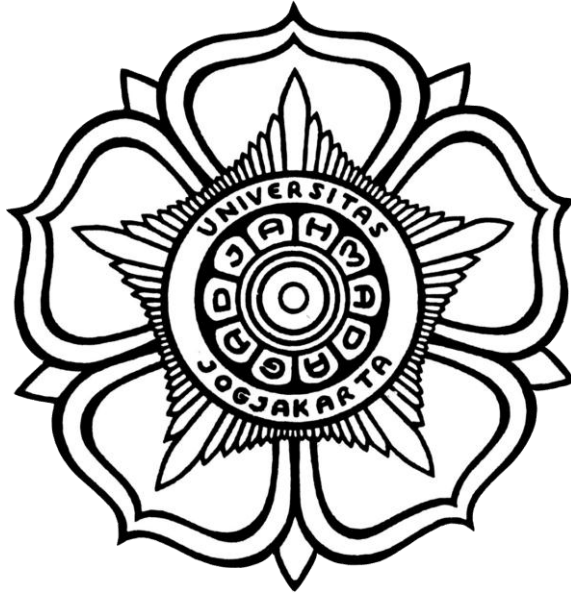


TELEKOMUNIKASI DASAR
Kode Praktikum : TKEE 162106P



LABORATORIUM SISTEM FREKUENSI TINGGI

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO DAN TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS GADJAH MADA
YOGYAKARTA

2018

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, karunia, serta petunjuk-Nya sehingga panduan praktikum ini telah terselesaikan dengan baik. Dalam penyusunan panduan praktikum ini, tim penulis telah banyak mendapatkan arahan, bantuan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. <isi dengan nama Kadep>
2. <isi dengan nama Sekdep>
3. <isi dengan nama Dosen yang terlibat dalam penyusunan>
4. Dan seterusnya

dst

Semoga panduan praktikum ini bisa dimanfaatkan dengan baik.

Hormat kami

Tim Penyusun

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR SINGKATAN.....	3
UNIT 0	4
A. Petunjuk Keselamatan Umum.....	4
B. Aturan Khusus Keselamatan di Laboratorium <nama laboratorium>	5
UNIT I.....	6
A. Dasar Teori	6
B. Panduan Percobaan	13
C. Lembar Pengamatan	16
UNIT II.....	23
A. Dasar Teori	23
B. Panduan Percobaan	25
C. Lembar Pengamatan	27
UNIT III	37
A. Dasar Teori	37
B. Panduan Percobaan	39
C. Lembar Pengamatan	44
UNIT IV.....	50
A. Dasar Teori	50
B. Langkah Percobaan	56
C. Lembar Pengamatan	60
UNIT V	67

A. Dasar Teori	67
B. Panduan Percobaan	73
C. Lembar Pengamatan	75
RF.....	75
UNIT VI	78
A. Dasar Teori	78
B. Langkah Percobaan	84
E. Membandingkan hasil pengujian dengan data-sheet	101
F. Pengujian XYZ	101
UNIT III	102
A. Sedikit teori	102
B. Pengujian rangkaian lanjut Op-amp	102
C. Pengujian XYZ	103
DAFTAR PUSTAKA	104
LAMPIRAN I	105
CONTOH TEMPLATE PRE-TEST DAN POST-TEST	105
LAMPIRAN II	108
LAMPIRAN III	109

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Diagram blok Voltage Controlled Oscillator	6
Gambar 1. 2 Karakter AM-DSBFC : (a) Spektrum daya di kawasan frekuensi; (b) Sinyal pemodulasi; (c) Sinyal pembawa; (d) Sinyal Termodulasi DSB-FC AM.....	8
Gambar 1. 3 Envelope Detector: Untai dan gelombang keluarannya	9
Gambar 1. 4 Karakter DSB-SC AM: (a) Spektrum daya di kawasan frekuensi, (b) Sinyal termodulasi DSB-SC AM.....	10
Gambar 1. 5 Modulasi frekuensi.	10
Gambar 1. 6 Fungsi Bessel orde n dari beberapa nilai β	12
Gambar 2. 1 Format aliran data RS-232	23
Gambar 2. 2 Susunan perangkat praktikum RS-232	24
Gambar 2. 3 Standard RS-232 DB-9 pin untuk komunikasi asinkron.	25
Gambar 3. 1 Hubungan arus dengan intensitas cahaya yang diemisikan	37
Gambar 3. 2 Hasil pengubahan pesan dari fungsi arus terhadap waktu menjadi fungsi intensitas terhadap	38
Gambar 3. 3 (a) sinyal yang dikirim, (b) sinyal yang terkontaminasi derau, (c) sinyal hasil rekonstruksi di penerima	38
Gambar 3. 4 Transmisi dengan pemantul	42
Gambar 4. 1 Untai pengirim transmisi digital ragam sinkron	54
Gambar 4. 2 Untai penerima transmisi digital ragam sinkron	55
Gambar 6. 1 Diagram blok rangkaian Tutor Telephony TST 298.....	78
Gambar 6. 2 Tampilan monitor automatic run	79
Gambar 6. 3 Keadaan on/off nada	80
Gambar 6. 4 Modul pembangkit nada TST 298 E.....	80
Gambar 6. 5 Central battery operation.....	81
Gambar 6. 6 Modul penerima digit TST 298 B.....	82
Gambar 6. 7 Pendialan pulsa.....	82
Gambar 6. 8 Matriks saklar TST 298 C	83

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Pengujian Kabilrasi VCO	16
Tabel 1. 2 Pengujian Kendali Frekuensi.....	16
Tabel 1. 3 Kalibrasi Atenuator	17
Tabel 1. 4 Tanggapan Frekuensi	18
Tabel 1. 5 Pengujian Modulasi Amplitude	19
Tabel 1. 6 Keluaran Prasikap	20
Tabel 1. 7 Keluaran Prasikap 2	20
Tabel 2. 1 Percobaan 1.1 5 bit.....	28
Tabel 2. 2 Contoh Tabel Landscape.....	99

DAFTAR SINGKATAN

P

Pre-test Tes yang diberikan sebelum praktikum dilaksanakan atau sebelum praktikum dimulai di awal-awal semester

Post-test Tes yang diberikan setelah praktikum dilaksanakan atau setelah semua kegiatan praktikum selesai di akhir semester

G

Game Aktivitas bermain yang dilakukan dalam konteks berpura-pura namun terlihat seperti realitas, yang mana pemainnya memiliki tujuan untuk mendapatkan satu kemenangan serta dilakukan sesuai dengan aturan permainan yang telah dibuat

Game Asset Elemen-elemen penyusun *game* seperti *art* (gambar), *sound* (musik), *program (behavior)*

Game Design Proses mengimajinasikan suatu ide *game*, mendefinisikan bagaimana suatu *game* bekerja, mendeskripsikan elemen-elemen yang membangun *game*

UNIT 0

PETUNJUK KESELAMATAN PRAKTIKUM

Dalam rangka memperbaiki kualitas praktikum maka sebelum praktikum dimulai asisten atau laboran menginformasikan hal-hal yang berkaitan dengan keselamatan mahasiswa praktikan di laboratorium. Hal-hal yang harus diinformasikan kepada mahasiswa praktikan antara lain:

1. Letak pintu keluar dan pintu keluar darurat
2. Himbauan untuk meletakkan barang di tempatnya
3. Himbauan untuk menggunakan alat bantu keselamatan
4. Himbauan untuk tidak bercanda yang berlebihan pada saat praktikum.

Aturan keselamatan harus dibaca mahasiswa sebelum memulai praktikum. Berikut ini adalah aturan keselamatan umum dan khusus. Aturan keselamatan umum berlaku umum di semua laboratorium dalam lingkungan Departemen Teknik Elektro dan Teknologi Informas, sedangkan aturan keselamatan khusus berlaku khusus di laboratorium tertentu. Mahasiswa diwajibkan untuk mengikuti petunjuk keselamatan berikut dengan disiplin yang tinggi dan penuh tanggung jawab.

A. Petunjuk Keselamatan Umum

Untuk meningkatkan kualitas keamanan dan kenyamanan dalam praktikum dan suasana akademis, serta *personal safety*, maka aturan-aturan berikut ini harus ditaati dengan tegas. Pelanggaran terhadap aturan berikut akan dikenakan sanksi akademis yang berupa tidak diperbolehkan mengikuti praktikum (ringan) sampai dengan di-skors selama satu semester (berat).

1. Mahasiswa diwajibkan meletakkan tas dan barang-barang pribadi di tempat yang telah disediakan
2. Mahasiswa dilarang keras untuk membawa alat komunikasi berupa handphone atau sejenisnya yang bisa mengganggu konsentrasi dalam praktikum. Harus diingat bahwa praktikum yang Anda lakukan mengandung resiko keselamatan.
3. Mahasiswa yang berambut panjang, melebihi bahu harus merapikan rambutnya dengan cara diikat atau sejenisnya.
4. Semua personel yang ada di laboratorium dilarang merokok
5. Mahasiswa diwajibkan untuk menggunakan:

- a. Celana panjang dan baju/kaos berkerah selama praktikum dan berpakaian rapi dan sopan bagi mahasiswa, serta berpakaian rapi dan sopan bagi mahasiswi
 - b. Menggunakan sepatu dan bukan sandal atau sepatu sandal. Disarankan sepatu yang digunakan adalah sepatu yang berbahan karet atau isolator yang tidak menghantar.
6. Mahasiswa berkewajiban menggunakan peralatan keselamatan tambahan yang diwajibkan di laboratorium tertentu
7. Mahasiswa wajib menjalankan praktikum berdasarkan buku petunjuk/modul praktikum. Mahasiswa harus bertanya kepada laboran atau asisten jika tidak memahami apa yang dilakukan selama praktikum.
8. Jika terjadi hal-hal yang luar biasa misalnya gempa bumi atau kebakaran, maka keselamatan mahasiswa praktikan lebih diutamakan. Mahasiswa harus mendengarkan keterangan dari laboran atau asisten atau petugas keselamatan yang ditunjuk oleh Departemen.
9. Mahasiswa diwajibkan untuk merapikan alat-alat praktikum, mengembalikan ke tempat semula dan mematikan alat-alat listrik selesai praktikum sebelum meninggalkan tempat praktikum. Faktor kerapian akan mendapatkan penilaian khusus.

B. Aturan Khusus Keselamatan di Laboratorium <nama laboratorium>

Aturan khusus laboratorium disusun oleh laboratorium penyelenggara praktikum.

UNIT I

DASAR KOMUNIKASI ANALOG

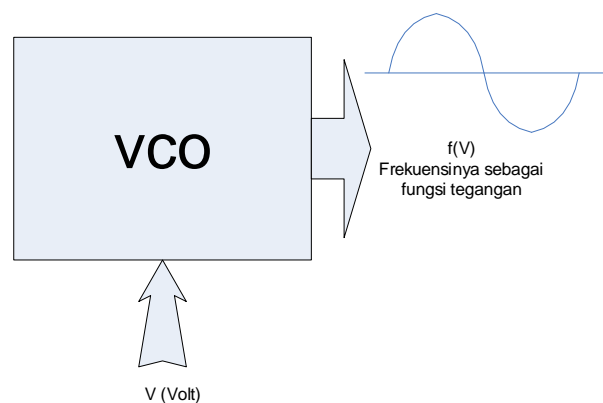
A. Dasar Teori

A.1 Dasar Komunikasi Analog

Komunikasi analog tidak lepas dari adanya sinyal yang digunakan untuk merepresentasikan informasi maupun sinyal yang digunakan sebagai pembawa dalam proses modulasi. Sinyal-sinyal yang merepresentasikan suatu informasi diperoleh dari perubahan secara langsung informasi ke bentuk sinyal listrik. Sedangkan sinyal sebagai pembawa dibangkitkan oleh sebuah piranti yaitu *oscillator*.

Di dalam pentransmisian suatu sinyal informasi yang sudah berbentuk sinyal listrik, diperlukan sebuah jalan (didalam istilah komunikasi biasa disebut kanal). Kanal yang dapat digunakan untuk melewati sinyal ada banyak jenisnya, dan masing-masing kanal mempunyai karakteristik yang berbeda. Untuk itu diperlukan suatu proses pengkondisian sinyal informasi. Salah satu pengkondisian isyarat yang lazim ditemukan adalah FDM (*Frequency Division Multiplexing*), yaitu suatu proses memodulasikan sinyal informasi dengan sinyal pembawa agar dapat masuk ke kawasan (rentang) frekuensi tertentu yang sesuai dengan karakteristik kanalnya.

Pada umumnya *oscillator* membangkitkan gelombang sinusoidal, sedang bentuk gelombang yang lain dapat diturunkan dari gelombang sinus. Komunikasi analog tidak lepas dari parameter frekuensi, sehingga digunakan VCO (*Voltage Controlled Oscillator*) yaitu *oscillator* yang frekuensinya dapat diubah-ubah dengan cara mengubah tegangan d.c. masukannya. Pada praktikum Dasar Komunikasi Analog, VCO yang digunakan membangkitkan gelombang kotak dan memiliki tiga knob kendali, knob Ax, Bx dan C, yang berfungsi sebagai knob kendali VCO.



Gambar 1. 1 Diagram blok Voltage Controlled Oscilator

Penggunaan VCO terutama pada piranti komunikasi yang membutuhkan sumber isyarat sinusoidal yang frekuensinya dapat diubah, yaitu misalnya pada penerima AM atau FM untuk memilih frekuensi mana yang akan didemodulasi.

Suatu sinyal analog seringkali dinyatakan dalam desiBell (dB). Nilai tersebut merupakan nilai relatif terhadap nilai referensi, yang diperoleh melalui perhitungan logaritmis dari perbandingan nilai sebenarnya dengan nilai referensi. Misalkan dBm, yang merupakan hasil perbandingan mengacu pada 1 mW. Perhitungan untuk dBm adalah

$$X_{dBm} = 10 \log \left[\frac{x}{1mW} \right] \quad (1.1)$$

dengan x dalam satuan mWatt.

Nilai dBW tidak jauh beda dengan dBm, perbedaannya terletak pada nilai referensi yang digunakan, yaitu 1 Watt. Untuk desiBell, perhitungannya juga sama seperti dalam dBm, hanya saja nilai referensi yang digunakan dalam perbandingan merupakan nilai bebas. Sehingga nilai yang dihasilkan dalam dB dapat diungkapkan sebagai penguatan (*gain*) atau pelemahan (*loss*) terhadap nilai referensinya. Semisal suatu penaik frekuensi diberi masukan sebesar 1mW sedang keluarannya sebesar 1W, maka piranti ini dapat dikatakan mempunyai penguatan/pelemahan sebesar :

$$X_{dB} = 10 \log \left[\frac{1W}{1mW} \right]$$

$$X_{dB} = 10 \log[1000]$$

$$X_{dB} = 10(3)$$

$$X_{dB} = 30dB$$

Pada desiBell, bila yang diperbandingkan adalah nilai tegangan atau arus, maka:

$$\begin{aligned} X_{dB} &= 10 \log(P_1 / P_2) = 10 \log(I_1^2 R_1 / I_2^2 R_2) = 10 \log[(I_1 / I_2)^2 (R_1 / R_2)] \\ X_{dB} &= 20 \log(I_1 / I_2) = 20 \log(E_1 / E_2) \end{aligned} \quad (1.2)$$

Nilai negatif dalam desiBell diartikan sebagai pelemahan, sementara nilai positif berarti penguatan. Nilai dalam desiBell yang berarti penguatan atau pelemahan banyak dipakai di dalam hal pentransmisian sinyal, karena di sana hal yang sangat diperhatikan adalah penguatan dan pelemahan sinyal serta proses rekayasanya agar dapat diterima dengan baik di penerima.

A.2 Teknik Modulasi

Teknik modulasi yang dipakai di komunikasi analog, yaitu :

1. Modulasi Amplitude
2. Modulasi Frekuensi
3. Modulasi Fasa (tidak dibahas di sini)

A.2.1 Modulasi Amplitude

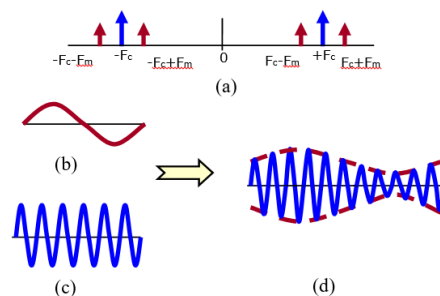
Modulasi yang mengubah-ubah amplitude pembawa sesuai dengan amplitude pemodulasinya (sinyal informasi). Teknik Modulasi amplitude mempunyai beberapa jenis variasi, diantaranya

- DSB-FC AM (Double Side Band Full Carrier AM)
- DSB-SC AM (Double Side Band Suppressed Carrier AM)

DSB-FC AM biasa juga disebut dengan *envelope* AM karena jenis inilah yang menjadikan variasi tegangan pada sinyal pemodulasi sebagai *envelope*-nya. DSB-FC AM mempunyai rumusan matematis sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 X_{AM} &= (A_c + e_m) \cos \omega_c t \\
 &= (A_c + A_m \cos \omega_m t) \cos \omega_c t \\
 &= A_c \left[1 + \left(\frac{A_m}{A_c} \right) \cos \omega_m t \right] \cos \omega_c t \\
 X_{AM} &= A_c [1 + m \cos \omega_m t] \cos \omega_c t \\
 X_{AM} &= A_c \cos \omega_c t + A_c \left[\frac{m}{2} \cos(\omega_m + \omega_c)t + \frac{m}{2} \cos(\omega_m - \omega_c)t \right]
 \end{aligned} \tag{1.3}$$

Teknik modulasi tersebut mempunyai karakter sebagai berikut.



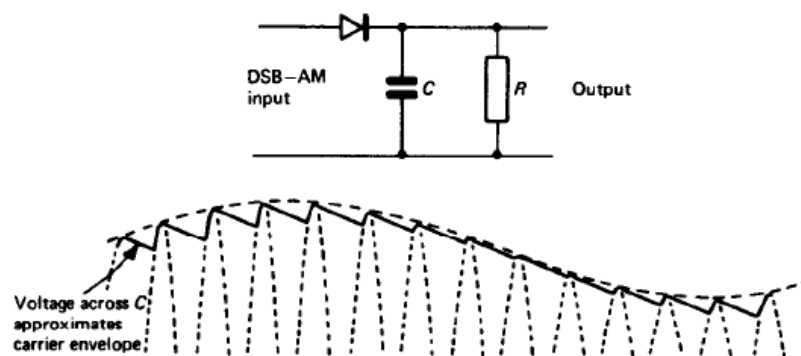
Gambar 1. 2 Karakter AM-DSBFC : (a) Spektrum daya di kawasan frekuensi; (b) Sinyal pemodulasi; (c) Sinyal pembawa; (d) Sinyal Termodulasi DSB-FC AM

Proses modulasinya dilakukan dengan mengalikan antara pembawa dengan pemodulasi. Pengalihan dapat dilakukan menggunakan pengali non linier yang akan menghasilkan gelombang DSB-FC AM dan ditambah dengan hasil sampingan. Agar hanya hasil yang diinginkan yang diperoleh, dilakukan penapisan agar sinyal hasil sampingan dari pengali dapat dihilangkan.

Sedang demodulasi dari DSB-FC AM dapat dilakukan dengan mengalikan lagi isyarat DSB-FC AM dengan sinyal pembawanya

$$\begin{aligned}
 V_{out} &= X_{AM} * \cos \omega_c t \\
 V_{out} &= K[1 + m \cos \omega_m t] \cos \omega_c t * \cos \omega_c t \\
 V_{out} &= K[1 + m \cos \omega_m t] \cos^2 \omega_c t \\
 V_{out} &= \frac{1}{2} K m \cos \omega_m t + \text{unwanted_term}
 \end{aligned} \tag{1.4}$$

Dengan tapis, sinyal yang tidak diinginkan (*unwanted term*) dapat dihilangkan, sehingga dapat diperoleh sinyal pesan. Demodulasi sinyal DSB-FC AM juga dapat dilakukan dengan untai yang disebut dengan *envelope detector*.



