangun sistim ini dan selanjutnya adalah pengukuran terhadap jarak jangkauan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

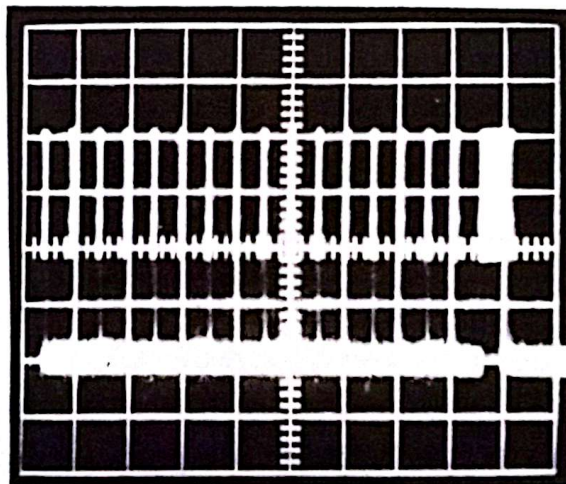
Pengamatan ini dilakukan untuk melihat keluaran rangkaian Penguat Tegangan. Hasil pengamatan disajikan pada tabel 4.3.

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

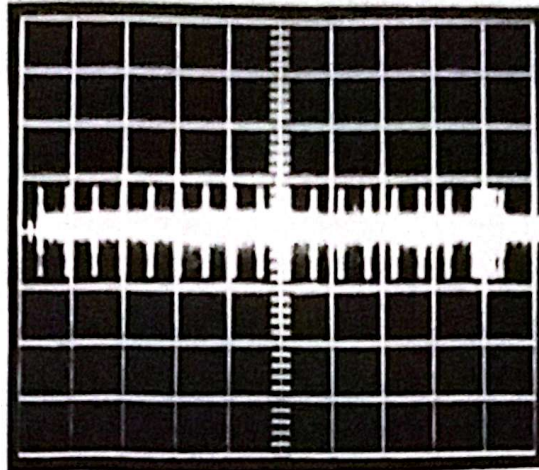
Pengamatan ini dilakukan untuk melihat keluaran rangkaian Penguat Daya. Hasil pengamatan disajikan pada tabel 4.5.

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 amplitudo 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

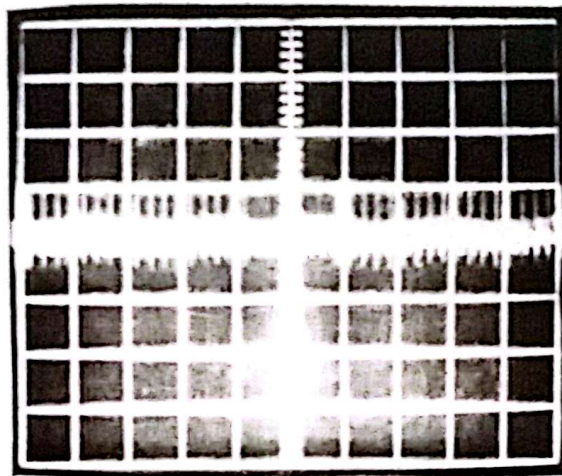
Pengamatan ini dilakukan untuk melihat keluaran rangkaian Pencampur. Hasil pengamatan disajikan pada tabel 4.7.

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

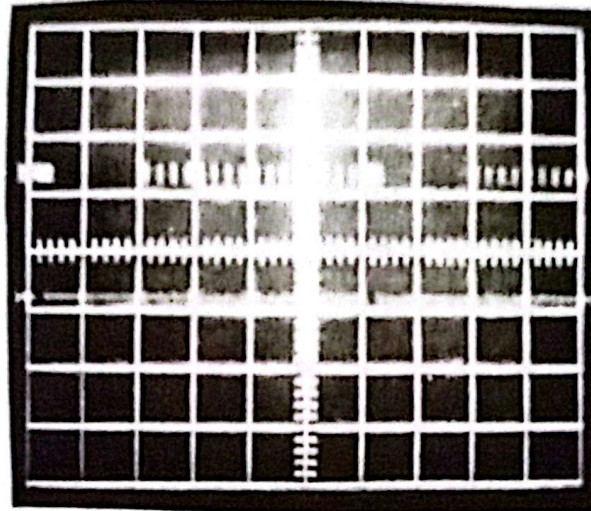
IV.2.3. Hasil Pengamatan TPc

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 Penguat 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 amplitudo yang lebih besar.

