

PENDAHULUAN

Di dalam modul ini Anda akan mempelajari Aplikasi Rangkaian Elektronika Dalam Teknologi Audio Visual yang mencakup: teknik pemancar dan penerima audio, serta pemancar dan penerima audio-video . Oleh karena itu, sebelum mempelajari modul ini Anda terlebih dahulu harus mempelajari modul-modul dari matakuliah elektronika Materi kuliah dalam modul ini merupakan pengayaan dari materi dalam matakuliah elektronika.

Pengetahuan yang akan Anda peroleh dari modul ini akan bermanfaat untuk memperdalam pengetahuan anda tentang pesawat pemancar dan penerima radio AM, FM, dan televisi.

Setelah mempelajari modul ini Anda diharapkan dapat mencapai beberapa tujuan instruksional khusus, sebagai berikut:

Anda harus dapat

1. menjelaskan arti modulasi.
2. menjelaskan proses modulasi.
3. membedakan gelombang radio AM dan FM.
4. menggambarkan bentuk gelombang radio AM.
5. menggambarkan bentuk gelombang radio FM.
6. menjelaskan keuntungan dan kerugian gelombang radio AM.
7. menjelaskan keuntungan dan kerugian gelombang radio FM.
8. mempertimbangkan jenis pesawat radio yang ingin dimiliki sesuai dengan fungsinya.
9. menjelaskan arti proses perkembangan teknologi televisi.
10. menjelaskan proses pembentukan gambar pada sebuah pesawat TV.
11. membedakan komponen gelombang TV.
12. menjelaskan fungsi dari komponen gelombang TV.

Materi kuliah dalam modul ini akan disajikan dalam urutan sebagai berikut:

1. KB. 1 Teknik Pemancar dan Penerima Audio. Di dalam KB. 1 ini Anda akan mempelajari sub-pokok bahasan : pesawat pemancar radio AM dan FM, pesawat penerima radio AM dan FM.

2. KB. 2 Pesawat Pemancar dan Penerima Audio-Video. Dalam KB. 2 ini Anda akan mempelajari sub-pokok bahasan: pesawat pemancar televisi, pesawat penerima televisi.

Agar Anda dapat mempelajari modul ini dengan baik, ikutilah petunjuk belajar berikut ini.

1. Bacalah tujuan instruksional khusus untuk modul ini.
2. Baca dan pelajari dengan seksama uraian setiap kegiatan belajar.
3. Salinlah konsep dasar dan persamaan-persamaan penting ke dalam buku latihan Anda.
4. Perhatikan dan pelajari dengan baik contoh-contoh soal/masalah dalam setiap kegiatan belajar.
5. Kerjakan semua soal latihan dan usahakan tanpa melihat kunci jawaban terlebih dahulu.

KB-1 Teknik Pemancar Audio

A. Modulasi Amplitudo (Amplitude Modulation = AM).

Ada banyak cara untuk menyampaikan informasi dari satu tempat ke tempat lain. Diantaranya adalah dengan menggunakan pesawat telepon, telegram, telex, pemancar radio, pemancar televisi, dan lain-lain. Dalam modul ini Anda akan mempelajari teknik pengiriman informasi dengan menggunakan pesawat pemancar dan penerima radio, yaitu yang biasa dikenal dengan *teknik modulasi*.

Modulasi adalah proses penumpangan informasi yang terkandung dalam sebuah rentang frekuensi pada sebuah frekuensi pembawa. Proses kebalikan dari modulasi disebut *demodulasi*. Contoh modulasi adalah proses penyiaran suara atau musik yang dipancarkan melalui sebuah pemancar radio. Sedangkan contoh demodulasi adalah proses penerimaan suara atau musik oleh sebuah pesawat penerima radio di rumah Anda.

Teknik modulasi sinyal informasi ke dalam sinyal pembawa dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu teknik *modulasi amplitudo (amplitude modulation = AM)* dan teknik *modulasi frekuensi (frequency modulation = FM)*. Di dalam modul ini Anda akan mempelajari kedua jenis teknik modulasi tersebut.

Gelombang pembawa dalam bahasa Inggris sering disebut *carrier (pembawa)* dan gelombang informasi yang ditumpangkan (dimodulasikan) disebut *signal informasi (baca : sinyal informasi)*. Selanjutnya gelombang pembawa akan dinyatakan oleh nilai tegangan keluaran (output voltage) sesaat yang biasa ditulis dalam bentuk persamaan berikut:

$$e_{\text{out}} = A_o \cos (2\pi f_o t), \quad (1)$$

dimana :

- e_{out} : tegangan keluaran gelombang pembawa (volt)
- A_o : Amplitudo tegangan keluaran gelombang pembawa (volt)
- f_o : frekuensi gelombang pembawa (Hz)
- t : waktu (detik).

Demikian pula halnya dengan gelombang sinyal, ia dapat ditulis dalam bentuk persamaan berikut:

$$e_s = A_s \cos (2\pi f_s t), \quad (2)$$

dimana :

- e_s : tegangan keluaran gelombang sinyal (volt)
- A_s : Amplitudo tegangan keluaran gelombang sinyal (volt)
- f_s : frekuensi gelombang sinyal (Hz)
- t : waktu (detik).