Gambar 1. 3 Envelope Detector: Untai dan gelombang keluarannya

Envelope detector memotong komponen negatif dari sinyal DSB-FC AM kemudian menapisnya dengan LPF sehingga komponen frekuensi tingginya hilang.

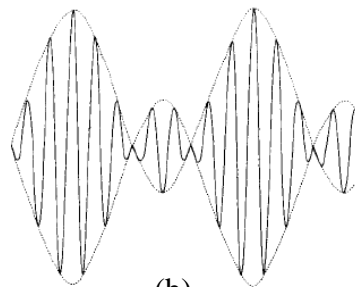
Varian DSB-SC AM dirumuskan setelah dipelajari bahwa perbandingan daya antara sinyal pemodulasi, yang memuat pesan yang ingin dikirimkan, dengan daya total yang dikirimkan (ditransmisikan) terlalu kecil. Sehingga dengan menekan daya sinyal pembawa diharapkan daya yang ditransmisikan adalah daya yang memang memuat pesan, dan nantinya akan berpengaruh pada nilai SNR sinyal yang diterima di penerima. Rumusan matematisnya menjadi

$$\begin{aligned}
 X_{AM} &= e_m(t) \cdot e_c(t) \\
 &= A_m A_c \cos \omega_c t \cdot \cos \omega_m t \\
 X_{AM} &= A_m A_c / 2 [\cos(\omega_m + \omega_c)t + \cos(\omega_m - \omega_c)t]
 \end{aligned} \tag{1.5}$$

Dan karakternya menjadi



(a)

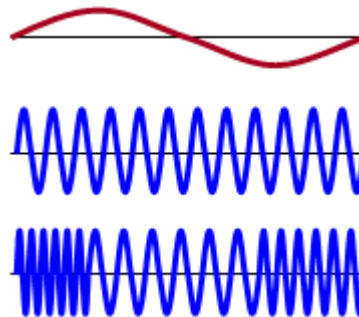


(b)

Gambar 1. 4 Karakter DSB-SC AM: (a) Spektrum daya di kawasan frekuensi, (b) Sinyal termulasi DSB-SC AM

A.2.1 Modulasi Frekuensi

Pada modulasi FM yang berubah adalah frekuensi sinyal pembawa sesuai dengan sinyal pemodulasi. Gambaran dari modulasi FM dapat dilihat pada gambar di bawah ini, terlihat disana sinyal termulasi FM berupa suatu sinyal yang memiliki dua keadaan frekuensi, yaitu frekuensi rapat dan renggang, kondisi keduanya ditentukan oleh keberadaan sinyal pembawa dan sinyal pemodulasinya.



Gambar 1. 5 Modulasi frekuensi.

Rumusan-rumusan penting dalam modulasi FM adalah sebagai berikut:

- Rumusan frekuensi pembawa sesaat (sinyal termodulasi):

$$f_i = f_c + \Delta f_c \sin \omega_m t \quad (1.6)$$

Dengan, f_c adalah frekuensi pembawa tanpa modulasi, dan Δf_c adalah deviasi frekuensi.

- Rumusan deviasi frekuensi puncak dari sinyal FM ditumuskan sebagai :

$$\Delta f_c = k E_{m_{maks}} \quad (1.7)$$

Dengan k adalah konstanta deviasi frekuensi, dan $E_{m_{maks}}$ adalah amplitude sinyal pembawa maksimum.

- Rumusan indeks modulasi untuk modulasi frekuensi didefinisikan sebagai :

$$k_f = \frac{\Delta f_c}{f_m} \quad (1.8)$$

Dengan f_m adalah sinyal pemodulasi.

Sehingga dari perumusan-perumusan diatas, dapat dituliskan pula perumusan umum sinyal termodulasi FM dengan pemodulasi sinusoidal sebagai :

$$v_c(t) = A \sin(\omega_c t - k_f \cos \omega_m t) \quad (1.9)$$

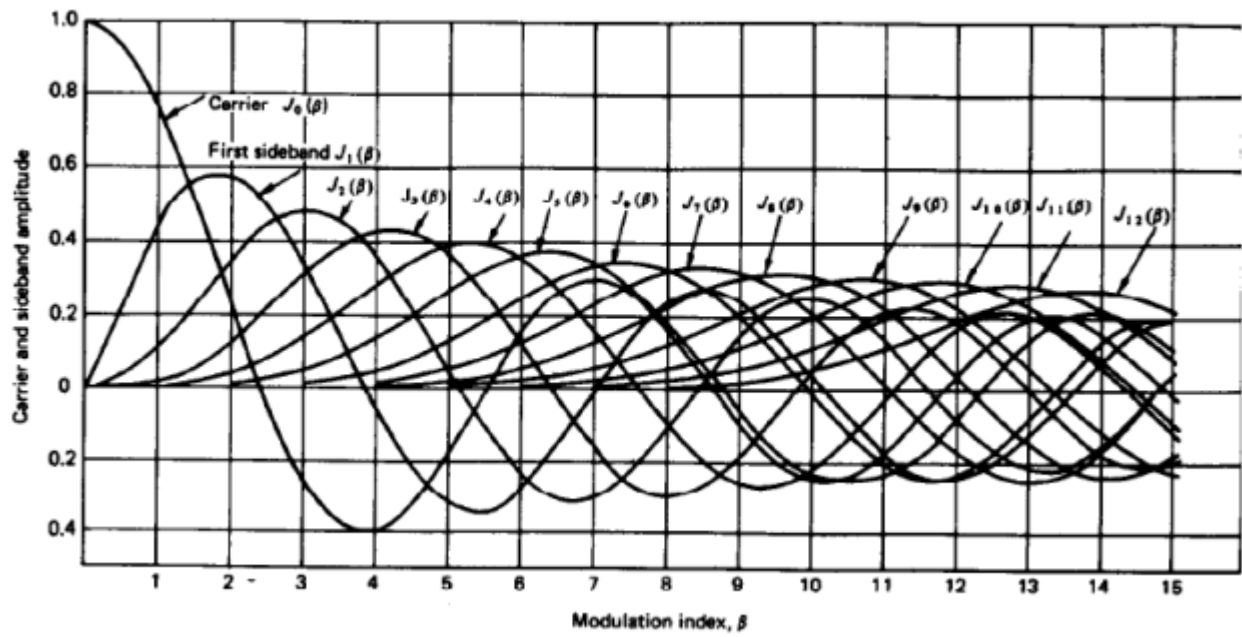
Untuk perumusan spektrum amplitudnya dapat diperoleh dengan menurunkan rumusan diatas menjadi

$$v_c(t) = A \cos(\omega_c t) \cos[\beta \sin(\omega_m t)] - A \sin(\omega_c t) \sin[\beta \sin(\omega_m t)] \quad (1.10)$$

Kemudian dari sini dapat dipisahkan bahwa sinyal FM dapat berupa *narrowband FM* ataupun *wideband FM*, dapat dilihat dari nilai β nya. Bila nilai $\beta \ll 1$, maka spektrumnya sempit (*narrow*), yaitu lebarnya sama seperti sinyal DSB-FC AM. Bila nilai β sedikit dinaikkan, maka spektrum FM menjadi lebih lebar. Rumusannya menjadi

$$\begin{aligned} v_c(t) = & J_0(\beta) \cos(\omega_c t) - J_1(\beta) [\cos\{\omega_c - \omega_m\}t - \cos\{\omega_c + \omega_m\}t] \\ & + J_2(\beta) [\cos\{\omega_c - 2\omega_m\}t + \cos\{\omega_c + 2\omega_m\}t] \\ & - J_3(\beta) [\cos\{\omega_c - 3\omega_m\}t - \cos\{\omega_c + 3\omega_m\}t] + \dots \end{aligned} \quad (1.11)$$

Variabel $J_n(\beta)$ merupakan fungsi Bessel, yang dapat dilihat melalui grafik berikut



Gambar 1. 6 Fungsi Bessel orde n dari beberapa nilai β

B. Panduan Percobaan

PERCOBAAN 1: PEMBANGKITAN ISYARAT

“Signal source” ACS 2956 A berupa VCO dengan ciri:

- 1) Amplitude dapat diatur dengan attenuator keluaran kira-kira antara 0 hingga -20 dB
- 2) Frekuensi di kendalikan oleh superposisi tegangan dari pengatur control **C** (pengaturan kasar, tegangan sudah terpasang internal), pengatur eksternal **Ax** (agak halus) dan **Bx** (sangat halus). Untuk **Ax** dan **Bx**, tegangan harus ditambahkan dari luar (belum terpasang internal).

Rangkailah modul modul yang tersedia di depan anda seperti pada **Fig 1.2** pada buku **Basic Analog Communication System ACS2956-1**.

Percobaan 1.1 Kalibrasi VCO

Ukur frekuensi keluaran “Signal Source” (keluaran TTL-nya) untuk berbagai skala putar.

Percobaan 1.2 Kendali frekuensi dari tegangan luar

- 1) Tegangan luar (dalam hal ini sumber tegangan luar disimulasikan dari $\pm 1V$ ref yang ada di “Signal source”) diumpankan melalui masukan **Ax** atau **Bx** (sesuai lembar pengamatan) dan menghubungkannya dengan jalur VCO.
- 2) Dalam keadaan tak ada tegangan luar, frekuensi diatur (menggunakan knob **C**) sekitar 100 kHz.
- 3) Amati pengaruh tegangan luar pada **Ax**, kemudian pada **Bx**.

Percobaan 1.3 Kalibrasi attenuator

- 1) Tak ada tegangan kendali luar (**Ax** dan **Bx** dilepas dari +1V), frekuensi sekitar 500 kHz
- 2) *Attenuator* diatur sesuai dengan lembar pengamatan.
- 3) Amati pengaruh *attenuator*.

PERCOBAAN 2: UNTAI TERTALA

Percobaan 2.1: Osilasi teredam (Rangkaian di Fig. 2.2)

- 1) Masukan untai tertala (*Tuned Circuit*) berupa sinyal **kotak** dengan frekuensi sekitar **3 kHz** yang dibangkitkan dari AFG.
- 2) Gambarkan bentuk keluarannya (atur Volts/Div dan Sec/Div di osiloskop jika diperlukan)

- 3) Ubah-ubah frekuensi resonansi untai tertala dengan memutar knob di modul “Tuned Circuit”, jelaskan pengaruhnya!

Percobaan 2.2: Tanggapan frekuensi (Rangkaian di Fig. 2.8)

- 1) Masukan (dari “Signal Source”) untai tala = 455 kHz
- 2) Pada untai tala, frekuensi resonansi (f_0) diatur agar diperoleh amplitude keluaran maksimal (V_{pp} maksimum yang dinotasikan A volt).
- 3) Frekuensi masukan untai tala (skala C di signal source) di-variasi turun (hingga frekuensi f_L) dan naik (hingga frekuensi f_H) agar amplitude keluaran menjadi 0.7A. Ulangi (menemukan f_L dan f_H) agar amplitude keluaran menjadi 0,5A, dan 0,25A.
- 4) Pengubahan nilai frekuensi dilakukan dengan memutar knob C pada modul *Signal Source*.

PERCOBAAN 3: MODULASI AMPLITUDE

Percobaan 3.1 Modulator imbang ganda (DCS 297C) (Rangkaian di Fig. 4.3)

Keluaran modulator imbang c berimpedansi tinggi (Hz) sehingga perlu beban untuk pengamatannya. Hubungan keluaran terhadap masukan kira-kira adalah

$$c = k (a - a) b$$

- 1) Pengamatan kerja pengalihan (untai Gambar II.4.1)
 - a) Frekuensi signal source 455 kHz dan knob A maksimum .
 - b) Gambarkan tampilan osiloskop CH1 (keluaran signal source) dan CH2 (keluaran pengali). Amati gambar keluaran untuk masukan DC ke **a** dan **\bar{a}** (cermati fasenya).
 - c) Atur masukan DC (dengan knob A signal source) dan amati sesuai tabel pada lembar pengamatan.

Percobaan 3.2 : Modulasi Amplitude (Fig. 4.5 dan 4.7)

- **Pembawa** : dari *signal source*, diatur
- **Pemodulasi** : dari *function generator* luar, diatur
- Prasikap DC : 0,5 V (dengan mengatur knob A signal source), kecuali jika diperintahkan lain

Pengaruh prasikap DC

- 1) Pembawa : 455 kHz; Pemodulasi 1 kHz

- a) Dengan prasikap DC 0,5 V gambarkan keluarannya!
- b) Ubah-ubah prasikap DC. Jelaskan pengaruhnya!
- 2) Pengaruh pemodulasi Pembawa : 455 kHz; Prasikap DC : 0,5 V
 - a) Ubah-ubah amplitude pemodulasi, jelaskan pengaruhnya!
 - b) Ubah-ubah frekuensi pemodulasi jelaskan pengaruhnya!
- 3) Pengaruh pembawa Pemodulasi : 50 kHz; Prasikap DC : 0,5 V
 - a) Ubah-ubah amplitude pembawa, jelaskan pengaruhnya!
 - b) Ubah-ubah frekuensi pembawa, jelaskan pengaruhnya!
- 4) Pengujian pita samping
 - a) Sisipkan tapis seperti **Fig. 4.7**.
 - b) Pemodulasi : 1 kHz
 - c) Pembawa : diatur agar frekuensinya tepat di frekuensi pusat tapis, sehingga di osiloskop tampil bentuk AM.
 - d) Naikkan terus frekuensi pemodulasi secara pelan hingga puluhan kHz, sambil tetap mencermati tampilan osiloskop.
 - e) Jelaskan yang terjadi!

Percobaan 3.3 : Demodulasi (Fig. 4.8)

Gambarkan keluaran kedua modulator.

C. Lembar Pengamatan

PERCOBAAN 1: PEMBANGKITAN ISYARAT

1.1 Kalibrasi VCO

Tabel 1. 1 Pengujian Kabilrasi VCO

Skala C	Frekuensi (kHz)	Skala C	Frekuensi (kHz)
0.1		6.0	
1.0		7.0	
2.0		8.0	
3.0		9.0	
4.0		10	
5.0			

Keterangan : Angka diatas skala C (dalam kotak kecil) adalah angka di depan koma, angka dibelakang koma (mantisa) adalah angka-angka yang diputar.

1.2 Kendali frekuensi dari tegangan luar

Tabel 1. 2 Pengujian Kendali Frekuensi

Setelan kontrol	Frekuensi tanpa isyarat +1V (kHz)	Frekuensi dengan isyarat +1V (kHz)	Perubahan Frekuensi (kHz)
Dengan masukan A	* * *	* * *	* * *
0			
0.5			
1.0			

Dengan masukan B	***	***	***
0			
0.05			
0.10			

Keterangan : Koneksikan tegangan luar +1V (ref) dengan knob Ax dan Bx dengan *jumper* tambahan, hubungkan juga garis putus-putus diatas Ax dengan *jumper*. Tegangan luar +1V ada pada modul Signal Source.

1.3 Kalibrasi attenuator

V adalah nilai tegangan saat 0dB (V_o saat 0dB)

V =volt

Tabel 1. 3 Kalibrasi Attenuator

Attenuator (dB)	Vpp out (Vo)	(Vo/V)	log (Vo/V)	20 log (Vo/V)
0		1.0		
-3				
-6				
-9				
-12				
-15				
-18				
-21				
-24				
-27				

-30				
-33				

PERCOBAAN 2: UNTAI TERTALA

2.1 Osilasi teredam

➤ Input AFG berupa gelombang kotak, 3 kHz.

1) Bentuk keluarannya

2) Pengaruh perubahan frekuensi resonansi (*tuned circuit*)

2.2 Tanggapan frekuensi

A = volt

Tabel 1. 4 Tanggapan Frekuensi

Keluaran (<i>peak to peak</i>)	f_L (kHz)	f_H (kHz)
A (0dB)		

0,7 A (-3 dB)		
0,5 A (-6 dB)		
0,25 A (-12 dB):		

PERCOBAAN 3: MODULASI AMPLITUDE

3.1 Modulator imbang ganda (DCS 297C)

1) Pengamatan kerja pengalihan (CH2)

a) Gambar

- b) Atur masukan DC (dengan knob A *signal source*) dan amati keluaran (CH2) sesuai tabel berikut :

Tabel 1. 5 Pengujian Modulasi Amplitude

Masukan DC (V)	Keluaran (Vpp) dengan masukan d.c ke a	Keluaran (Vpp) dengan masukan d.c ke ā
0		
0.2		
0.4		
0.6		
0.8		

1.0		
-----	--	--

3.2 Modulasi Amplitude

- Pemodulasi diatur dari AFG (frekuensi dan amplitude)
- Pembawa diatur dari *Signal Source*. (frekuensi = knob C, amplitude = attenuator dB)
- Prasikap DC diatur dengan memutar knob A Signal source

1) Pengaruh prasikap DC

Pembawa : 455 kHz; Pemodulasi 1 kHz

- a) Dengan prasikap DC 0,5 V gambarkan keluarannya (catat $V_{pp_{max}}$ dan $V_{pp_{min}}$) !

Tabel 1. 6 Keluaran Prasikap

Gambar Keluaran

- b) Ubah-ubah prasikap DC. Jelaskan pengaruhnya!

Tabel 1. 7 Keluaran Prasikap 2

Prasikap DC	Gambar Keluaran (catat $V_{pp_{max}}$ dan $V_{pp_{min}}$)
0.4	

0.6	
-----	--

2) Pengaruh pemodulasi

Pembawa : 455 kHz; Prasikap DC : 0,5 V

- a) Ubah-ubah amplitude pemodulasi, jelaskan pengaruhnya!

- b) Ubah-ubah frekuensi pemodulasi jelaskan pengaruhnya (disertai gambar) !

3) Pengaruh pembawa

Pemodulasi : 50 kHz; Prasikap DC : 0,5 V

- a) Ubah-ubah amplitude pembawa, jelaskan pengaruhnya !

- b) Ubah-ubah frekuensi pembawa, jelaskan pengaruhnya !

4) Pengujian pita samping

Naikkan frekuensi AFG, jelaskan yang terjadi !

3.3 Demodulasi

Gambarkan keluaran kedua modulator.

UNIT II

KOMUNIKASI SERIAL ASINKRON MENGGUNAKAN ANTAR MUKA RS-232

A. Dasar Teori

A.1. Komunikasi Serial Asinkron

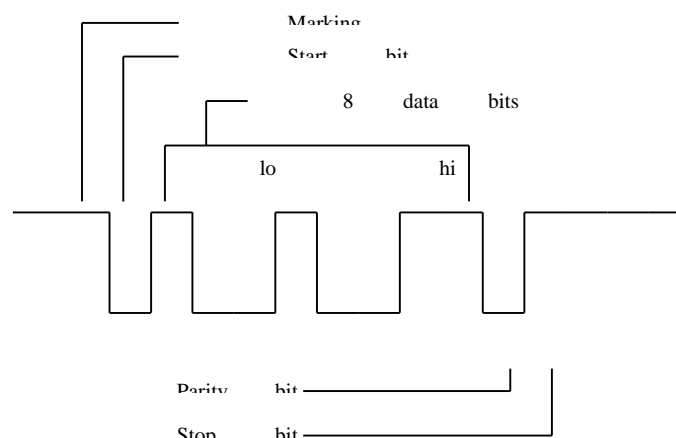
Komunikasi melalui port serial merupakan jenis komunikasi asinkron, yaitu jenis komunikasi dengan ciri sinyal *clock* tidak dikirim bersama dengan data. Suatu blok bit ditransmisikan dalam suatu deretan yang sistematis dan beruntun dengan setiap frame pengiriman diawali dengan *start bit* dan diakhiri dengan *stop bit*.