IV.2.5. Hasil Pengamatan Tpe

Pengamatan ini dilakukan untuk melihat keluaran rangkaian Pembalik.

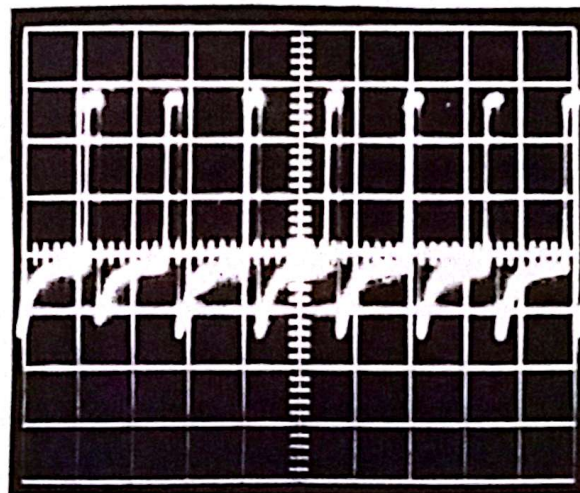
Hasil pengamatan disajikan pada tabel 4.10.

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 vol/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 dipasang 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 jangkauan 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 sistim ini memerlukan pengembangan perangkat lunak yang dapat memberikan perintah yang sesuai untuk suatu obyek model.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Dennis Roddy, John Coolen, dan Kemal 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 DB0,
 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) DB0 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}
```



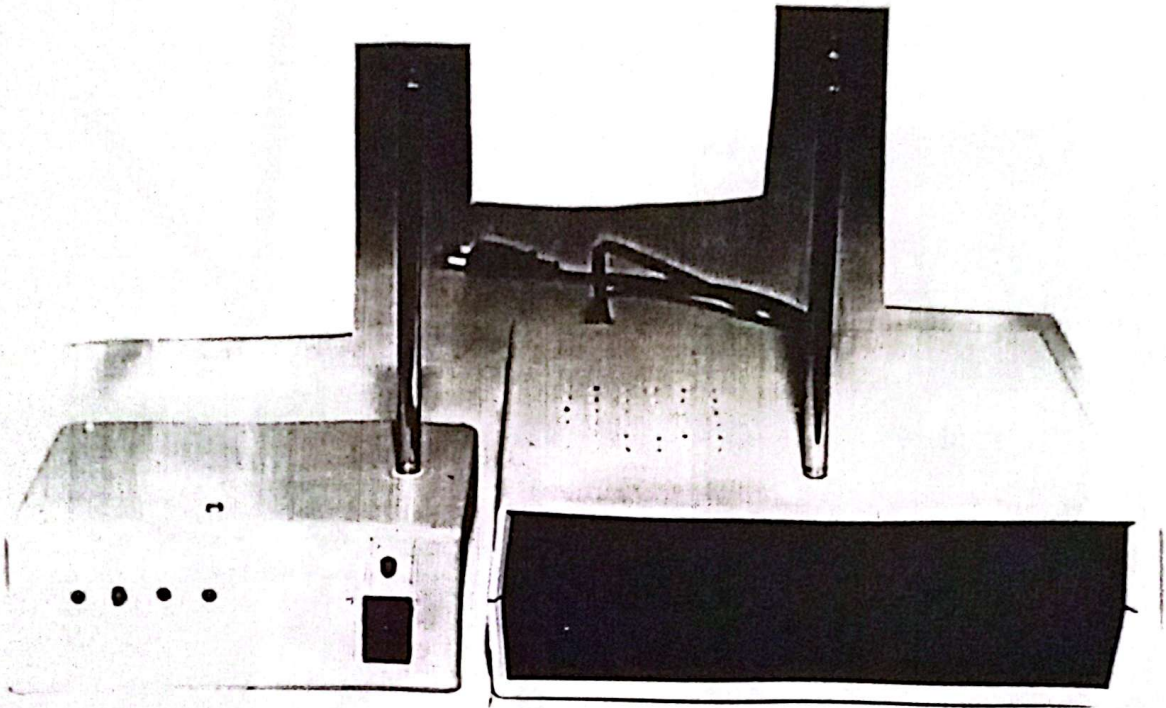
```

        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;
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;
    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_nyal (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.
end.