Komputer dapat berkomunikasi ataupun bertukar data dengan komputer lain atau piranti lain dengan menggunakan port serial. Ada beberapa standar untuk komunikasi serial, sebagai contoh adalah menggunakan RS-232-C, RS-422, RS-423 dan RS-499. RS adalah kependekan dari *Recommended Standard*. Cara paling mudah dan sering diimplementasikan adalah standar tegangan RS-232-C. Kebanyakan komputer kompatibel IBM menyediakan port serial dua buah yaitu COM1 dan COM2. Keadaan logika RS-232-C mengikuti aturan sebagai berikut :

- logika 1 jika tegangan lebih negatif daripada -3 V
- logika 0 jika tegangan lebih positif daripada +3 V

A.2. Komunikasi RS-232

Gambar 2.1 berikut menunjukkan format **aliran data** pada RS-232-C.



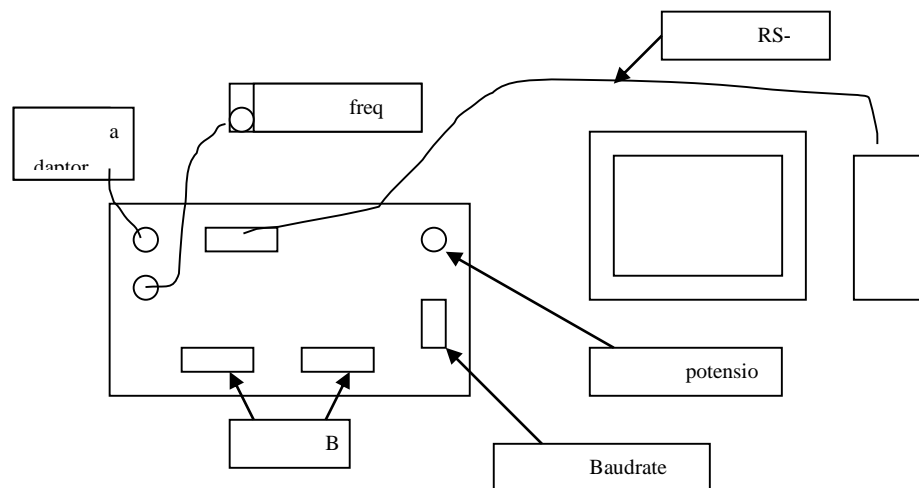
Gambar 2. 1 Format aliran data RS-232

Yang perlu diperhatikan dalam berkomunikasi dengan RS-232 adalah format datanya. Hal-hal yang perlu diperhatikan pada format data RS-232 adalah :

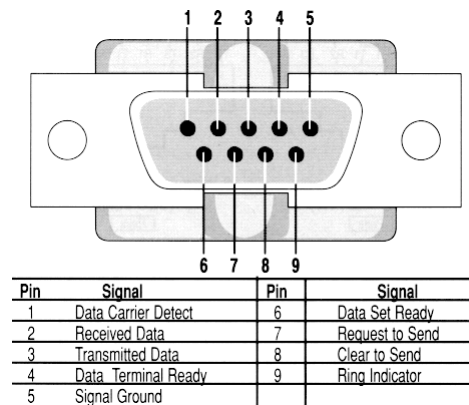
1. *Baud rate*, pesat transmisi simbol (dalam *bit per second*, bps)
2. *Marking state*
3. *Start bit*, merupakan penanda awal blok data yang akan ditransmisi.
4. *Character bit*
5. *Parity bit*, merupakan bit yang digunakan untuk mendeteksi kesalahan bit-bit yang diterima.
6. *Stop bit*, merupakan penanda akhir dari data yang ditransmisikan.

A.2. Susunan Perangkat Praktikum

Susunan perangkat praktikum yang digunakan pada praktikum kali ini, ditunjukkan pada Gambar 1.2.



Gambar 2. 2 Susunan perangkat praktikum RS-232



Gambar 2. 3 Standard RS-232 DB-9 pin untuk komunikasi asinkron.

B. Panduan Percobaan

PERCOBAAN 1 : FORMAT DATA

- Untai : Sesuai dengan petunjuk asisten
- Mode : Sesuai dengan lembar pengamatan
- Baud Rate : Sesuai dengan lembar pengamatan
- Parity : Sesuai dengan lembar pengamatan
- Masukan data : Sesuai dengan lembar pengamatan

Masukan data berasal dari perangkat keras yang telah disediakan, dengan cara menggeser DIP Switch sesuai dengan data yang diinginkan. Data yang dapat dimasukkan maksimal sejumlah 15 bit (B0 - B14). B15 tidak digunakan.

Pada mode step, setelah mengubah data masukan agar data tertampil pada komputer maka dilanjutkan dengan menekan tombol **Start** pada perangkat keras atau menekan tombol **Reset** kemudian dilanjutkan menekan tombol **Mulai** pada program komputer. Hal yang perlu diperhatikan adalah pada **mode step**, perangkat keras ini akan mengirimkan paket data sekali saja, sehingga data yang tertampil adalah yang terakhir diterima jika dalam masukan data terdapat lebih dari satu data. Pada **mode loop**, maka data dikirim berulang-ulang sampai program di-RESET atau di stop oleh pengguna.

Percobaan 1.1 Menguji jumlah bit data

Percobaan ini bertujuan menguji jumlah bit yang dapat dikirim oleh RS-232. Perangkat diatur sesuai dengan pengaturan yang ada pada lembar pengamatan, perlu diperhatikan **format pengiriman** data RS-232. Pada program komputer juga perlu diatur sesuai dengan pengaturan pada lembar pengamatan.

Langkah selanjutnya menjalankan program. Catat data yang diterima pada lembar pengamatan.

Percobaan 1.2 Menguji bit start

Percobaan ini bertujuan menguji bit start. Setelah seluruh perangkat diatur sesuai lembar pengamatan, jalankan program. Catat data yang tertampil.

Carilah letak bit startnya, dengan cara membandingkannya terhadap data masukan. **Ingat format aliran data dalam satu bingkai pengiriman data!**

Percobaan 1.3 Menguji bit stop

Percobaan ini bertujuan menguji bit stop. Pengiriman data menggunakan mode Loop. Apakah stop bit error atau tidak? Jika terjadi error apa penyebabnya? **Ingat format data untuk komunikasi RS-232!**

Percobaan 1.4 Menguji bit parity

Percobaan ini bertujuan menguji bit paritas dari data yang ditransfer. Ingat aliran data pada RS-232. Paritas ganjil (**odd**) berarti mengganjilkan = jumlah bit logika 1 dalam data diterima ditambah dengan bit paritas adalah ganjil, sedangkan paritas genap (**even**) berarti menggenapkan = jumlah bit logika 1 data ditambah dengan bit paritas adalah genap.

PERCOBAAN 2 : KECEPATAN CLOCK

- Untai : Sama dengan percobaan 1
- Mode : Loop
- Baud Rate : Sesuai dengan lembar pengamatan
- Parity : Sesuai dengan lembar pengamatan
- Masukan data : Sesuai dengan lembar pengamatan

Pengamatan : Pada percobaan ini, jika data sudah terbaca oleh komputer dengan benar, kemudian geser sedikit (naik atau turun) nilai frekuensi pada pembangkit frekuensi dengan cara memutar potensiometer pada blok perangkat keras. Frekuensi digeser sampai data mengalami kesalahan, satu bit saja. Amati dan catat data yang tertampil pada komputer. Kutip nilai frekuensi ketika hasil di komputer menunjukkan **perubahan pertama**.

C. Lembar Pengamatan

PERCOBAAN 1 : FORMAT DATA

Inisialisasi :

- **Software RS-232 di PC**

- o Pilih mode, jumlah bit data, baud rate, jenis paritas yang disesuaikan dengan lembar pengamatan.

- **Hardware**

- o Pastikan hubungan RS-232 dengan PC tetap terhubung.

- o Potensiometer kesalahan diset pada posisi tengah.

- o Sesuaikan nilai baud rate di hardware dengan nilai baud rate di software.

- o Isikan data mulai dari B0 – B15 disesuaikan dengan keperluan praktikum.

Percobaan 1.1 Menguji jumlah bit data

Mode : Step

Bit data : 5 bit

Baud rate : 1200

Parity : None

Data masukan : 01101 (LSB - MSB)

Start bit adalah posisi start bit di hardware.

Keadaan masukan data yang lain adalah 1 (ON)

Tabel 2. 1 Percobaan 1.1 5 bit

Start bit	Data tertampil (D4-D0)	Parity (OK/Error)	Stop Bit (OK/Error)
B0			
B2			
B4			
B6			
B8			
B10			
B12			
B14			
B0 dan B8			
B2 dan B10			
B4 dan B12			
B6 dan B14			

Mode : Step

Bit data : 7 bit

Baud rate : 4800

Parity : None

Data masukan : 1100101 (LSB - MSB)

Start bit adalah posisi start bit di hardware

Keadaan masukan data yang lain adalah 1 (ON)

Start bit	Data tertampil (D6-D0)	Parity (OK/Error)	Stop Bit (OK/Error)
B0			
B2			
B4			
B6			
B0 dan B10			
B2 dan B12			
B4 dan B14			

Percobaan 1.2 Menguji bit start

Mode : Step

Bit data : 5 bit

Baud rate : 2400

Parity : None

Data Masukan (B0-B14)	Posisi bit start	Data tertampil (D4 - D0)
011010111111111		
010111010110101		
101111111111111		
111101100111111		
110110111110101		
111111111101010		
111111111111100		
100101111110111		
001011111100111		
010101111100111		

Mode : Step

Bit data : 8 bit

Baud rate : 19200

Parity : None

Data Masukan (B0-B14)	Posisi bit start	Data tertampil (D7-D0)
010010110111111		
111110110101010		
111011000110111		

101101110011111		
111011011101111		
111010101011111		
111111010101011		
111110101010111		
111101010101111		
111010101011111		

Percobaan 1.3 Menguji bit stop

Mode : Loop

Bit data : 8 bit

Baud rate : 19200

Parity : None

Data Masukan (B0-B14)	Stop bit (OK/Error)	Data tertampil (D7-D0)
011010101111111		
011010101011111		
011110100111111		
011110100011111		
010101101111111		
011010101111111		

011010101011111		
011010101111111		
011101110011111		
010110111011111		

Percobaan 1.4 Menguji bit parity

Mode : Loop

Bit data : 8 bit

Baud rate : 19200

Parity : Even

Data Masukan (B0-B14)	Parity (OK/Error)	Stop bit (OK/Error)	Data tertampil (D7-D0)
011010101111111			
011010101011111			
011110100101111			
011110100011111			
010101101111111			

Mode : Loop

Bit data : 8 bit

Baud rate : 38400

Parity : Odd

Data Masukan (B0-B14)	Parity (OK/Error)	Stop bit (OK/Error)	Data tertampil (D7-D0)
011010101111111			
011010101011111			
011110100001111			
010110100011111			
010101101111111			

PERCOBAAN 2 : KECEPATAN CLOCK

Inisialisasi :

- Lakukan prosedur awal praktikum seperti percobaan sebelumnya.
- Gunakan B0-B8 untuk mengisi data, sementara B9-B15 semuanya 1 (ON).
- Putar potensiometer kesalahan clockwise / unclockwise sampai menemukan batas atas/bawah “**satu bit**” saja data salah.
- Nilai frekuensi (baud rate) diamati pada Frequency Meter (Universal Counter).

Mode : Loop

Bit data : 8 bit

Baud rate : 300

Parity : None

B9 - B14 : 1 (ON)

Data Masukan (B0-B8)	Data tertampil (D7-D0)	Batas bawah data salah		Batas atas data salah	
		(frekuensi)	(D7-D0)	(frekuensi)	(D7-D0)
011010101					
010010001					
001110100					
010110100					
011101101					

Mode : Loop

Bit data : 8 bit

Baud rate : 1200

Parity : None

B9 - B14 : 1 (ON)

Data Masukan (B0-B8)	Data tertampil (D7-D0)	Batas bawah data salah		Batas atas data salah	
		(frekuensi)	(D7-D0)	(frekuensi)	(D7-D0)
011000101					
010110001					
001110100					
010010100					
011001101					

Mode : Loop
 Bit data : 8 bit
 Baud rate : 4800
 Parity : None
 B9 - B14 : 1 (ON)

Data Masukan (B0-B8)	Data tertampil (D7-D0)	Batas bawah data salah		Batas atas data salah	
		(frekuensi)	(D7-D0)	(frekuensi)	(D7-D0)
011000101					
010110001					
001111100					
010110110					
011101101					

Mode : Loop
 Bit data : 8 bit
 Baud rate : 19200
 Parity : None
 B9 - B14 : 1 (ON)

Data Masukan (B0-B8)	Data tertampil (D7-D0)	Batas bawah data salah		Batas atas data salah	
		(frekuensi)	(D7-D0)	(frekuensi)	(D7-D0)
011010111					
010010011					
001010100					
010100100					
011100101					

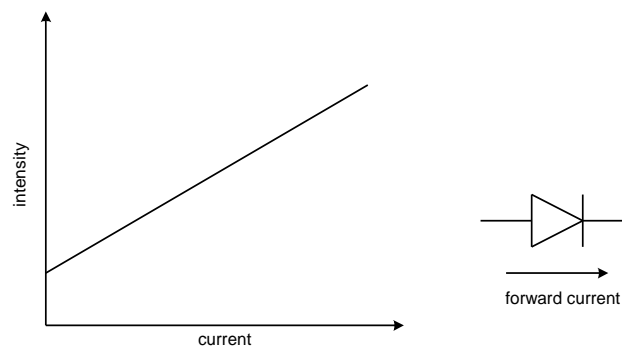
UNIT III

SISTEM KOMUNIKASI OPTIS

A. Dasar Teori

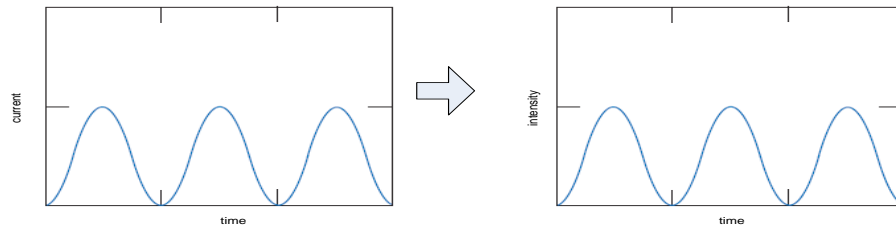
Sistem komunikasi secara umum merupakan suatu sistem yang bertugas mengirimkan informasi dari pengirim ke penerima. Di dalam aplikasinya, pengiriman ini dapat dilakukan dengan perantara cahaya (optis). Cahaya yang digunakan tidak selalu cahaya tampak, sehingga didalam aplikasinya terdapat beberapa komponen yang bisa digunakan, diantaranya LED, *IR-emitting diode (Infrared-emitting diode)* dan *ILD (Injection Laser Diode)*. Ketiga komponen yang disebutkan dapat menghasilkan cahaya sehingga digunakan untuk mengirimkan pesan dari pengirim ke penerima.

Parameter yang digunakan dalam pengiriman pesan dengan perantara optis ini adalah intensitas cahaya yang diemisikan oleh komponen di pengirim. Proses pengubahan parameter arus dalam sinyal listrik ke parameter intensitas cahaya disebut dengan modulasi intensitas. Modulasi intensitas digunakan dengan mengacu pada sifat semipenghantar yang menyusun komponen di pengirim, bahwa intensitas cahaya yang diemisikan linear terhadap arus yang melalui semipenghantar tersebut.



Gambar 3. 1 Hubungan arus dengan intensitas cahaya yang diemisikan

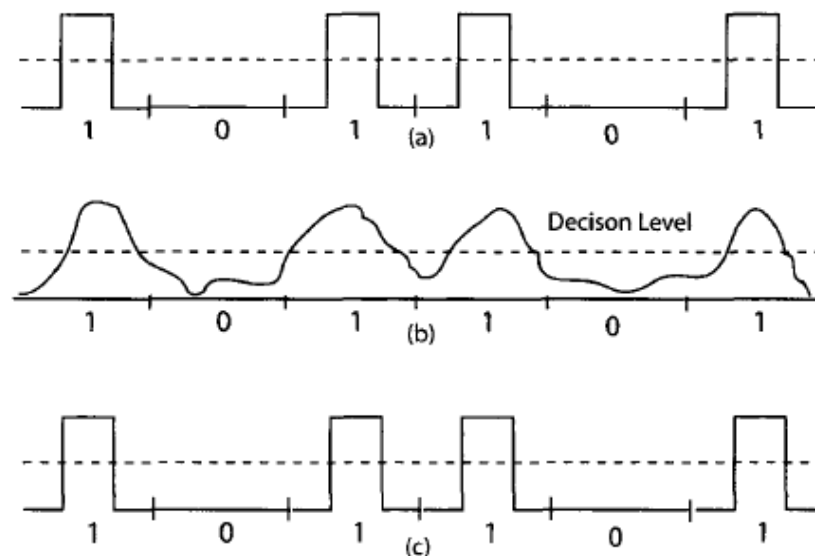
Dengan linearnya intensitas cahaya dengan arus, maka bila sinyal dc yang lewat di diode pengemisi cahaya mempunyai arus dc berubah-ubah, sinyal tutur yang telah digeser sehingga menjadi dc misalnya, maka akan dihasilkan pula grafik antara intensitas dengan waktu yang sama dengan grafik antara arus dengan waktu.



Gambar 3. 2 Hasil pengubahan pesan dari fungsi arus terhadap waktu menjadi fungsi intensitas terhadap

Sehingga dengan demikian, dengan perantara cahaya dapat dikirimkan informasi yang berupa sinyal analog maupun sinyal digital.

Komunikasi dilakukan bila ada pengirim dan penerima. Penerima di dalam komunikasi optis ini berupa komponen peka cahaya yang dapat mengubah energi cahaya ke bentuk sinyal listrik. Komponen yang biasa digunakan adalah dioda foto. Penerima akan lebih mudah mendeteksi (membedakan sinyal) yang dikirimkan dibandingkan dengan deteksi sinyal analog. Hal ini disebabkan karena sinyal digital hanya mengandung dua keadaan yaitu logika 1 dan 0, sementara pada deteksi sinyal analog harus mendeteksi sinyal yang lebih mudah rusak karena atenuasi atau adanya derau yang mungkin timbul selama proses transmisi.



Gambar 3. 3 (a) sinyal yang dikirim, (b) sinyal yang terkontaminasi derau, (c) sinyal hasil rekonstruksi di penerima

Proses deteksi pada sinyal digital akan lebih mudah untuk dilakukan, yaitu dengan mengatur batas ambang pada peralihan antara dua keadaan yaitu bit 0 dan 1, sehingga bila sinyal yang diterima melebihi ambang akan diterjemahkan sebagai bit 1 dan bila dibawah ambang dianggap bit 0.

Komunikasi optis tidak dapat dilepaskan dari media transmisinya yaitu kabel serat optis. Kabel ini biasanya terbuat dari unsur silika, sehingga agar dapat dicapai hasil yang optimum. Diantaranya lengkungan kabel tidak boleh terlalu tajam. Selain itu panjang gelombang cahaya yang dipakai (untuk dilewatkan dalam serat optis yang berbahan silika) sekitar $1,5\mu\text{m}$ sampai $1,6\mu\text{m}$ agar redamannya lebih rendah, sehingga diharapkan akan dicapai jarak yang lebih jauh sampai repeater berikutnya.

B. Panduan Percobaan

PERCOBAAN I : KOMUNIKASI TANPA KABEL

Untai Percobaan (Persiapan Awal).

1. Catu daya dalam keadaan : OFF
2. Semua pengatur GAIN, FREQUENCY, OUTPUT POWER : POSISI TENGAH
3. Hidupkan radio dan cari tangkapan yang jernih. Hubungkan EAR PHONE radio ke masukan ANALOG INPUT LOW Z pada TRANSMITER.
4. Siapkan osiloskop untuk melihat keluaran di RECEIVER.

Pengamatan

A. Transmisi Langsung

Letakkan TRANSMITTER dan RECEIVER berhadapan sehingga LED di TRANSMITTER langsung berhadapan dengan DETEKTOR di RECEIVER.