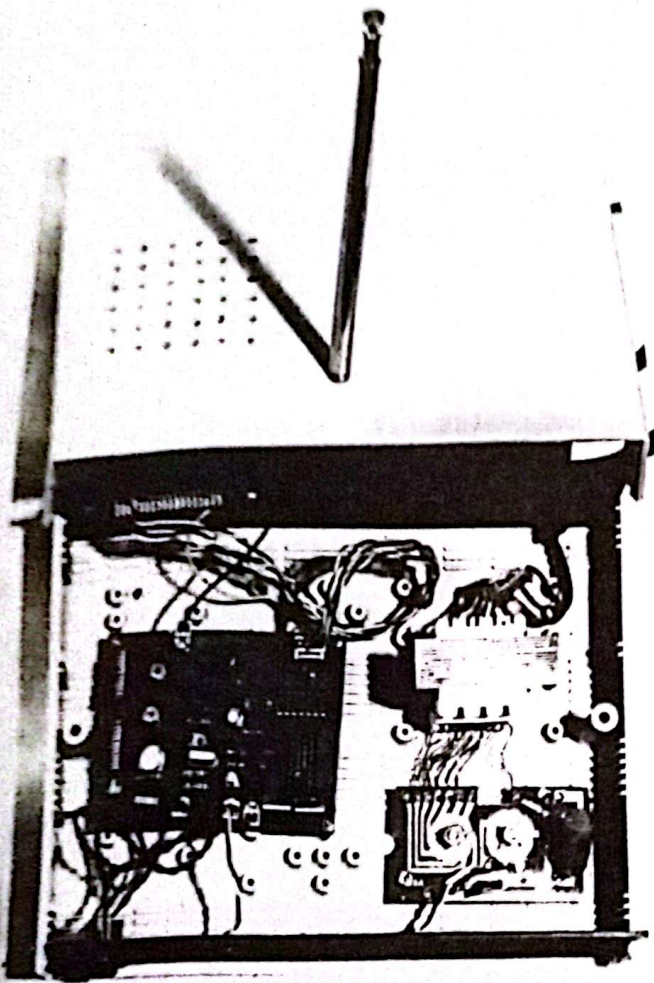
```

LAMPIRAN B

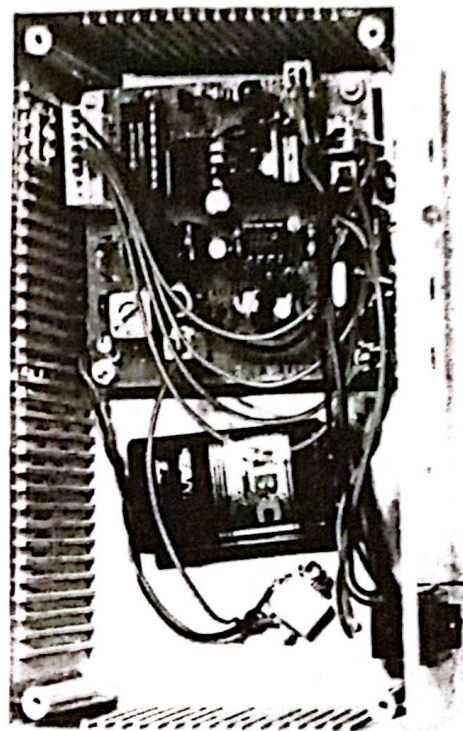
FOTO ALAT



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. SLCT (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 (Inisialisasi Printer)

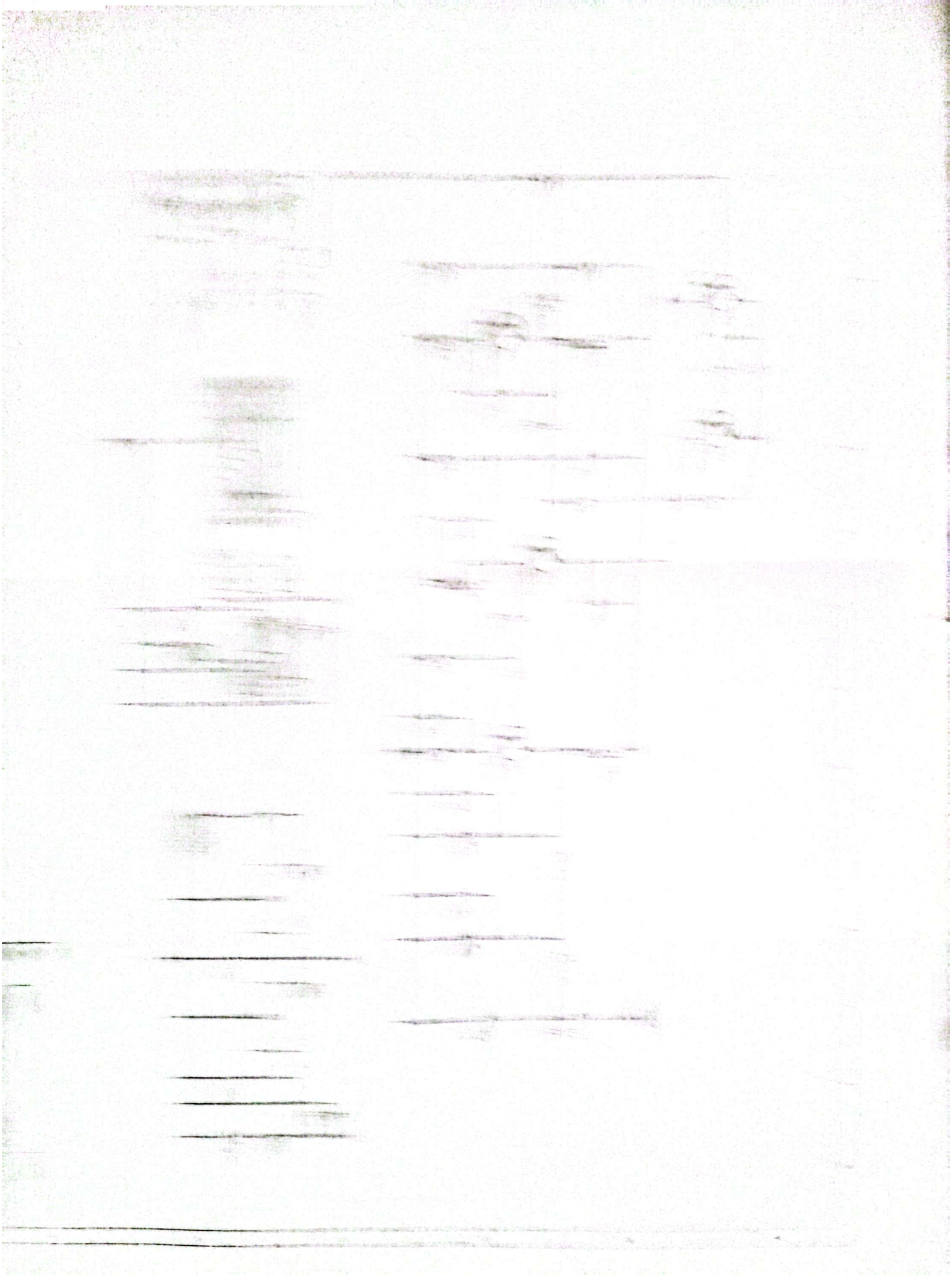
Sinyal ini dipakai untuk mengontrol printer, yaitu men-reset keadaan awal printer dan men-clear-kan printer buffer dengan tingkat logika low. Pada keadaan normal sinyal ini berada pada tingkat logika high.