1. Komunikasi Analog

- a. Saklar pada TRANSMITTER dan RECEIVER pada posisi ANALOG.
- b. Putar pengatur “Output Power” dan “Penguat Analog” di RECEIVER pada posisi TENGAH.
- c. Hidupkan catu daya.
- d. Set pengatur “Penguat Analog” di penerima dan “Volume” pada radio, sehingga suara enak didengar.
- e. Geser-geser RECEIVER mendekati / menjauhi TRANSMITTER
- f. Catat pengaruh suara di RECEIVER ketika posisi berdekatan dan ketika cukup berjauhan tapi suara masih terdengar cukup jelas (sesuai lembar pengamatan).
- g. Hubungkan *probe* osiloskop pada ANALOG OUTPUT LOW Z.

- h. Gambarkan isyarat “Analog Output” (di RECEIVER) berdasar osiloskop pada posisi ketika cukup berdekatan dan ketika cukup berjauhan (sesuai posisi pada huruf f).
- i. Matikan catu daya, ganti masukan dengan sinyal sinus, kotak dan segitiga dari AFG (*Arbitrary Function Generator*). Sesuaikan amplitude keluaran AFG agar sinyal tidak terpotong.
- j. Gambarkan isyarat Masukan Analog di TRANSMITTER dan Keluaran Analog di RECEIVER, sesuai lembar pengamatan.

Pertanyaan :

1. *Bagaimana pengaruh pada penerimaan sinyal analog jika jarak pengirim dan penerima diperbesar?*

2. Komunikasi Digital

- a. Ubah saklar pada RECEIVER dan TRANSMITTER pada posisi DIGITAL .
- b. Set pengatur di TRANSMITTER, “Output Power” pada posisi MENDEKATI MAKSIMUM, “Frekuensi” pada posisi minimum.
- c. Set pengatur “Digital Threshold Sensitivity” di RECEIVER pada posisi maksimal.
- d. Saklar Input Digital disesuaikan dengan lembar pengamatan.
- e. Amati dan gambar isyarat Input Digital di TRANSMITTER dan isyarat Output Digital di RECEIVER dengan menggunakan Osiloskop.
- f. Sesuaikan DIGITAL OUTPUT dengan tiga jenis keluaran yang diminta, TTL, CMOS, RS-232.
- g. Geser-geser RECEIVER mendekati / menjauhi TRANSMITTER dan catat pula pengaruh suara di RECEIVER untuk berbagai jarak.

Pertanyaan :

1. *Bagaimana pengaruh perubahan jarak pengirim dan penerima pada penerimaan isyarat digital ?*
2. *Apakah perbedaan antara sinyal acak dengan PRBS (Pseudo Random Bit Sequences)?*

3. Pengaruh Frekuensi Terhadap Jarak Saluran Komunikasi

- Operasikan komunikasi digital seperti percobaan sebelumnya
- Set Saklar input digital di TRANSMITTER pada posisi “Pembangkit Gelombang Kotak” (SQUARE WAVE).
- Set pengatur di TRANSMITTER yaitu “Output Power” pada posisi MENDEKATI MAKSIMUM, dan pengatur ‘Frekuensi’ pada posisi minimum.
- Amati penerimaan di penerima untuk berbagai jarak yang berbeda
- Ulangi untuk tingkat frekuensi yang lebih tinggi.

Pertanyaan :

- Bagaimanakah pengaruh frekuensi terhadap jarak komunikasi optis?*
- Buatlah grafik hubungan frekuensi dan jarak transmisi !*

4. Pengaruh Cahaya Luar Terhadap Penerima Optis

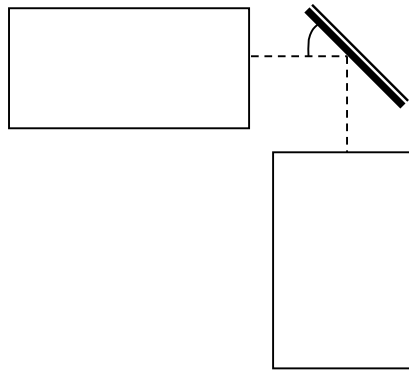
- Hidupkan RECEIVER dengan saklar pada posisi digital dan analog, disesuaikan dengan percobaan yang diinginkan pada lembar pengamatan.
- Sorotkan cahaya dari lampu senter (*flashlight*) pada Dioda Foto.
- Amati pengaruh pada suara dan keluaran.
- Hidupkan catu TRANSMITTER dan transmisikan sinyal digital dengan frekuensi tertentu.
- Sorotkan cahaya dari lampu senter pada Dioda Foto, Amati perbedaannya !

Pertanyaan :

Apakah pengaruh cahaya luar terhadap kepekaan penerimaan Dioda Foto?

B. Transmisi dengan Pemantul

- Pengamatan sudut tingkap (“*apperture*”) dilakukan dengan menyimpangkan pelan-pelan TRANSMITTER terhadap RECEIVER hingga bunyi menghilang. Posisi awal TRANSMITTER dan RECEIVER saling berdekatan (menempel), kemudian disimpangkan sehingga membentuk sudut tertentu. Catat sudut saat bunyi mulai menghilang!
- Pengamatan dengan pemantul dengan mengubah-ubah arah RECEIVER sehingga bersilangan dengan TRANSMITTER, seperti gambar di bawah ini :



Gambar 3. 4 Transmisi dengan pemantul

- c. Atur posisi cermin pemantul agar komunikasi dapat berlangsung.
- d. Lakukan percobaan seperti dijelaskan pada lembar pengamatan untuk berbagai sudut pantulan dan berbagai bahan pemantul.

Pertanyaan :

1. *Apa pengaruh Tingkat pancaran penerima terhadap penerimaan sinyal?*
2. *Bagaimana pengaruh sudut pemantulan terhadap transmisi sinyal?*

C. Percobaan Transmisi dengan Penghalang

- a. Operasikan komunikasi digital dengan jarak sedang sehingga sinyal dapat diterima dengan baik.
- b. Berikan halangan di tengah jalur pemancaran cahaya, amati apa yang terjadi !
- c. Ubah jarak pengirim dan penerima, bandingkan dengan tanpa penghalang !

Pertanyaan :

1. *Bagaimanakah pengaruh penghalang terhadap jarak tempuh cahaya?*
2. *Sebutkan penghalang yang mungkin terjadi dalam sistem komunikasi optis dengan kabel serat optis.*

PERCOBAAN II: TRANSMISI DENGAN KABEL

A. Transmisi Kabel

1. Hubungkan TRANSMITTER dan RECEIVER menggunakan kabel optis
2. Atur jarak TRANSMITTER dan RECEIVER sehingga kabel optis yang digunakan dapat terbentang lurus.
3. Operasikan komunikasi digital, masukan gelombang kotak dengan frekuensi minimum amati hasilnya.
4. Ulangi percobaan untuk berbagai keadaan sesuai dengan lembar pengamatan.

Pertanyaan :

1. Apakah yang dimaksud dengan pembengkokkan (bending) pada sistem komunikasi optis ?
2. Adakah pengaruh tersebut dijumpai pada percobaan di atas, jelaskan alasannya?

B. Pengaruh Daya Optis

1. Operasikan komunikasi optis dengan kabel optis.
2. Set masukan analog dari radio
3. Atur dengan OUTPUT POWER sedang dan pengaturan lainnya disesuaikan, sehingga enak didengar.
4. Ubahlah daya lebih besar dan lebih kecil
5. Amati pengaruh bunyi yang terdengar
6. Ulangi percobaan diatas untuk komunikasi digital dengan masukan Pseudo Random.

Pertanyaan :

Apakah perbedaan pengaruh daya pada sistem komunikasi analog dan digital? Jelaskan!

C. Lembar Pengamatan

Pengamatan :

- Mendengarkan bunyi di penerima
- Menggambar masukan di pengirim dan keluaran di penerima dengan CRO dua lacak.

PERCOBAAN I: KOMUNIKASI TANPA KABEL

A. Tranmisi langsung

A.1. Isyarat Analog

a. input dari radio

	Jarak Dekat	Jarak Sedang	Jarak Jauh
Bunyi			
Sketsa Gambar :			

Keterangan : input/output yang diamati terhubung pada LOW Z

b. input dari AFG (Arbitrary Function Generator)

	Jarak Dekat	Jarak Sedang	Jarak Terjauh
Isyarat Sinus F:Hz	A: V	A: V	A: V
Isyarat Segitiga F:Hz	A: V	A: V	A: V
Isyarat Kotak F:Hz	A: V	A: V	A: V

Keterangan : input/output yang diamati terhubung pada LOW Z

A.2. Isyarat Digital

a. Morse, keluaran TTL

(sec/div Osiloskop = 250 ms)

	Jarak Dekat	Jarak Sedang	Jarak Jauh
Bunyi			
Gambar :			
Input :			
A:V			

Keterangan : Sinyal *morse* dibangkitkan dengan menekan saklar TTL/Morse, perhatikan efek perubahan logika yang terjadi.

b. Gelombang Kotak (Square Wave)

Frekuensi sedang, jarak diubah-ubah, Osiloskop sec/div = 25 ms

	Jarak Dekat	Jarak Sedang	Jarak Jauh
Bunyi			
Gambar Keluaran TTL			
F = ... Hz, A = ...V			
Gambar Keluaran CMOS			
F = ... Hz, A = ...V			
Gambar Keluaran RS 232			
F = ... Hz, A = ...V			

Keterangan : Perhatikan efek perubahan logika yang terjadi.

c. PRBS (Pseudo Random Binary Sequence)

Gambarkan Isyarat PRBS TTL satu periode perulangan secara cukup cermat,

Frekuensi diubah-ubah, osiloskop di set agar terlihat perulangan bit, ukur periode perulangan.

Gambar isyarat PRBS

Frekuensi Rendah	Frekuensi Sedang	Frekuensi Tinggi
Periode PRBS =	Periode PRBS =	Periode PRBS =

Keterangan : PRBS merupakan isyarat runtun biner acak dengan panjang runtun L (terdapat perulangan dalam tampilan osiloskop).

A.3 Pengaruh Frekuensi Terhadap jarak Saluran Transmisi

Output power dan *digital sensitivity* diatur mendekati maksimum. Gambarkan sketsanya saja!

Frekuensi	Jarak 10 cm	Jarak 20 cm	Jarak 30 cm	Jarak 40 cm
Minimum				
Tengah				
Maksimum				
Frekuensi	Jarak 50 cm	Jarak 60 cm	Jarak 70 cm	Jarak 80 cm
Minimum				
Tengah				
Maksimum				

A.4 Pengaruh Cahaya Luar Terhadap Penerima Optis

Masukan	Keluaran suara	Gambar keluaran TTL
Sinar lampu senter berkedip kedip dihadapkan ke penerima, dengan pengirim dijauhkan dari penerima.		
Input digital gelombang kotak Tanpa gangguan lampu senter		
Input digital gelombang kotak + sinar lampu senter		
Input analog (radio) tanpa gangguan lampu senter		* * *
Input analog (radio) + sinar lampu senter		* * *

B. Transmisi dengan Pemantul

B.1 Tingkap (“Apperture”) Pancaran-Penerima

Komunikasi Digital (Kotak)

Tempelkan pengirim dan penerima berhadapan Putar/simpangkan pelan-pelan hingga bunyi menghilang, Sudut simpangan kira-kira :⁰

B.2 Transmisi dengan Pemantul

B.2.1 Pemantul Cermin

Input Gelombang Kotak, letakkan pengirim dan penerima membentuk sudut 90⁰.

Atur arah cermin sehingga pancaran dipemantul ke detektor di penerima sehingga terdengar bunyi jelas. Gambarkan lintas cahayanya !

Gambar Lintas Cahaya :

B.2.2 Pengaruh Sudut Pemantulan dan Bahan Pemantul

Sudut α ($^{\circ}$)	Jenis Pemantul			
	Cermin	Logam	Formika	Kertas
0				
5				
10				
15				
30				
45				

Keterangan : Sudut pemantul (α°) relatif terhadap pengirim (*transmitter*).

C. Transmisi Dengan Penghalang

- Daya keluaran mendekati maksimum.
- Masukan gelombang kotak.
- Pengirim-Penerima digeser perlahan-lahan sampai sinyal tidak terdeteksi.

Transmisi	Jarak maksimum	Keterangan
Tanpa penghalang		
Dengan penghalang kaca polaris		
Dengan penghalang kaca bening		

Keterangan : isi kolom keterangan sesuai percobaan, penghalang ditempelkan di penerima, ditempelkan di pengirim, atau di letakkan di tengah-tengah antara pengirim-penerima.

PERCOBAAN II: TRANSMISI DENGAN KABEL

II.A Pengaruh Kabel

- Koneksikan kedua ujung kabel optis, masing-masing ke sisi pengirim dan sisi penerima.
- Komunikasi Digital (Kotak)
- *Output power, digital sensitivity* diatur mendekati maksimum.
- Isikan Terselenggara atau gagal

Keadaan kabel	Komunikasi (Terselenggara / Gagal)
Terhubung dan relatif lurus	
Terhubung dengan kabel tergulung	
Terhubung dengan kabel tidak lurus	
Terlepas dari penerima: a. diarahkan lurus ke Detektor b. diarahkan menyimpang sedikit dari Detektor c. diarahkan menyilang (90^0) dari Detektor	

II.B Pengaruh Daya Optis

- Daya keluaran Optis diatur: rendah, sedang, cukup besar
- Diamati bunyi yang terdengar

Isyarat	Daya rendah	Daya sedang	Daya besar
Analog			
Digital			

UNIT IV

Transmisi Digital Ragam Sinkron

A. Dasar Teori

1.1 Komunikasi Sinkron

Dalam istilah komunikasi dikenal transmisi sinkron (*synchronous transmission*). Sistematika transmisi ini memperkenankan terjadinya transmisi suatu blok bit atau deretan bit-bit yang cukup panjang.

Salah satu metode yang digunakan untuk sinkronisasi yaitu dengan mengirimkan bit-bit (blok) sinkronisasi. Pengirim dan penerima memiliki internal *clock* yang akan berdetak jika kata atau blok bit-bit sinkronisasinya sama. Metode yang kedua yaitu dengan menyediakan sebuah jalur detak yang terpisah dengan jalur transmisi. Cara yang kedua ini hanya efektif untuk jarak yang pendek. Untuk alternatif lain dalam transmisi digital ragam sinkron yaitu dengan menyimpan informasi pewaktuan pada data misalkan saja menggunakan pengkodean sumber Manchester.

1.2 Untai Pengirim

Untai pengirim untuk praktikum transmisi digital ragam sinkron ditunjukkan pada Gambar 1.1. Adapun penjelasan bagian per bagiannya adalah sebagai berikut.

No	Bagian	Fungsi
1	Paralel ke Serial (P-S) :	Mengubah masukan data serentak keluar menjadi urutan satu per satu sesuai dengan clock yang diberikan. Urutan data yang keluar dimulai dari D7 lalu D6,...D1, dan terakhir D0. Disini ada 4 buah paralel 8 bit yang digunakan untuk : <ul style="list-style-type: none"> • Kata sinkronisasi 1 byte • Pengiriman data 3 byte.
2	Inhibit P-S :	Sinyal untuk mengaktifkan Register P-S <ul style="list-style-type: none"> • Aktif : LED menyala dan sinyal masukan rendah • Tak Aktif : LED padam dan sinyal masukan tinggi
3	Multiplexser (Mux) :	Untuk memilih aliran data dari P-S yang akan dikirim sesuai dengan alamat yang diberikan yaitu kata sinkronisasi, data 1, data 2, data 3

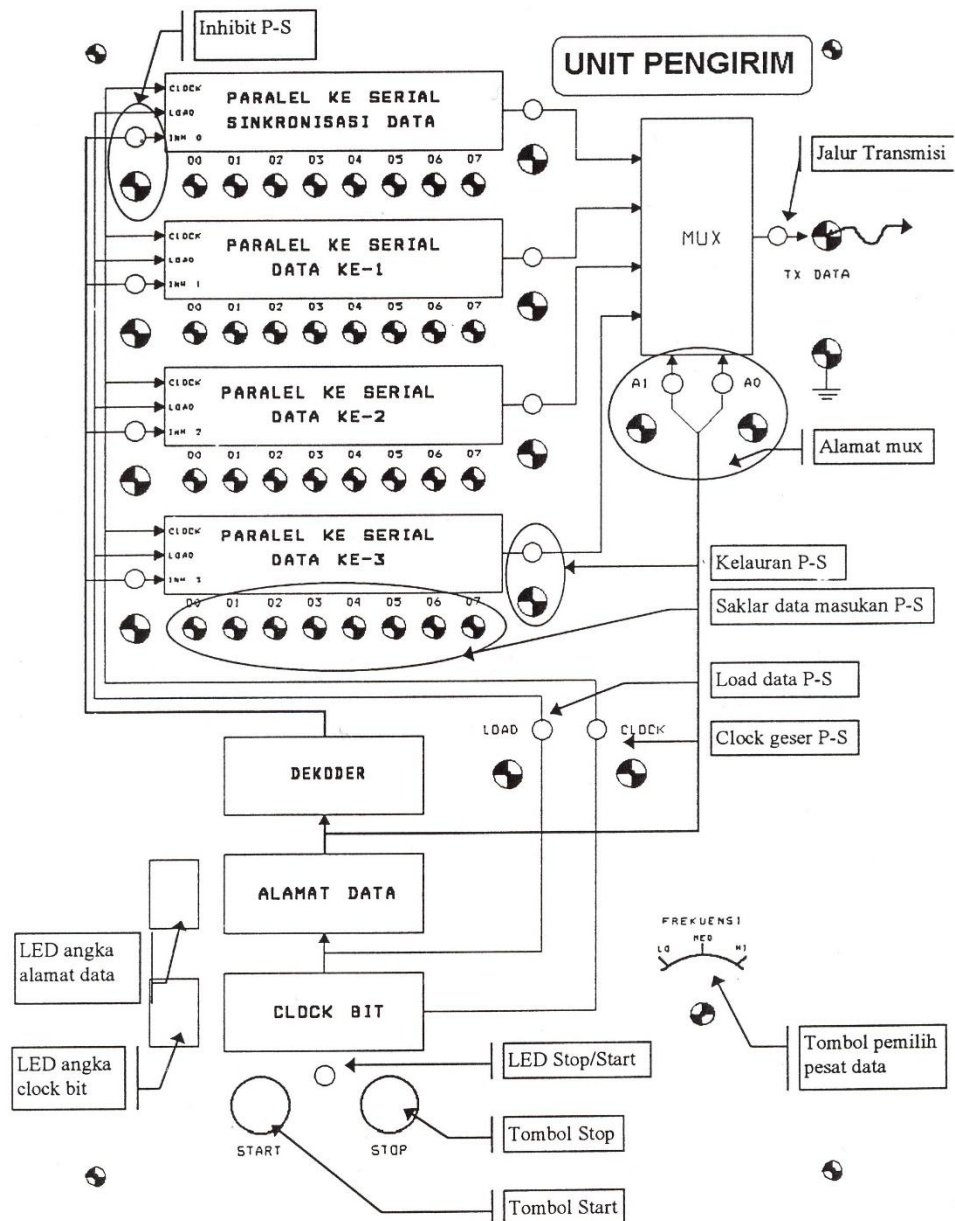
4	Jalur transmisi :	Jalur keluaran untuk mengirim data yang dihubungkan ke bagian penerima.
5	Alamat Mux :	Menunjukkan alamat pada multiplekser. Alamat Mux terdiri dari dua bit yaitu A0 dan A1
6	Keluaran P-S :	Merupakan keluaran data serial satu per satu sesuai clock yang akan dikirim melalui multiplekser. LED nyala berarti data '1' dan LED padam berarti data '0'
7	Saklar Data Masukan P-S :	Untuk memberi masukan data paralel yang akan dikirim sesuai dengan keinginan. Saklar naik berarti data '1' dan saklar turun berarti data '0'.
8	Load data P-S :	Sinyal untuk memasukan data paralel dari saklar ke register P-S sehingga siap untuk dikirim. Sinyal ini hanya dapat dilihat dengan osiloskop karena sangat sempit.
9	Clock Geser P-S :	Sinyal untuk menggeser urutan data paralel ke serial
10	Saklar pemilih pesat data :	Digunakan untuk memilih pesat data yang akan dikirim, ada tiga tingkatan Low (rendah), Med (tengah), Hi (tinggi).
11	Tombol Start/Stop :	Tombol start digunakan untuk memulai pengiriman data, sedang tombol Stop digunakan untuk menghentikan pengiriman data
12	LED Start/Stop :	LED akan menyala start dan padam saat stop
13	Clock bit :	Untuk mencacah clock yang menggeser data paralel ke serial secara bit per bit. Setiap 8 clock akan mengeluarkan sinyal load yang digunakan untuk memasukan data paralel dari saklar ke regiter P-S, serta mengubah alamat data sesuai dengan urutannya.
14	LED angka bit :	Merupakan LED 7-ruas (<i>LED Seven Segment</i>) yang akan menunjukkan jumlah clock bit yang telah dihasilkan, juga menunjukkan posisi bit yang sedang dikirim.
15	Alamat Data :	Digunakan untuk memberi alamat pada Multiplekser yang akan memilih aliran data yang akan dikirim. Selain itu juga memberi alamat dekoder yang akan mengaktifkan Inhibit P-S. Sehingga urutan aktifnya Inhibit dapat sesuai dengan urutan Multiplekser
16	LED angka alamat data :	LED 7-ruas yang menunjukkan alamat data yang sedang aktif. Alamat data akan berubah setiap terjadi 8 clock bit
17	Dekoder :	Merupakan dekoder 2 ke 4 yang digunakan mengaktifkan Inhibit P-S.

1.3. Untai Penerima

Untai penerima untuk praktikum transmisi digital ragam sinkron ditunjukkan pada Gambar 1.2. Adapun penjelasan bagian per bagiannya adalah sebagai berikut.

No	Bagian	Fungsi
1	Jalur Transmisi :	Merupakan jalur masukan data dari pengirim.
2	Demux :	digunakan untuk memilah aliran data serial mana yang masuk untuk diubah ke paralel sesuai dengan posisinya.
3	Serial ke paralel :	Untuk mengubah masukan data serial menjadi paralel. Data akan masuk satu per satu sesuai dengan clock yang diberikan, data pertama akan masuk melalui D0,D1,... dan terakhir pada D7. Jadi D0 merupakan data yang terakhir diterima. Pengubahan serial ke paralel terdiri dari 4 buah yaitu Data Sinkronisasi, Data 1, Data 2, dan Data 3.
4	LED keluaran S-P :	Merupakan data keluaran dari pengubah Paralel ke Serial dengan urutan dari D0, D1,..., D7.
5	Inhibit Serial ke Paralel :	Sinyal untuk mengaktifkan pengubahan Serial ke Paralel. Aktif jika ini dalam keadaan rendah dan LED menyala.
6	Alamat Demux :	Merupakan masukan ke Demux yang akan memilih aliran data serial mana yang keluar.
7	Masukan Serial ke Paralel :	Merupakan aliran data serial dari Demux yang akan diubah ke paralel pada posisi yang telah sesuai.
8	Saklar Masukan Kata Sinkronisasi :	Untuk memberi masukan kata sinkronisasi yang akan dibandingkan dengan data sinkronisasi yang diterima.
9	Pembanding :	Untuk membandingkan apakah data yang diterima telah sesuai dengan kata sinkronisasi yang diberikan. Jika sesuai, maka pembanding akan mengeluarkan sinyal yang mengaktifkan clock dan dilanjutkan dengan penerimaan data
10	Saklar Pemilih Pesat Data :	Digunakan untuk memilih pesat data yang akan dikirim : <ul style="list-style-type: none"> • Lo : pesat data rendah sehingga kedipan LED dapat diikuti mata. • Med : pesat data sedang. • Hi : pesat data tinggi, hanya dapat diamati dengan osiloskop.

		Antara pengirim dan penerima harus mempunyai pesat data yang sama.
11	Sinkronisasi Clock :	Digunakan untuk menyamakan waktu clock dimulai antara pengirim dengan penerima. Cara melakukan sinkronisasi clock dengan memanfaatkan perubahan data dari 1 ke 0 untuk mereset sumber clock, sehingga awal clock pengirim sama dengan awal clock penerima
12	Clock Bit :	Untuk mencacah clock yang menggeser data serial ke paralel secara bit per bit. Setiap 8 clock akan mengeluarkan sinyal untuk mengubah alamat data yang sesuai dengan urutannya. Clock bit ini diaktifkan oleh sinyal dari pembanding
13	LED angka clock bit :	Menunjukkan berapa clock yang telah dicacah, yang juga menunjukkan jumlah data yang telah diterima atau digeser dalam Reg S-P
14	Alamat Data :	Digunakan untuk memberi alamat pada Demultiplekser yang akan memilah aliran data ke posisi yang sesuai. Selain itu juga memberi alamat dekoder yang akan mengaktifkan Inhibit serial ke Paralel. Sehingga urutan aktifnya inhibit dapat sesuai dengan urutan posisi Demultiplekser
15	LED angka alamat data :	LED 7-ruas yang menunjukkan alamat data yang sedang aktif. Alamat data akan berubah setiap terjadi 8 clock bit.
16	Dekoder :	Merupakan dekoder 2 ke 4 yang digunakan mengaktifkan Inhibit paralel ke serial



Ket: P-S = Paralel ke Serial

Transmisi digital sinkron

Gambar 4. 1 Untai pengirim transmisi digital ragam sinkron



Gambar 4. 2 Untai penerima transmisi digital ragam sinkron

B. Langkah Percobaan

PERCOBAAN 1 : PENGAMATAN VISUAL

Percobaan ini dimaksudkan untuk memperlihatkan secara visual cara kerja transmisi digital ragam sinkron. Pengamatan dilakukan terhadap kedipan LED , sehingga frekuensi clock harus dipilih cukup rendah agar teramati mata.

Buatlah setelan saklar dengan :

- Sinkronisasi : 10101010
- Data 1 : 10001000
- Data 2 : 11001100
- Data 3 : 10011001

Frekuensi clock pengirim dan penerima dipilih yang terendah dan sama, pengamatan dilakukan dengan mencermati tampilan LED dan 7-ruas.

Percobaan 1.1: Pengamatan pengirim

Penerima tidak perlu diaktifkan. Tekanlah ‘start’ di pengirim.

- a) Amati pesat kedipan **LED Jalur Transmisi** (Tx Data). Amati pula pesat **Clock Bit!**
Simpulkan hasil pengamatan Anda!
- b) Cermati kesesuaian kedipan **LED Jalur Transmisi** dengan setiap masukan multiplekser (keluaran pengubah paralel ke serial) tepatnya berkaitan dengan alamat Mux itu (A1 A0)
- c) Cermati urutan aktifnya inhibit.
- d) Cermati yang terjadi pada suatu pengubah paralel ke serial saat inhibit aktif dan saat tidak aktif.

Pertanyaan 1

- a. *Bagaimana hubungan antara alamat data, alamat MUX, dan inhibit?*
- b. *Jelaskan urutan pengiriman data dari saat start dimulai?*

Percobaan 1.2: Pengamatan penerima

Hubungkan penerima dengan pengirim, dan aktifkan keduanya. Atur *Sinkronisasi* penerima = pengirim, tunggu sampai penerima sesuai dengan pengirim (kendali kata dan bit sesuai).

- Cermati pesat kedipan LED jalur transmisi. Cermati pula pesat perubahan 7-ruas kendali bit (**Clock Bit**)
- cermati kesesuaian kedipan LED di jalur transmisi dengan setiap keluaran DEMUX
- Setelah semua data diterima dan saat **Alamat Data** menunjuk 0 tekan stop, catat tampilan D0, D1, dan D2 di penerima.
- Cermati urutan aktifnya INHIBIT pengubah serial ke paralel .
- Cermati yang terjadi pada suatu pengubah serial ke paralel saat Inhibit aktif dan tidak aktif.
- Cermati keluaran pembanding. Bilamana keluaran pembanding aktif.

Pertanyaan 2.

a. Bagaimana urutan penerimaan data?

b. Jelaskan fungsi dari pembanding?

Percobaan 1.3: Pengirim-Penerima

- Jalankan dalam operasi normal (Sinkronisasi penerima = pengirim). Setelah berlangsung cukup lama (lebih dari satu bingkai data), hentikan pengiriman (tekan 'stop') saat alamat pengirim (7-ruas) menunjuk 1 atau 2. Cermati penerima sebelum alamat penerima (7-ruas) menunjuk 0, dan cermati pula sesudah menunjuk 0.
- Tekan Stop disaat komunikasi berjalan.
- Ubahlah data pengirim menjadi: D0 = tetap, D1= 11001010, D2 = 10101001. Tekan lagi 'start', tanpa mensinkronkan penerima terlebih dahulu.
- Saat kendali kata dan bit penerima menunjuk 00, catat data yang dipulihkan. Sama atau tidak data yang diterima dengan data yang dikirimkan?

Pertanyaan 3

a. Mengapa terjadi penerimaan data yang tidak sesuai dengan urutan data yang dikirim?

b. Bagaimana cara mengatasi keadaan tersebut?

PERCOBAAN 2: DIAGRAM SAAT PENGIRIM

Percobaan ini dimaksudkan untuk mengamati secara lebih cermat diagram pewaktuan (*timing diagram*) di pengirim menggunakan osiloskop (CRO) dua lacak. Matikan penerima. Kembalikan data dan Sinkronisasi seperti penyetelan awal. Pilih clock dengan frekuensi tertinggi (**Hi**) untuk kedua sisi pengirim dan penerima.

Percobaan 2.1: Isyarat-isyarat kendali

Gunakan osiloskop dua lacak dengan CH1 untuk mengamati Inhibit Sinkronisasi, dan CH2 untuk mengamati Inhibit data 1, Inhibit data 2, Inhibit data 3, Load dan Clock. Atur tampilan sehingga clock pun data terlihat runtunnya.

Pertanyaan 5

- a. *Bagaimana urutan pengaktifan inhibit ? Apakah sama dengan urutan aliran data yang dikirimkan?*
- b. *Bagaimana hubungan antara Inhibit Data dan Load?*
- c. *Bagaimana hubungan antara Clock dan Load?*

Percobaan 2.2: Konversi paralel-seri

Gunakan osiloskop dua lacak dengan CH1 untuk mengamati Inhibit dan CH2 dipindah-pindah untuk tiap keluaran pengubah Paralel ke Serial.

Pertanyaan 6

- a. *Apa yang terjadi pada keluaran P-S saat inhibit aktif dan tidak aktif?*
- b. *Apa yang terjadi saat masukan data paralel diubah?*

Percobaan 2.3: Penjamakan

Gunakan osiloskop dua lacak dengan trigger CH1, CH1 untuk mengamati keluaran dari MUX (Tx data jalur transmisi), CH2 untuk mengamati Clock minimal 1 bingkai data. Amati perulangan bingkai (*frame*) pengiriman data.

Pertanyaan 7

- a. *Pada saat perubahan runtun data, apa yang terjadi pada Clock?*
- b. *Berapa clock dalam satu bingkai data tersebut? Bagaimana jika dalam satu bingkai data mempunyai bit yang lebih?*

PERCOBAAN 3: DIAGRAM SAAT PENERIMA

Perhatikan titik-titik pengamatan di penerima.

Buat Sinkronisasi = 11111111 (dipengirim dan penerima) dan semua Data = 00000000

Percobaan 3.1: Keadaan tak ada hubungan dengan pengirim (tak sinkron)

1. Dalam keadaan penerima dimatikan, hidupkan pengirim. Saat jalur transmisi mengirim logika 1 (**H**) tekan 'stop' agar tidak mengeluarkan data.
2. Gunakan osiloskop CH1 untuk clock pengirim, CH2 untuk mengamati clock penerima. Amati yang terjadi !
3. Hidupkan penerima. Dalam keadaan ini, clock penerima kemungkinan besar **tidak sinkron** dengan pengirim.
4. Matikan lagi pengirim (mematikan dengan menekan stop), kemudian hidupkan lagi (dengan menekan start). Amati yang terjadi.

Percobaan 3.2: Keadaan ada hubungan dengan pengirim (sinkron)

1. Tekan tombol 'start' dengan kondisi **sinkron** antara pengirim dan penerima. Usahakan osiloskop menampilkan jumlah siklus clock yang cukup banyak, minimal satu bingkai (*frame*) data ($4 \times 8 \text{ bit} = 32 \text{ bit}$).
2. Gunakan osiloskop CH1 untuk clock pengirim, CH2 untuk mengamati clock penerima. Nyalakan pengirim dan penerima bersamaan dan amati yang terjadi pada tampilan osiloskop.
3. Dalam keadaan komunikasi sedang berjalan, matikan pengirim (mematikan dengan menekan stop), kemudian hidupkan lagi (dengan menekan start). Amati yang terjadi.

Pertanyaan 8

- a. Bagaimana keadaan antara Clock Pengirim dan Penerima ?
- b. Bilamana terjadi keadaan sinkron dan tak sinkron?

Percobaan 3.3: Pengurai (demultiplekser)

- a. Gunakan osiloskop dengan Trigger dari Inhibit data1. CH1 untuk Jalur Transmisi data (Masukan Demultiplekser), CH2 dipindah-pindah ke keluaran Demultiplekser (masukan serial pengubah Serial ke Paralel) untuk : Data1, Data2, Data3. Tampilkan minimal satu bingkai (*frame*) data.
- b. Gunakan osiloskop dengan Trigger dari Inhibit Data1. CH1 untuk alamat A1 dan CH2 untuk alamat A0. Ukur nilai frekuensi untuk clock A1 dan A0!

Pertanyaan 9

- a. Bagaimana urutan posisi masing-masing masukan S-P Data1, Data2 dan Data3 terhadap jalur transmisi ?

Percobaan 3.4: Konversi serial-paralel

Gunakan osiloskop dua lacak. CH1 untuk Inhibit dan CH2 untuk masukan pengubah Serial-Paralel yang bersangkutan, amati minimal satu bingkai (*frame*) data.

C. Lembar Pengamatan

PERCOBAAN 1: PENGAMATAN VISUAL

Percobaan 1.1: Pengamatan Pengirim

- a) Jelaskan bagaimana **kesesuaian** pesat kedipan LED jalur transmisi (keluaran Multiplekser) dengan pesat CLOCK BIT?
- b) Jelaskan kesesuaian dengan JALUR TRANSMISI

Saat Alamat Mux menunjuk:	A1 A0			
	00	01	10	11
Masukan Mux yang mana yang kedipannya sesuai Jalur Transmisi (Tx).				

- c) Perhatikan urutan pengaktifan inhibit pada pengirim !

Urutan Aktifnya Inhibit di Pengirim			

Percobaan 1.2: Pengamatan Penerima

- a) Jelaskan bagaimana **kesesuaian** pesat kedipan LED Jalur Transmisi (Masukan Demultiplekser) dengan pesat perubahan penampil Clock Bit ?

b) Jelaskan **kesesuaian** data dengan Jalur Transmisi

Saat Alamat Data Penerima menunjuk :	0	1	2	3
Keluaran DEMUX yang mana yang kedipannya sesuai Jalur Transmisi (Tx)				

c) Perhatikan urutan pengaktifan inhibit pada penerima !

Urutan Aktifnya Inhibit di Penerima			

d) Catat data yang dikirim dan yang diterima

Data	Data 1	Data 2	Data 3
Dikirim			
Diterima			

Percobaan 1.3: Pengamatan Pengirim-Penerima

a) Pencarian ‘Sinkronisasi’ di penerima.

- Selain alamat data menunjuk 0, jelaskan yang terjadi pada untai penerima !

- Sesudah menunjuk 0, jelaskan yang terjadi pada untai penerima !

b) Tekan “stop” pada saat komunikasi berlangsung. Ubah data yang dikirimkan sesuai dengan langkah percobaan. Pada saat alamat data di penerima menunjukkan 0. Data yang diterima menjadi:

Data 1 =; Data 2 =; Data 3 =

PERCOBAAN 2: DIAGRAM SAAT PENGIRIM

Percobaan 2.1: Isyarat-isyarat kendali

Inisialisasi:

- Pesat data pada pengirim dan penerima diset Hi (pesat data tinggi).
- Gunakan osiloskop dua lacak, perhatikan bingkai (*frame*) urutan aliran data yang terjadi.

INHIBIT SINKRONISASI (ch1)	
INHIBIT DATA 1 (ch2)	
INHIBIT DATA 2 (ch2)	
INHIBIT DATA 3 (ch2)	
LOAD	
CLOCK	

Percobaan 2.2: Konversi paralel-seri

SINKRONISASI =

INHIBIT	
KELUARAN SERIAL	

DATA 1 =

INHIBIT	
KELUARAN SERIAL	

DATA 2 =

INHIBIT	
KELUARAN SERIAL	

DATA 3 =

INHIBIT	
KELUARAN SERIAL	

Percobaan 2.3: Penjamakan

KELUARAN MUX (JALUR TRANSMISI)	
CLOCK	

Keterangan: Gambar minimal satu bingkai transmisi. Satu bingkai (*frame*) dibatasi oleh blok sinkronisasi.

PERCOBAAN 3: DIAGRAM SAAT PENERIMA

Percobaan 3.1: Keadaan tak ada hubungan dengan pengirim (tak sinkron)

clock pengirim f = Hz	
clock penerima f = Hz	

Ulangi percobaan .

clock pengirim f = Hz	
clock penerima f = Hz	

Percobaan 3.2: Keadaan ada hubungan dengan pengirim (sinkron)

clock pengirim f = Hz	
clock penerima f = Hz	

Ulangi percobaan

clock pengirim f = Hz	
clock penerima f = Hz	

Percobaan 3.3: Pengurai (demultiplekser)

Inisialisasi

- Lakukan percobaan dalam keadaan pengirim sinkron dengan penerima.
- Gunakan pesat data tinggi (Hi)
- Gambar minimal satu bingkai transmisi. Satu bingkai (*frame*) dibatasi oleh blok sinkronisasi.

Masukan DEMUX (jalur transmisi)	
Masukan Serial DATA 1	
Masukan Serial DATA 2	
Masukan Serial DATA 3	
A1	
A0	

Percobaan 3.4: Konversi seri-paralel

Inisialisasi

- Lakukan percobaan dalam keadaan pengirim sinkron dengan penerima.
- Gunakan pesat data tinggi (Hi)

Data1

INHIBIT	
Masukan Serial Data 1	

Data 2

INHIBIT	
Masukan Serial Data 2	

Data 3

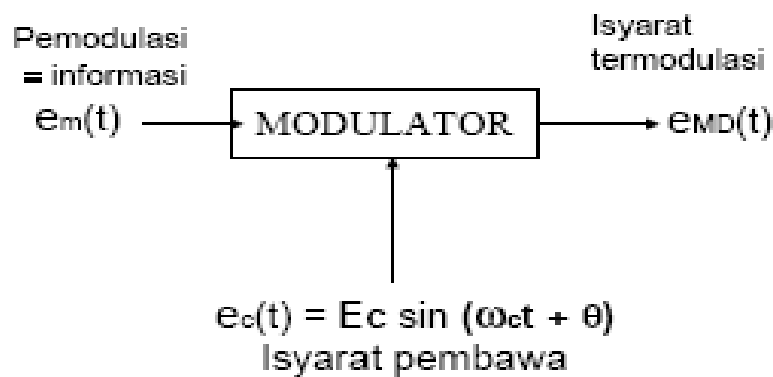
INHIBIT	
Masukan Serial Data 3	

UNIT V

ISYARAT TERMODULASI

A. Dasar Teori

Secara umum, modulasi merupakan suatu proses pengubahan parameter suatu isyarat (isyarat pembawa / carrier signal) oleh suatu isyarat lain (isyarat informasi / modulating signal). Isyarat pembawa memiliki frekuensi yang lebih tinggi daripada isyarat informasinya. Gambaran umum dari proses modulasi ditunjukkan pada Gambar 1.1.