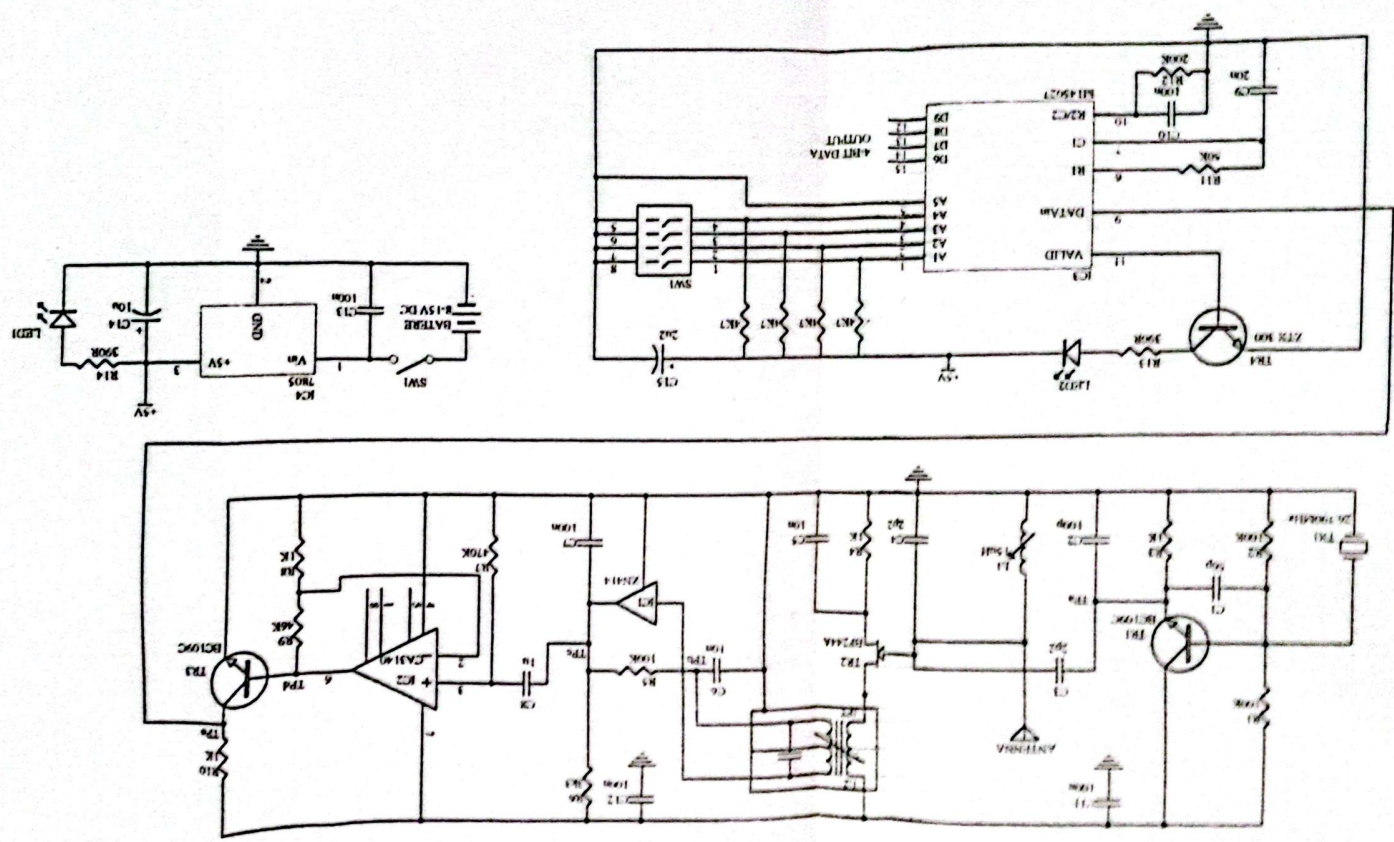
10. Slct-In (Select Input)

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.





Title	
Number	Revision
Drawn by	Checked by
Date	2-Apr-1997
C:\PSPICE\PROJECTS\DATA.SCH	