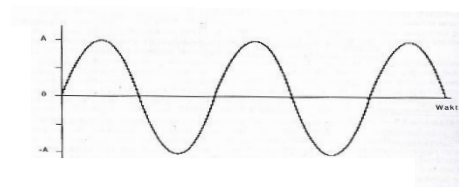


Gambar 5. 1 Ilustrasi teknik modulasi

Pada Gambar 5.1, terlihat bahwa proses pengubahan parameter dilakukan dengan melakukan proses pengalihan/pencampuran dua isyarat yang berbeda tersebut, sehingga menghasilkan suatu isyarat baku hasil modulasi, yang dinamakan isyarat termodulasi.

A.1. Modulasi Analog

Pada dasarnya, suatu teknik modulasi dan demodulasi serta proses yang selalu berhubungan dengan pengkodean (*encoding*) isyarat informasi, terbentuk dari parameter-parameter gelombang sinusoidal.



Gambar 5. 2 Isyarat sinusoidal

Isyarat sinusoidal seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.2 memiliki parameter-parameter yang sesuai dengan persamaan bentuk gelombangnya. Parameter tersebut adalah amplitudo (A), fasa (θ) dan frekuensi (f), yang kemudian akan diubah-ubah melalui proses modulasi.

$$s(t) = A \sin(2\pi ft + \theta) \quad (1.2)$$

Unit praktikum kali ini memiliki tujuan utama untuk mengamati prinsip-prinsip dasar dari teknik modulasi analog, yaitu AM (modulasi amplitudo), FM (modulasi frekuensi) dan PhM (modulasi fasa). Untuk FM dan PhM dalam beberapa literatur dikenal pula sebagai teknik modulasi sudut.

A.2 Modulasi Amplitudo (AM)

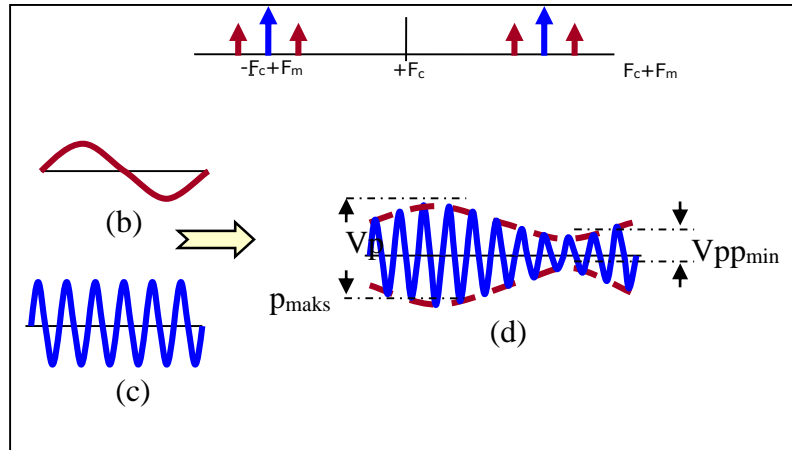
Secara umum, modulasi amplitudo adalah suatu teknik modulasi (pengubah-ubahan parameter) amplitudo isyarat *carrier* (pembawa) sebanding dengan tegangan dari isyarat pesannya, yaitu isyarat pemodulasi. Teknik modulasi amplitudo (AM) dibagi menjadi tiga jenis dasar, yaitu :

- a. AM Double Side Band Full Carrier (DSB-FC) – Envelope AM
- b. AM Double Side Band Suppressed Carrier (DSB-SC)
- c. AM Single Side Band Suppressed Carrier (SSB-SC)

Ketiga jenis modulasi amplitudo ini tetap memiliki prinsip dasar yang sama untuk mengubah-ubah parameter amplitudo isyarat *carrier* namun dengan perilaku tegangan dan sistematika penapisan kawasan frekuensi isyarat *carrier* yang berbeda.

A.2.1. AM Double Side Band Full Carrier (DSB-FC) – Envelope AM

Modulasi amplitudo jenis ini, disebut juga jenis modulasi AM baku, karena memiliki perumusan yang paling kompleks dan merupakan cikal bakal dari jenis modulasi amplitudo yang lainnya. Modulasi AM inilah yang akan diamati pada kegiatan praktikum kali ini, gambar isyarat AM-DSBFC ditunjukkan oleh gambar 5.3.



Gambar 5. 3 Isyarat AM-DSBFC : (a) Kawasan spektrum frekuensi; (b) Isyarat pemodulasi; (c) Isyarat asal; (d) Isyarat termodulasi

Persamaan isyarat AM dapat ditemukan dengan menggabungkan kedua isyarat yang berkaitan dalam teknik pemodulasinya.

Jika :

$$e_m(t) = A_m \cos \omega_m t \quad \{\text{isyarat pemodulasi}\} \quad (1.3)$$

$$e_c(t) = A_c \cos \omega_c t \quad \{\text{isyarat pembawa}\} \quad (1.4)$$

Maka, nilai Persamaan AM menjadi :

$$X_{AM} = (A_c + e_m) \cos \omega_c t \quad (1.5)$$

Kemudian dengan menyederhanakan kembali Persamaan (1.5), maka akan didapatkan penyederhanaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} X_{AM} &= (A_c + e_m) \cos \omega_c t \\ &= (A_c + A_m \cos \omega_m t) \cos \omega_c t \\ &= A_c \left[1 + \left(\frac{A_m}{A_c} \right) \cos \omega_m t \right] \cos \omega_c t \end{aligned}$$

$$X_{AM} = A_c [1 + m \cos \omega_m t] \cos \omega_c t \quad (1.6)$$

$$X_{AM} = A_c \cos \omega_c t + A_c \left[\frac{m}{2} \cos(\omega_c + \omega_m)t + \frac{m}{2} \cos(\omega_c - \omega_m)t \right] \quad (1.7)$$

Catatan : Pada teknik modulasi AM indeks modulasi ($m = A_m / A_c$) memiliki nilai maksimal, yaitu sama dengan satu.

$$m(\%) = \frac{A_m}{A_c} = \frac{V_{pp_{maks}} - V_{pp_{min}}}{V_{pp_{maks}} + V_{pp_{min}}} \times 100\% \leq 1 \quad (1.8)$$

A.3 Modulasi Sudut.

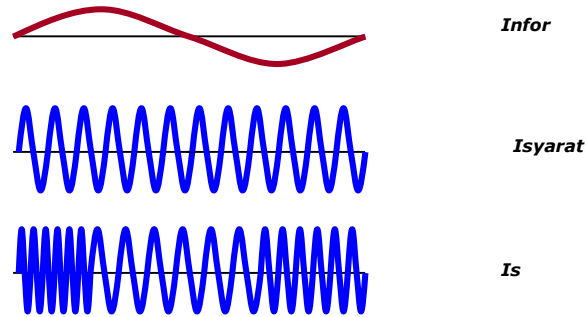
Dalam modulasi sudut, isyarat informasi dapat digunakan untuk mengubah frekuensi pembawa, sehingga menimbulkan modulasi frekuensi (FM), atau untuk mengubah-ubah sudut fasa yang mendahului (*leading*) atau tertinggal (*lagging*), sehingga menimbulkan modulasi fasa (PhM).

Karena frekuensi dan fasa keduanya adalah parameter dari sudut pembawa, yang adalah suatu fungsi dari waktu, istilah umum modulasi fasa diartikan mencakup keduanya. Modulasi frekuensi dan modulasi fasa mempunyai beberapa sifat yang sangat mirip, tetapi juga mempunyai perbedaan-perbedaan yang cukup signifikan. Hubungan antara keduanya akan dibahas pada bagian ini.

Dibandingkan dengan modulasi amplitudo, modulasi frekuensi mempunyai beberapa kelebihan tertentu. Yang terutama adalah bahwa perbandingan S/N apat ditingkatkan tanpa harus menambah daya yang dipancarkan (tetapi ini memang harus diimbangi dengan meningkatnya lebar-jalur frekuensi yang diperlukan); bentuk-bentuk interferensi tertentu pada penerima lebih mudah untuk ditekan; dan proses modulasi dapat dilakukan pada tingkat daya yang rendah pada pemancar, sehingga dengan demikian tidak diperlukan daya modulasi yang terlalu besar.

A.4 Modulasi Frekuensi

Secara singkat dan jelas, berbeda dengan modulasi AM, pada modulasi FM yang berubah adalah frekuensi isyarat pembawa sesuai dengan isyarat pemodulasi. Ilustrasi dari modulasi FM dapat dilihat pada Gambar 5.4., terlihat disana isyarat termodulasi FM berupa suatu isyarat yang memiliki dua keadaan frekuensi, yaitu frekuensi rapat dan renggang, kondisi keduanya ditentukan oleh keberadaan isyarat pembawa dan isyarat pemodulasinya.



Gambar 5. 4 Ilustrasi modulasi frekuensi.

Rumusan-rumusan penting dalam modulasi FM adalah sebagai berikut.

- Rumusan frekuensi pembawa sesaat (isyarat termodulasi):

$$f_i = f_c + \Delta f \sin \omega_m t \quad (1.9)$$

Dengan, f_c adalah frekuensi pembawa tanpa modulasi, dan Δf adalah deviasi frekuensi.

- Rumusan deviasi frekuensi puncak dari isyarat FM ditumuskan sebagai :

$$\Delta f = k E_{m_{maks}} \quad (1.10)$$

Dengan k adalah konstanta deviasi frekuensi, dan $E_{m_{maks}}$ adalah amplitudo isyarat pembawa maksimum.

- Rumusan indeks modulasi untuk modulasi frekuensi didefinisikan sebagai :

$$k_f = \frac{\Delta f}{f_m} \quad (1.11)$$

Dengan f_m adalah isyarat pemodulasi.

Sehingga dari perumusan-perumusan diatas, dapat dituliskan pula perumusan umum isyarat termodulasi FM dengan pemodulasi sinusoidal sebagai :

$$e = \sin(\omega_c t - k_f \cos \omega_m t) \quad (1.12)$$

A.5 Modulasi Fasa.

Dalam modulasi ini yang diubah adalah fasa dari isyarat pembawa sesuai isyarat pemodulasi (informasi). Modulasi fasa dihasilkan bila sudut fasa ϕ dari pembawa dibuat menjadi fungsi dari isyarat modulasi. Pembawa tanpa modulasi diberikan oleh:

$$e_c = \sin(\omega_c t + \phi_c) \quad (1.13)$$

Sehingga, jika dimodulasi fasa, ϕ_c diganti dengan $\phi(t)$, dimana

$$\phi(t) = \phi_c + K e_m \quad (1.14)$$

K adalah konstanta deviasi fasa (analog dengan k untuk modulasi frekuensi) dan e_m adalah isyarat pemodulasi. Biasanya ϕ_c dapat dihapuskan dari persamaan karena merupakan konstanta yang tidak mempengaruhi modulasi. Lagipula, dengan membuat $e_m = E_{m_{maks}} m(t)$, maka Persamaan (1.14) dapat ditulis sebagai:

$$\phi(t) = \Delta\phi m(t) \quad (1.15.)$$

dengan besar deviasi fasa puncak $\Delta\phi$ dituliskan sebagai:

$$\Delta\phi = K E_{m_{maks}} \quad (1.16.)$$

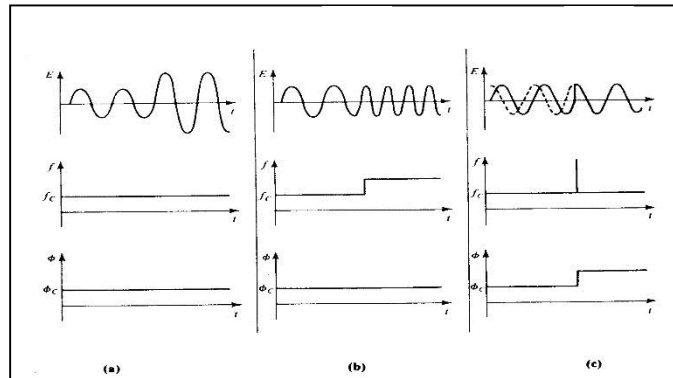
Sehingga secara umum, dari Persamaan (1.33.) dan Persamaan (1.31.) didapatkan perumusan umum isyarat termodulasi PhM dengan pemodulasi sinusoidal sebagai:

$$e = \sin(\omega_c t + \Delta\phi \sin \omega_m t) \quad (1.17)$$

Dengan membandingkan Persamaan (1.17) dengan Persamaan (1.12), kesamaan antara modulasi fasa dan modulasi frekuensi untuk isyarat-isyarat modulasi sinusoidal akan menjadi jelas, terutama bila diingat bahwa satu-satunya perbedaan antara suku modulasi sinusoidal dan cosinusoidal adalah pada selisih fasa sebesar 90° , yang tidak akan langsung kelihatan bila isyarat-isyarat didemodulasi nantinya.

Gambar 5.5. memperagakan keadaan bila suatu pembawa sinusoidal dimodulasi oleh suatu tegangan step. Pada modulasi AM (Gambar 1.5(a)), amplitudo akan mengikuti perubahan *step* tersebut, sementara frekuensi dan fasa tetap. Pada modulasi FM (Gambar 1.5(b)), amplitudo dan fasa tetap konstan, sementara frekuensi mengikuti perubahan *step*.

Sedangkan pada modulasi PhM (Gambar 1.5(c)), amplitudo tetap konstan sedangkan sudut fasa mengikuti perubahan *step* dengan waktu. Perubahan fasa diukur dengan berpedoman pada fasa yang seharusnya akan terjadi tanpa adanya modulasi. Setelah perubahan *step* dalam fasa, pembawa sinusoida akan tampak seolah-olah merupakan perpanjangan dari lengkung garis terputus-putus yang ditunjukkan pada grafik amplitudo-waktu dalam Gambar 1.5(c).



Gambar 5. 5 Memodulasi dengan suatu bentuk-gelombang step: (a) AM; (b) FM; (c)PhM

B. Panduan Percobaan

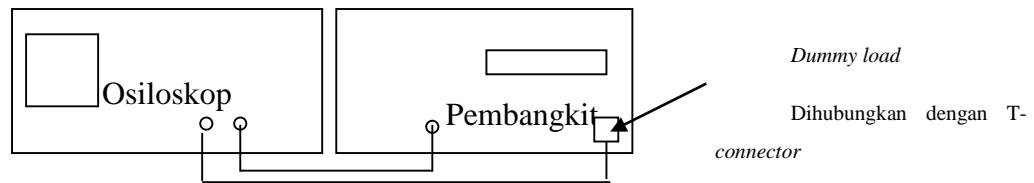
Maksud : Mengamati bentuk gelombang isyarat-isyarat termodulasi

Alat : Pembangkit isyarat RF dan osiloskop

Praktikan agar membawa kertas grafik (**milimeter blok**)

Percobaan 1: Isyarat Pembawa (RF) tanpa Modulasi

- 1) Pada keluaran RF pembangkit RF sebaiknya dipasang *dummy load* 50 Ω , sehingga pengamatan ke osiloskop melalui pencabang T. RF diset modulasi *off*.
- 2) Gunakan osiloskop untuk mencermati bentuk gelombang, amplitudo, dan frekuensi isyarat keluaran pembangkit isyarat RF (*RF Signal Generator*) untuk berbagai keadaan penyetelan (mengubah-ubah frekuensi dan aras RF) seperti terinci pada tabel di Lembar Pengamatan.
- 3) Kutip gambarnya di kertas grafik. Catat nilai amplitudo (V_{pp}) dan frekuensi (f) dari gambar tersebut !



Gambar 5. 6 . Rangkaian alat praktikum

Percobaan 2: Isyarat Termodulasi Amplitudo (AM)

- 1) Pada keluaran RF pembangkit RF sebaiknya dipasang *dummy load* 50 Ω , sehingga pengamatan ke osiloskop melalui pencabang T. RF diset modulasi AM.
- 2) Masukkan osiloskop CH-1 isyarat keluaran RF pembangkit isyarat RF (*RF Signal Generator*), CH-2 untuk isyarat pemodulasi. Cermati keluaran RF untuk berbagai keadaan penyetelan (mengubah-ubah frekuensi dan aras RF, serta frekuensi pemodulasi dan indeks modulasi) seperti terinci pada tabel di Lembar Pengamatan.
- 3) Kutip gambarnya di kertas grafik (keluaran RF dan pemodulasi).
- 4) Catat nilai $V_{pp_{maks}}$ dan $V_{pp_{min}}$ dari keluaran RF dan Nilai amplitudo (V_{pp}) untuk pemodulasinya !

Percobaan 3: Isyarat Termodulasi Frekuensi (FM)

- 1) Pada keluaran RF pembangkit RF sebaiknya dipasang *dummy load* 50 Ω , sehingga pengamatan ke osiloskop melalui pencabang T. RF diset modulasi FM.
- 2) Masukkan osiloskop CH-1 isyarat keluaran RF pembangkit isyarat RF (*RF Signal Generator*), CH-2 untuk isyarat pemodulasi. Cermati keluaran RF untuk berbagai keadaan penyetelan (mengubah-ubah frekuensi dan aras RF, serta frekuensi pemodulasi dan deviasi frekuensi) seperti terinci pada tabel di Lembar Pengamatan.
- 3) Kutip gambarnya di kertas grafik (keluaran RF dan pemodulasi)

Percobaan 4: Isyarat Termodulasi Fase (ϕM)

- 1) Pada keluaran RF pembangkit RF sebaiknya dipasang *dummy load* 50 Ω , sehingga pengamatan ke osiloskop melalui pencabang T. RF diset modulasi ϕM .
- 2) Masukkan osiloskop CH-1 isyarat keluaran RF pembangkit isyarat RF (*RF Signal Generator*), CH-2 untuk isyarat pemodulasi. Cermati keluaran RF untuk berbagai keadaan penyetelan (mengubah-ubah frekuensi dan aras RF, serta frekuensi pemodulasi dan deviasi sudut) seperti terinci pada tabel di Lembar Pengamatan.
- 3) Kutip gambarnya di kertas grafik (keluaran RF dan pemodulasi).

C. Lembar Pengamatan

Percobaan 1: Isyarat Pembawa (RF) tanpa Modulasi

Inisialisasi :

- Mode modulasi OFF.
- Pengaturan frekuensi RF dengan CARR-FREQ.
- Pengaturan level RF dengan RF LEVEL.

RF	0 dB	-5 dB	-10 dB
1 MHz	Gambar (kertas grafik) Amplitudo = Frekuensi =	Gambar (kertas grafik) Amplitudo = Frekuensi =	Gambar (kertas grafik) Amplitudo = Frekuensi =
5 MHz	Gambar (kertas grafik) Amplitudo = Frekuensi =	Gambar (kertas grafik) Amplitudo = Frekuensi =	Gambar (kertas grafik) Amplitudo = Frekuensi =
10 kHz	Gambar (kertas grafik) Amplitudo = Frekuensi =	Gambar (kertas grafik) Amplitudo = Frekuensi =	Gambar (kertas grafik) Amplitudo = Frekuensi =

Percobaan 2: Isyarat Termodulasi Amplitudo (AM)

Inisialisasi :

- Mode modulasi AM
- Pemilihan frekuensi pemodulasi dengan MOD-ALC.

1) RF : 10 kHz, -10 dB

Pemodulasi : 1 kHz

Indeks modulasi =	30 %	50 %
Gambar pemodulasi	Di kertas grafik	Di kertas grafik
Gambar termodulasi	Di kertas grafik	Di kertas grafik

2) RF : 20 kHz, 0 dB

Pemodulasi : 3 kHz

Indeks modulasi =	30 %	50 %
Gambar pemodulasi	Di kertas grafik	Di kertas grafik
Gambar termodulasi	Di kertas grafik	Di kertas grafik

Percobaan 3: Isyarat Termodulasi Frekuensi (FM)

Inisialisasi :

- Mode modulasi FM
- Pemilihan frekuensi pemodulasi dengan MOD-ALC.

3) RF : 10 kHz, 0 dB

Pemodulasi : 400 Hz

Deviasi frekuensi =	5 kHz	15 kHz
Gambar pemodulasi	Di kertas grafik	Di kertas grafik
Gambar termodulasi	Di kertas grafik	Di kertas grafik

4) RF : 10 kHz, -5 dB

Pemodulasi : 1 kHz

Deviasi frekuensi =	10 kHz	20 kHz
Gambar pemodulasi	Di kertas grafik	Di kertas grafik
Gambar termodulasi	Di kertas grafik	Di kertas grafik

5) RF : 20 kHz, -10 dB

Pemodulasi : 3 kHz

Deviasi frekuensi =	10 kHz	15 kHz
Gambar pemodulasi	Di kertas grafik	Di kertas grafik
Gambar termodulasi	Di kertas grafik	Di kertas grafik

Percobaan 4: Isyarat Termodulasi Fase (ϕM)

Inisialisasi :

- Mode modulasi ϕM
- Pemilihan frekuensi pemodulasi dengan MOD-ALC.

1) RF : 10 kHz, 0 dB

Pemodulasi : 1000 Hz

Deviasi sudut =	6.28 (2π) rad	9.42 (3π) rad
Gambar pemodulasi	Di kertas grafik	Di kertas grafik
Gambar termodulasi	Di kertas grafik	Di kertas grafik

2) RF : 10 kHz, -5 dB

Pemodulasi : 1 kHz

Deviasi sudut =	6.28 (2π) rad	9.42 (3π) rad
Gambar pemodulasi	Di kertas grafik	Di kertas grafik
Gambar termodulasi	Di kertas grafik	Di kertas grafik

3) RF : 10 kHz, -10 dB

Pemodulasi : 3 kHz

Deviasi sudut =	6.28 (2π) rad	9.42 (3π) rad
Gambar pemodulasi	Di kertas grafik	Di kertas grafik
Gambar termodulasi	Di kertas grafik	Di kertas grafik

UNIT VI

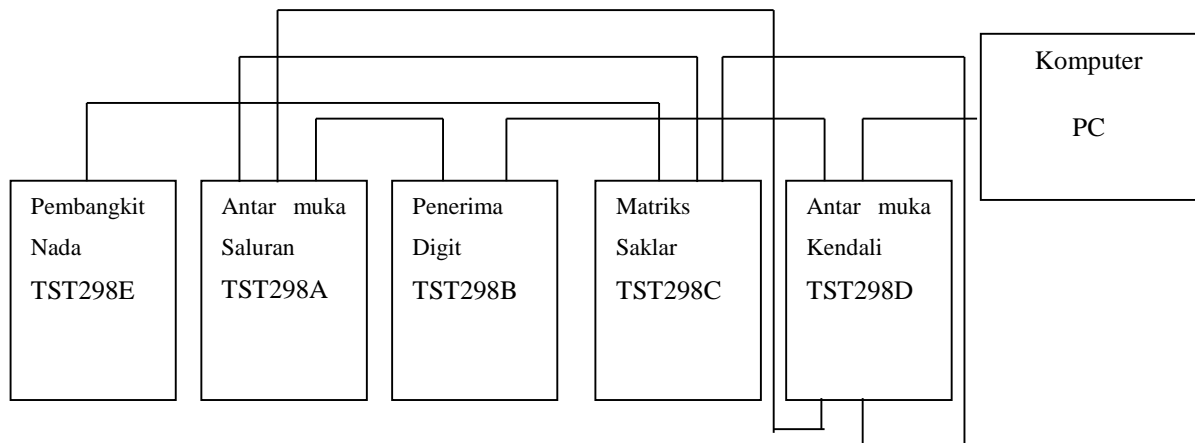
SISTEM TUTOR TELEFONI

A. Dasar Teori

A.1. Sistem Tutor Teleponi TST 298

Untai praktikum yang akan diamati merupakan untai tutorial sebuah sistem sentral telepon analog dengan metode pendialan pulsa. Jaringan telepon yang digunakan untuk mentransmisikan suara, kata-kata yang diucapkan ditransmisikan sebagai gelombang suara analog, orang berbicara dalam format analog, yaitu gelombang, dan hal itulah yang ditransmisikan pada sistem telepon analog tersebut.

Diagram blok dari sistem tutor ditunjukkan pada Gambar 6.1.



Gambar 6. 1 Diagram blok rangkaian Tutor Telephony TST 298

A.1.1 *Monitor Automatic Run*

Bagian ini tertampil pada layar monitor PC, berupa tabel-tabel untuk memonitor atau mengamati keadaan-keadaan pesawat telepon yang terpasang pada soket 10 sampai dengan soket 17. Gambar 6.2. memperlihatkan bentuk dan susunan dari data-data yang tertampil pada *monitor automatic run*.

DIRECTORY NOS	10	11	12	13	14	15	16	17
EQUIPMENT NOS	0	1	2	3	4	5	6	7
OFF-HOOK MAP	0	0	0	0	0	0	0	0
BUSY LINE MAP	0	0	0	0	0	0	0	0
SWITCH J0	0	0	0	0	0	0	0	0
MAP J1	0	0	0	0	0	0	0	0
JE	0	0	0	0	0	0	0	0
TONES	0 MF	0 RT	0 NU	0 DT	0 MF	0 RT	0 NU	0 DT

JUNC. STATE		JUNCTOR 0				JUNCTOR 1			
CALLING LINE									
CALL STATE									
FIRST DIGIT									
SECOND DIGIT									
REQUIRED LINE									
ALERTING MAP		0	0	0	0	0	0	0	0
CONGEST'N MAP									

Gambar 6. 2 Tampilan monitor automatic run

Keterangan :

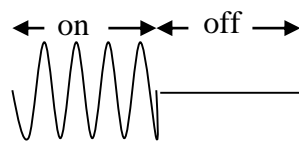
- Directory NOS/Equipment NOS : mewakili nomor-nomor pesawat telepon yang berkesesuaian
- Off-Hook Map : menandakan kondisi on/off-hook telepon yang tersambung ke sentral
- Busy Line Map : menandakan sibuk/tidaknya *line* telepon
- Switch Map : menandakan *juncctor* yang dipakai (J0 atau J1) atau panggilan mengantri (JE)
- Tones : menandakan nada-nada yang terjadi dan dibangkitkan oleh *tone generator*.
- Junc. State : menandakan keadaan *juncctor* yang terpakai.
- Calling line : menandakan nomor *line* pemanggil
- Call state : menandakan *state* panggilan, yang identik juga dengan *central battery operation*
 - Call state = 1 : calling line off-hook (DT)
 - Call state = 2 : 1st digit transmit
 - Call state = 3 : 1st digit received
 - Call state = 4 : 2nd digit transmit
 - Callstate = 5 : 2nd digit received (communication start)
- First & Second Digit : menandakan penekanan digit pertama dan kedua
- Required line : menandakan nomor *line* yang dipanggil
- Alerting Map : menandakan timbulnya peringatan pada proses komunikasinya
- Congestion Map : menandakan pesawat yang terkena kongesti (macet) pada proses komunikasi

Keadaan awal dari sistem adalah 0, dan akan menjadi 1 jika terjadi perubahan kondisi pada sistem. Perubahan pada sistem yang dapat diamati adalah kondisi *calling line* (telepon pemanggil) maupun *required line* (telepon yang dipanggil) dalam keadaan on/off hook, proses komunikasi yang terjadi antara keduanya, sistematisasi trafik dan juga alokasi *juncctor* yang dipakai untuk beberapa proses komunikasi yang terhubung dalam sentral telepon analog tersebut.

A.1.2 TST 298 E: Pembangkit Nada

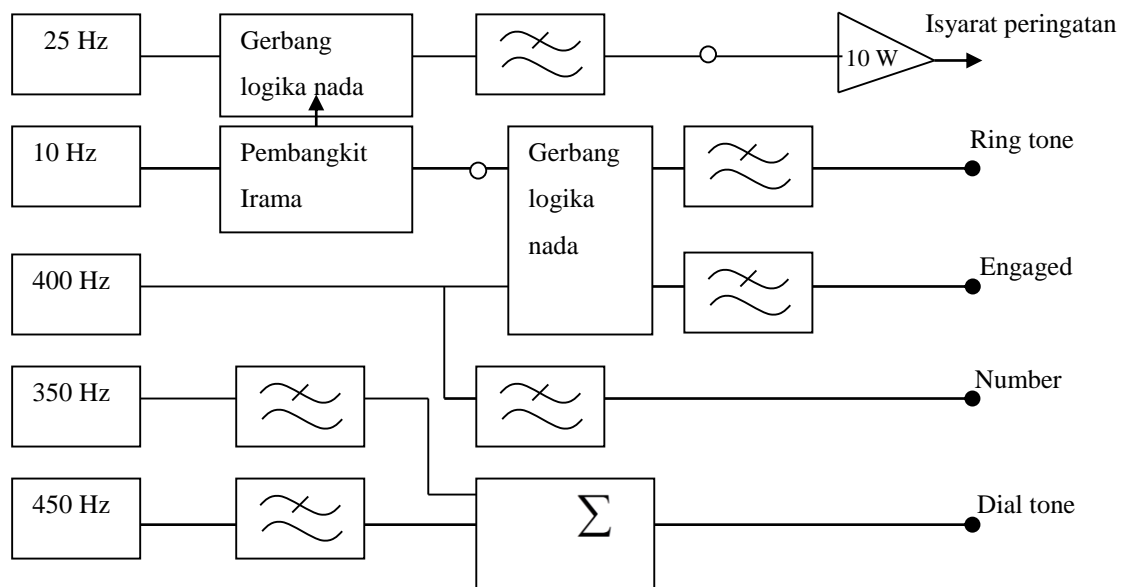
Merupakan modul pembangkit nada-nada yang umum terjadi pada sistem telefoni, yaitu nada sibuk (engaged tone), nada pilih (dial tone), nada dering (ring tone) dan nada untuk nomor tak-ditemukan (number unobtainable tone). Nada-nada tersebut memiliki standard frekuensi tertentu yang khas dan tidak akan mungkin saling berinterferensi satu sama lain dan juga dengan isyarat pembicaraan manusia.

Pengamatan yang dilakukan adalah sketsa gambar keadaan on/off pada karakteristik nada, keadaan on/off tersebut diperlihatkan pada gambar 6.3.



Gambar 6. 3 Keadaan on/off nada

Kegiatan pengamatan pada praktikum dilakukan dengan menghubungkan jalur-jalur yang berkesesuaian pada modul pembangkit nada-nada tersebut, dengan osiloskop satu lacak. Modul TST 298 E sebagai pembangkit nada ditunjukkan pada Gambar 6.4.



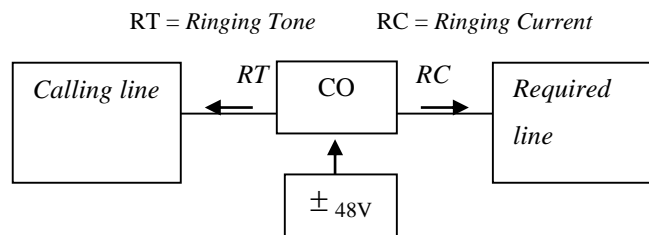
Gambar 6. 4 Modul pembangkit nada TST 298 E

A.1.3 TST 298 A: Antarmuka Saluran

Modul ini digunakan sebagai jalur atau kanal dari proses komunikasi antara pesawat pemanggil (*calling line*) dan pesawat yang dipanggil (*required line*). Pada kegiatan praktikum, modul ini berfungsi sebagai tempat dari soket-soket pesawat telepon dan juga sebagai tempat untuk mengamati proses komunikasi yang melibatkan pesawat-pesawat telepon tersebut. Proses pengamatan dilakukan terhadap indikator-indikator *loop*, *termination* dan *answer detector*.

Kegiatan komunikasi yang dapat diamati merupakan salah satu dari fitur-fitur komunikasi telepon analog, *loop/disconnect signaling*, yaitu untuk mengetahui keadaan *off hook* (angkat gagang) atau *on hook* (gagang diam). *Loop signaling* berarti dalam keadaan *off hook* dan *disconnect signalling* dalam keadaan *on hook*.

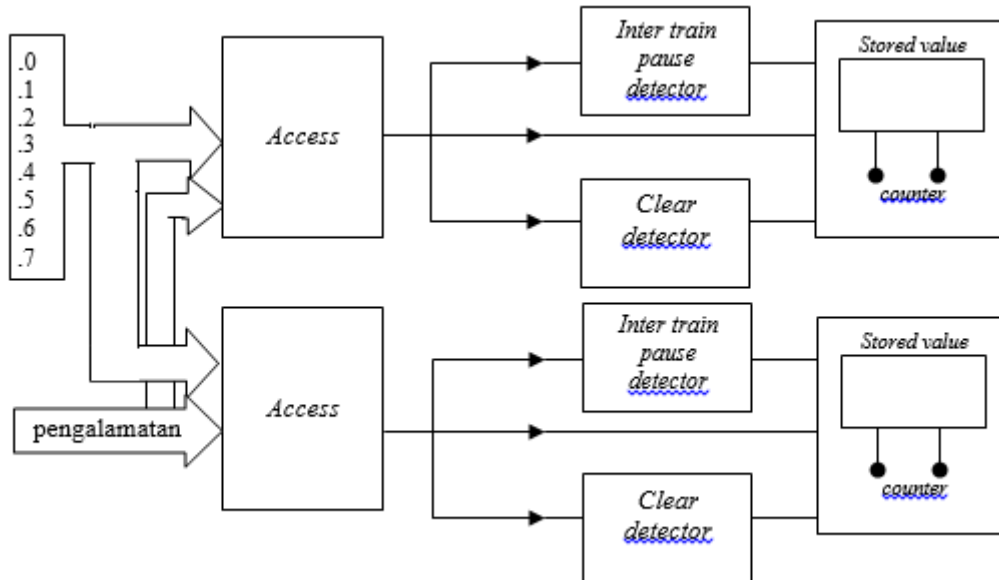
Selain itu, juga dapat diamati fitur *central battery operation*, yaitu sistem pengoperasian *power* yang diatur dari sentral yang melibatkan nada dering dengan arus pengebelan. Fitur *central battery operation* ditunjukkan pada Gambar 6.5.



Gambar 6. 5 Central baterry operation

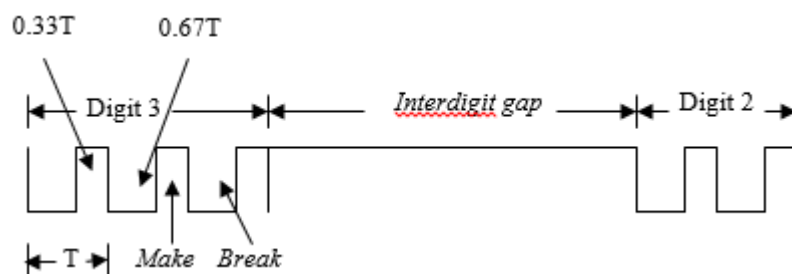
A.1.4 TST 298 B: Penerima Digit

Merupakan modul penerima digit yang berfungsi sebagai tempat pengamatan terhadap proses pendialan pulsa yang digunakan pada sistem tutor TST 298 dan proses komunikasi berkesesuaian. Modul TST 298 B sebagai penerima digit ditunjukkan pada Gambar 6.6.



Gambar 6. 6 Modul penerima digit TST 298 B

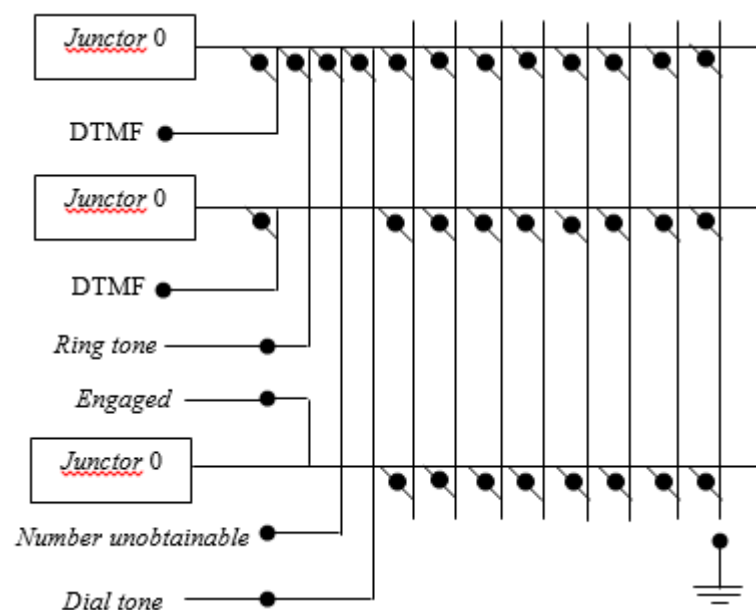
Pengamatan dilakukan terhadap berbagai keadaan pulsa, baik keadaan normal maupun keadaan khusus. Proses pendialan pulsa diperlihatkan pada Gambar 6.7. Pada sistem telepon analog, terdapat istilah yang dinamakan sela antar pulsa, yaitu suatu satuan waktu antara pengiriman pulsa-pulsa yang mewakili nomor-nomor telepon yang ditekan (bila memakai *push button*) atau diputar (bila memakai sistem cakra) oleh pesawat pemanggil untuk menghubungi pesawat yang lain. Sela antar pulsa dapat terjadi, karena pengiriman pada sistem telepon analog adalah pengiriman pulsa satu-persatu.



Gambar 6. 7 Pendialan pulsa

A.1.5 TST 298 C: Matriks Saklar

Sebuah untai matriks saklar, yang mengindikasikan sistem penyambungan dan pensinyalan yang terjadi dalam proses komunikasi. Pengamatan pada matriks saklar ini mirip dengan apa yang dilakukan pada pengamatan tabel *monitor automatic run*. Perbedaannya hanya pada matriks saklar ini sulit untuk mengamati mekanisme trafik seperti peristiwa kongesti. Untuk proses pemanggilan telepon yang melalui sentral masih dapat diamati, baik itu panggilan yang berhasil (*suksesfull*), sibuk (*busy*) maupun panggilan terhadap nomor yang tidak ditemukan (*number unobtainable*). Untai TST 298 C sebagai matriks saklar ditunjukkan pada Gambar 6.8.



Gambar 6. 8 Matriks saklar TST 298 C

A.2 Perangkat lunak operasi

Selain perangkat keras yang diperlukan diatas, pada komputer PC juga dilengkapi oleh perangkat lunak dengan berbagai mode dan menu yang dipergunakan pada berbagai percobaan yang diinginkan.

Menu yang tersedia antara lain :

1. *Demonstration Program*

Alat : komputer PC dan perangkat lunak, tanpa modul-modul TST 298

Tujuan : menjelaskan proses penyambungan melalui layar monitor

2. *Automatic Run*

Alat : lengkap, dirangkai seperti gambar 1.1

Tujuan : menjelaskan operasi penyambungan secara nyata, Gambar 1.2.

3. *Manual Run*

Alat : lengkap manusia sebagai operator

Tujuan : mengoperasikan penyambungan manual (dengan operator)

4. *Manual IO*

Alat : lengkap

Tujuan : melatih teknik pemrograman sentral

Pada praktikum kali ini, menu yang dipilih adalah menu *automatic run*, dengan tujuan praktikan dapat mengamati maupun menjelaskan sistem penyambungan dan pensinyalan yang terjadi pada sentral telepon analog yang bersangkutan.

B. Langkah Percobaan

B.1. Pengenalan dan Protokol Dasar

B.1.1 Prosedur Awal

Perangkat keras : Sesuai tampilan Gambar I.1.

Perangkat Lunak : Pilih menu “Automatic Run” yaitu *auto.exe* dan gunakan “System Defined Numbers” (dalam hal ini kedelapan pesawat diberi nomor 10,11, , 16,17) sehingga muncul tampilan tabel berikut.

DIRECTORY NOS	10	11	12	13	14	15	16	17
EQUIPMENT NOS	0	1	2	3	4	5	6	7
OFF-HOOK MAP	0	0	0	0	0	0	0	0
BUSY LINE MAP	0	0	0	0	0	0	0	0
SWITCH J0	0	0	0	0	0	0	0	0
MAP J1	0	0	0	0	0	0	0	0
JE	0	0	0	0	0	0	0	0
TONES	0 MF	0 RT	0 NU	0 DT	0 MF	0 RT	0 NU	0 DT
JUNC. STATE		JUNCTOR 0			JUNCTOR 1			
CALLING LINE								
CALL STATE								
FIRST DIGIT								
SECOND DIGIT								
REQUIRED LINE								
ALERTING MAP	0	0	0	0	0	0	0	0
CONGEST'N MAP								

B.1.2 Pengamatan

A. Panggilan Berhasil (succesfull)

Kondisi awal : semua istirahat, gunakan No. 12 untuk menghubungi 15.

Pengamatan : catat bagian (baris) tabel di atas yang **berubah** saja

1) Nomor 12 angkat gagang (off-hook)

2) Nomor 12 mendial 15

a. Tekan “1”

b. Tekan “5”

- 3) Nomor 15 “off-hook”
- 4) Nomor 15 “on-hook”
- 5) Nomor 12 “on-hook”

B. Nomor tak-ditemukan (*unobtainable*) atau sibuk (*engaged*)

Kondisi awal : semua istirahat, gunakan No. 12 sebagai pesawat pemanggil.

Pengamatan : catat bagian (baris) tabel yang **berubah** saja

- 1) Nomor 12 mendial 25
- 2) Nomor 12 mendial 15, padahal 15 dalam keadaan awal sibuk (“off-hook”)
- 3) Nomor 12 memanggil 17, tetapi 17 terputus (“disconnected”)

Pada modul “Line Circuit” TST 298 A yakinkan bahwa saklar *termination detector* “17” pada posisi *in*. Saklar terdapat dibagian bawah terminal pesawat 17.

 - a) Nomor 12 memanggil 17, sebelum menjawab 17 terputus (saat 17 sedang dibel, pindahkan saklar diatas ke posisi *out*).

Apa yang terjadi dengan *ringtone* :

- b) Dalam keadaan 17 terputus. ulangi memanggil 17

4) Pulihkan saklar ke posisi *In*, apa yang terjadi ?

C. Kongesti (*congestion*)

Kondisi awal : 12 sedang bicara dengan 15

13 sedang bicara dengan 17

lainnya istirahat

Pengamatan : tabel tampilan di atas, catat bagian yang **berubah** saja.

1) Selain 12,13,15,17, istirahat

Keadaan *Junctor*:

2) Nomor 14 off-hook

Keadaan *Junctor* :

Nada di pesawat 14 :

3) Nomor 14 tetap “off-hook”, 12 dan 15 sudah “on-hook”

Keadaan *Junctor* :

Nada di pesawat 14 :

B.1.3 Pertanyaan : (Dikerjakan untuk Laporan)

- 1) Jelaskan pengertian bagi pelanggan nada-nada :
 - a) Pilih (“dial ”)
 - b) Dering (“ring”)
 - c) *Number unobtainable*
 - d) *Equipment engaged*
- 2) Untuk tiap nada pada pertanyaan 1), pada tingkat apa masing-masing nada itu terjadi dan berakhir.
- 3) Apa yang dimaksud dengan *junctor*
- 4) Jelaskan pengertian “congestion”
- 5) Jelaskan pengisyaratan pelanggan-dengan-sentral dalam pemanggilan yang berhasil
- 6) Jika panggilan dari nomor 12, apa yang terdengar di pemanggil jika memanggil
 - a) 10
 - b) 12
 - c) 20

2.2 Watak nada

2.2.1 Prosedur awal

Perangkat lunak : *Automatic Run*

Alat : Osiloskop (sesuaikan dengan soket nada yang diinginkan)

II.2.2 Pengamatan :

Bentuk isyarat nada-nada melalui soket yang bersesuaian pada modul *Tone Generator* TST293E, kemudian cermati dan buat sketsa gambar :

- irama (“cadence”) nada, yaitu waktu ON dan OFF jika terjadi.

Nada	Sketsa Gambar (On/Off)
Number Unobtainable tone	
Engaged tone	
Ring tone	
Dial tone	

2.2.3 Pertanyaan (Dikerjakan untuk Laporan)

- (1) Lebar pita telepon : 300 Hz - 3400 Hz. Bagaimana frekuensi nada-nada pengisyratan terletak dalam rentang ini ?
- (2) Bilamana mendapat nada
 - a) Dering (“ringing”)
 - b) NU
 - c) Pilih (“dial”)

2.3 Pengujian Antarmuka Saluran

2.3.1 Prosedur Awal

Perangkat keras : Pesawat hanya terhubung ke soket “0” dan “7” pada *Line Circuit Modul TST 298A*

Pada Digit Receiver modul TST 298B, periksa bahwa lampu clear detector menyala dan kedua pencacah menunjuk “00”.

Perangkat lunak : *Automatic Run, System Defined Numbers*

Alat : Osiloskop

2.3.2 Pengamatan

- 1) Lakukan pemanggilan dari EN0 (DN 10) ke EN7 (DN 17) hingga terhubung dan selesai, amati (dengan osiloskop) nada-nada di pemanggil, untuk tiap langkah:
 - a) Gambar nada saat EN0 angkat gagang

b) Gambar nada setelah penekanan digit pertama (“1”)

c) Gambar nada setelah penekanan digit kedua (“7”)

d) Gambar isyarat pembicaraan

- 2) Ulangi pemanggilan dari pesawat 10 ke 17 dan cermati lampu-lampu indikator, menyala, mati atau berkedip-kedip.

LINE CIRCUIT LAMP TABLE (Pengamatan pada EN0 - *Calling Line*)

CALL STAGE	Idle	Off-hook	1st digit	2nd digit	Answer
DETECTOR:					
1) Loop					
2) Answer					
3) Termination					

LINE CIRCUIT LAMP TABLE (Pengamatan pada EN7 - *Required Line*)

CALL STAGE	Idle	Off-hook	1st digit	2nd digit	Answer
DETECTOR					
1) Loop					
2) Answer					
3) Termination					

II.3.3 Pertanyaan (Dikerjakan untuk Laporan)

- 1) Jelaskan ketiga arti lampu pada tiap-tiap untai saluran (*loop detector*, *answer detector*, *termination detector*) secara fungsional dan elektrik
- 2) Sebutkan nada-nada yang terdengar dalam suatu panggilan yang berhasil :
 - a) Saat pemanggil mengangkat gagang
 - b) Saat pemanggil selesai mendial
- 3) Mengapa isyarat pengebelan dan nada dering harus terpisah ?

2.4 Modul penerima digit

2.4.1 Prosedur awal

Seperti Percobaan II.3 , namun dipilih sepasang pesawat telepon untuk diamati dan osiloskop tidak digunakan lagi.

2.4.2 Pengamatan

A. Penerima digit

INDICATOR LAMP	Idle	off-hook	1st digit	2nd digit	Answer	Clear
LOOP SIGNAL						
Access						
Clear						
Counter... Left-hand						
Right-hand						
Stored Value.. Left-hand						
Right-hand						

Catatan : Pengamatan dilakukan terhadap pencacah yang paling atas, stored value berupa angka dan counter berupa keadaan lampu counter on/off.

B. Sela antar pulsa

Pengamatan dilakukan terhadap lampu dan pencacah digit saja.

(1) Kerja normal

Dial “99”

Hasil yang terjadi :

(2) Kerja tidak normal

(a) Saklar “pause duration” (ms) digit atas ke 30 ms

Dial “9”

Hasil yang terjadi :

Saklar tersebut (a) ke posisi 1000 ms

Setelah LED *counter* sebelah kiri menyala, Dial dua digit secara cepat

Lakukan secara berulang sampai 3 kali percobaan.

Hasil yang terjadi :

(3) Saklar pental

Tapis anti pental “DR0” ke posisi Out. Dial 1

Hasil yang terjadi :

(4) Akses ke penerima digit

Gunakan tiga pesawat, lainnya tetap istirahat

Telephones On/Off-hook			Digit Receiver Accessed	
1 st	2nd	3rd	DR0	DR1
on	on	on		
off	on	on		
off	off	on		
on	off	on		
on	off	off		
off	off	off		
off	on	off		
on	on	on		

2.4.3 Pertanyaan

- 1) Dalam keadaan bagaimana lampu “Clear detector” menyala
- 2) Digit mana yang menunjukkan bahwa *dialing* pada telepon ini menggunakan sistem pemutusan arus ?
- 3) Buat sketsa grafik suatu dialing dua-digit dan tunjukkan bagian mana:
 - a) pulsa dialing
 - b) sela antar pulsa
 - c) saat komputer sudah membaca digit-digit
- 4) Jelaskan bagaimana penerima-penerima digit dialokasikan ke saluran

2.5 Modul Matriks Saklar

2.5.1 Prosedur awal

Sama dengan percobaan II.3, tetapi pesawat terpasang pada soket “0” sampai “5”.
Gunakan satu pesawat untuk melakukan percobaan.

2.5.2 Pengamatan

A. Akuisisi Junctor

	Indikator di Junctor				Indikator di saluran telepon						
	DTMF	RT	NU	DT	0	1	2	3	4	5	6
off-hook											
1st digit											

B. Urutan penyambungan panggilan

Menggunakan pesawat soket 0 untuk menghubungi.

CALL STATUS				
CALL STAGE	Successful	Req'd. Line Busy	No. Unobtainable	INDICATOR
Caller Line Off-hook				Caller's Junctor
				EN Calling Line
				Tone
				EN Req'd. Line
1st Digit Dialled				Caller's Junctor
				EN Calling Line
				Tone
				EN Req'd. Line
2nd Digit Dialled				Caller's Junctor
				EN Calling Line
				Tone
				EN Req'd. Line
		** ** **		Caller's Junctor

Req'd. Line Off-hook (conversation state)				EN Calling Line
				Tone
		NOT APPLICABLE	NOT APPLICABLE	EN Req'd. Line
Both Lines On-hook (<i>idle</i>)				Caller's Junctor
				EN Calling Line
				Tone
				EN Req'd. Line

Tabel 2. 2 Contoh Tabel Landscape

Judul kolom 1	Judul kolom 2	Judul kolom 3

D. Alat dan bahan

B.1 Alat

Alat- alat yang digunakan pada penelitian ini berupa perangkat keras maupun perangkat lunak sebagai sarana pendukung antara lain. Kemukakan secara detail sesuai dengan kebutuhan penelitian dan juga tambahkan spesifikasi mininum sehingga peneliti lain yang hendak melakukan hal yang sama bisa melakukannya :

1. *Notebook* dengan spesifikasi mininum sistem operasi Windows 8, *processor* Intel Core i3 2330M CPU @ 2,2 GHz, memori 4GB DDR3, grafis NVIDIA GeForce GT 610 (4GB), *hardisk* 500GB. Pada penelitian ini digunakan Windows 10, Intel Core i7 4570M CPU, Memori 4GB DDR 3, grafis Intel HD4300.
2. *Smartphone* dengan spesifikasi tipe minimum, OS Android OS v4.1.2 (Jelly Bean), CPU Dual-core 800 MHz, GPU Mali-400, Internal 4 GB, 768 MB RAM. Pada penelitian ini digunakan
3. *Game creation platform* versi 3.3.2 untuk Stencyl dan Construct2.
4. CORELDRAW X7, Tiled dan GIMP 2.

B.2 Bahan

Bahan penelitian adalah segala sesuatu yang bersifat fisik atau digital yang digunakan untuk kebutuhan penelitian. Bahan penelitian dapat berupa:

1. Bahan habis pakai. Bahan yang digunakan untuk penelitian. Sebagai contoh mungkin dibutuhkan kertas transparansi, baterai, atau yang lain
2. Bahan yang berupa data atau informasi yang menjadi dataset penelitian. Dataset penelitian dapat berupa
 - Dataset pihak lain yang diperoleh dengan izin atau dalam lisensi yang diizinkan untuk digunakan secara langsung
 - Dataset pihak pertama yang disusun sendiri melalui quisioner, observasi, atau interview
 - Dokumen panduan yang mengacu pada standar, hasil penelitian, atau artikel yang disitasi dan digunakan.

E. Membandingkan hasil pengujian dengan data-sheet

Dan seterusnya

F. Pengujian XYZ

Dan seterusnya

UNIT III

RANGKAIAN LANJUT OP-AMP (contoh)

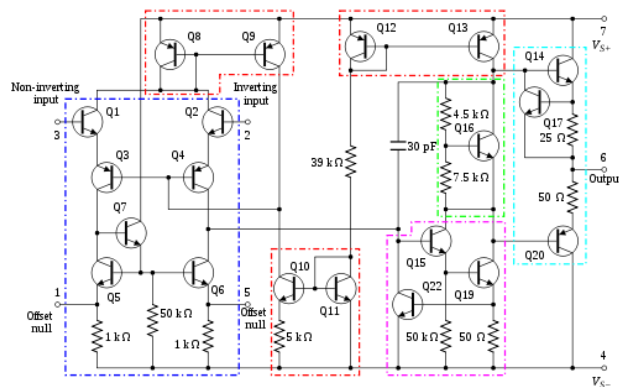
A. Sedikit teori

Sedikit teori adalah blab la bla blab al bal bla. Op-amp dapat digunakan dalam antara lain:

1. Sebagai penguat tegangan
2. Sebagai penguat arus
3. Sebagai filter aktif
4. Sebagai untai-untai lainnya baik linear mau pun nonlinear.

B. Pengujian rangkaian lanjut Op-amp

Susunlah Op-amp seperti pada gambar berikut selanjutnya isilah tabel berikut ini berdasarkan pengujian serta jawablah pertanyaan-pertanyaan di setiap akhir pengujian.



Gambar 1.2 Rangkain untuk pengujian 1

No	Input tegangan	Output tegangan
Diverifikasi oleh <nama asisten>		<tanda tangan/paraf>

Pertanyaan

- a. Apakah hasilnya sudah tepat
- b. Dan seterusnya

C. Pengujian XYZ

Dan seterusnya

DAFTAR PUSTAKA

- [MoD, "Wikimedia," 2013. [Online]. Available:
1] [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Computer_Keyboard_MOD_45155531.jp](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Computer_Keyboard_MOD_45155531.jpg)
g. [Accessed 19 April 2016].
- [E. Adam and A. Rollings, Fundamentals of Game Design, California: Prentice
2] Hall, 2006, p. 67.
- [S. Tang and M. Hanneghan, "Game Content Model: An Ontology for
3] Documenting Serious," Liverpool John Moores University, Liverpool, 2011.
- [R. Wahyudi, "Manisnya Bisnis Game Digital di Indonesia," 2 Oktober 2012.
4] [Online]. Available:
[http://tekno.kompas.com/read/2012/10/02/16084725/Manisnya.Bisnis.Game.Digital](http://tekno.kompas.com/read/2012/10/02/16084725/Manisnya.Bisnis.Game.Digital.di.Indonesia)
.di.Indonesia.
- [Z. Zhou and L. Wu, "The Study Of Principles Of Puzzle Game Design,"
5] *International Symposium On Information Technology In Medicine And Education*, p.
1, 2012.

LAMPIRAN I

CONTOH TEMPLATE PRE-TEST DAN POST-TEST

Pre-test dan post-test digunakan untuk melakukan asesmen terhadap pelaksanaan praktikum apakah praktikum yang diberikan kepada mahasiswa bisa memberikan pengetahuan tentang pertanyaan mendasar dari dilaksanakannya praktikum tersebut atau belum. Secara ideal pre-test dan post test diberikan setiap kali praktikum. Akan tetapi, bisa juga diberikan pada pertemuan pertama untuk pre-test dan pertemuan terakhir untuk post test. Pre-test dan post test adalah unik dan disesuaikan dengan praktikum yang diadakan. Oleh Karena itu, di dalam panduan ini hanya template dari pre-test dan post-test yang diberikan setelah halaman ini.

Hasil analisis terhadap pre-test dan post-test disesuaikan dengan laboratorium masing-masing. Untuk memberikan gambaran maka contoh analisis bisa menggunakan tabel di bawah ini

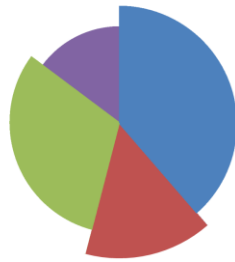
Tabel I.1 Contoh Tabel analisis Pre-test dan Post-test

Pertanyaan No	Jawab benar 0-25%		Jawab benar 26-50%		Jawab benar 51-75%		Jawab benar 51-100%	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
1								
2								
3								
4								
Dst								
Nilai keseluruhan								

Tabel I.2 Contoh Tabel analisis statistik hasil Pre-test dan Post-test

Nilai terendah:	
Nilai tertinggi:	
Rata-rata nilai:	
Varian nilai:	

Gambar L1.1 Contoh Analisis lanjut dengan diagram lingkaran untuk soal dasar (dst)



Departemen Teknik Elektro dan Teknologi Informasi

Nama Laboratorium

<Nama Praktikum> Semester <Genap 2016/2017>

<Pre-test> untuk dikerjakan selama <maksimal 10 Menit>

1. Apa saja kah fungsi dari Op-amp
2. Apakah Op-amp bisa diberikan input AC?
3. dst

LAMPIRAN II

FORMAT LAPORAN PRAKTIKUM

Format Laporan Praktikum diserahkan kepada laboratorium masing-masing. Adapun di sini hanya akan diberikan gambaran tentang format laporan yang bisa dipakai secara umum. Yang menjadi rujukan mahasiswa dalam menuliskan praktikum yang dikerjakan adalah:

Departemen Teknik Elektro dan Teknologi Informasi Nama Laboratorium <Nama Praktikum> Semester <Genap 2016/2017> LAPORAN PRAKTIKUM	
Nama Mahasiswa Praktikan	
NIM	
Sesi	Misal Rabu Pagi 1
Tanggal	
Unit	Misal unit 3
Tanda tangan mahasiswa	
Tanda tangan asisten	
1. Latar belakang unit yang dikerjakan Jelaskan dengan ringkas latar belakang dari pengujian yang dilakukan (maksimum 1 halaman)	
2. Hipotesis (jika ada) (maksimum ½ halaman)	
3. Design dan pengujian (maksimum 1 halaman) a) Tentukan variable-variable yang terlibat baik <i>dependent</i> atau pun <i>independent</i> b) Berapa jumlah populasi yang terlibat dalam pengujian c) Jelaskan langkah-langkah pengujian	
4. Analisis hasil pengujian (maksimum 2 lembar)	
5. Kesimpulan dan saran (maksimum ½ lembar)	

LAMPIRAN III

PORTOFOLIO PRAKTIKUM

Dimulai semester genap 2016/2017 dan seterusnya, setiap akhir praktikum bersamaan dengan penyerahan nilai praktikum, setiap laboratorium diwajibkan untuk mengumpulkan portofolio praktikum. Portofolio praktikum akan digunakan sebagai alat *assessment* yang efektif untuk prodi dalam menilai *Program Outcome* (PO) untuk perbaikan yang berkelanjutan. Portofolio praktikum terdiri atas

1. Contoh laporan mahasiswa (yang terbaik, yang terburuk dan yang rata-rata)
2. Hasil angket yang sudah diolah lebih lanjut (disediakan prodi, saat ini belum tersedia)
3. Hasil analisis pre-test dan post test (template bebas, contoh bisa mengikuti template)