Jika gelombang pembawa dimodulasi oleh sinyal informasi sedemikian rupa sehingga amplitudo gelombang pembawa berubah sesuai dengan perubahan simpangan (tegangan) sinyal informasi, maka modulasi seperti ini biasa disebut *modulasi amplitudo* (*Amplitude Modulation = AM*). Pada saat sebuah gelombang pembawa dimodulasi oleh gelombang sinyal secara amplitudo modulasi, maka amplitudo gelombang pembawa itu akan berubah sesuai dengan perubahan simpangan (tegangan) gelombang sinyal. Hal ini secara matematik dapat dijelaskan sebagai berikut.

Tegangan gelombang pembawa dinyatakan oleh persamaan (1) di atas, yaitu:

$$e_{out} = A_o \cos (2\pi f_o t),$$

dan gelombang sinyal dinyatakan oleh persamaan (2) di atas, yaitu:

$$e_s = A_s \cos (2\pi f_s t).$$

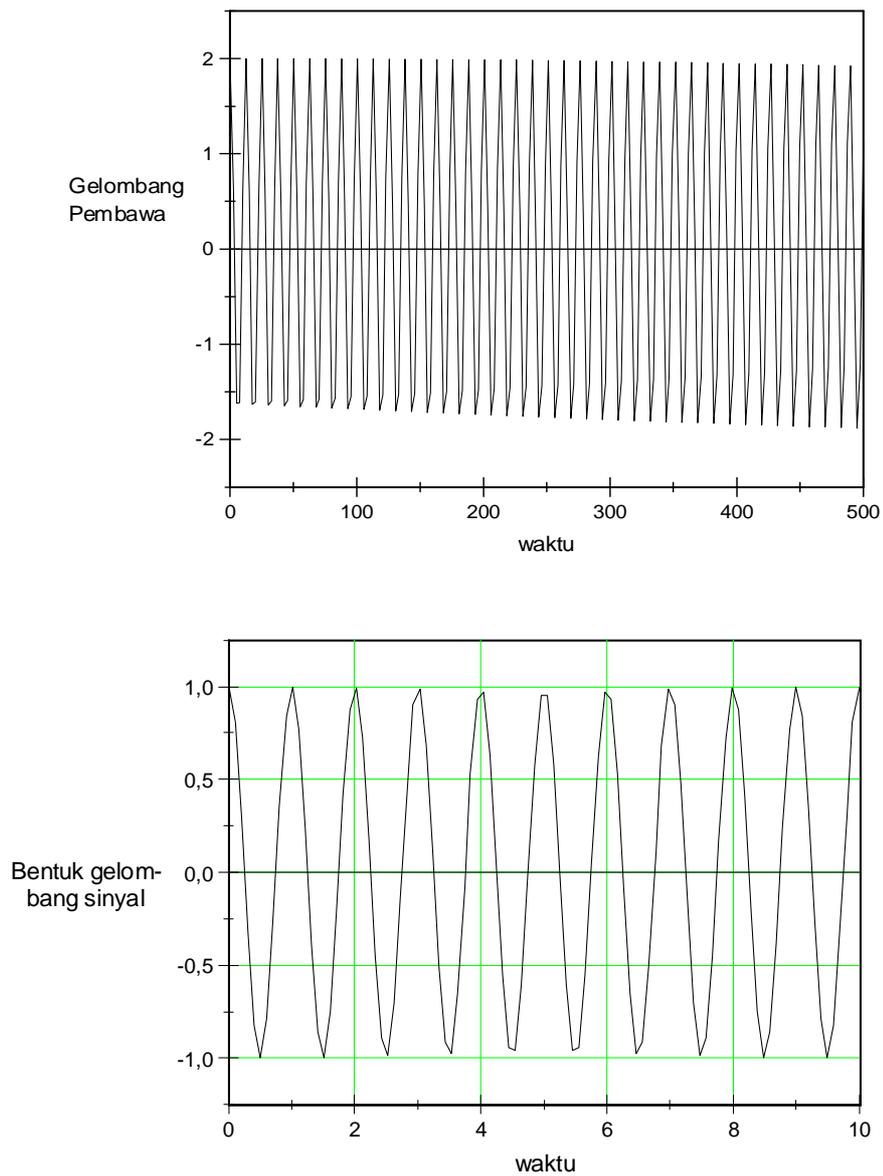
Bentuk kedua gelombang tersebut dapat Anda lihat pada Gambar 1 di bawah. Untuk menghindari keadaan overmodulasi yaitu keadaan dimana gelombang pembawa termodulasi lebih dari 100 %, maka kita harus dapat membatasi besar-kecilnya modulasi yang terjadi. Hal ini dapat diatasi dengan cara menentukan nilai faktor modulasi (m) yang didefinisikan sebagai berikut:

$$A_s = m A_o , \text{ atau}$$

$$m = A_s/A_o \quad (3)$$

dimana m satuannya dinyatakan dalam persen.

Amplitudo sebuah gelombang pembawa (carrier) yang sudah dimodulasi secara



Gambar 1. Bentuk gelombang pembawa (carrier) dan bentuk gelombang sinyal informasi.

AM akan berubah sesuai dengan perubahan sinyal informasi, sehingga secara matematik amplitudo pembawa dari gelombang AM memiliki nilai:

$$A_o(t) = A_o + A_s \cos (2\pi f_s t) \quad (4)$$

Dengan menggunakan persamaan (3) kita dapat menuliskan persamaan (4) menjadi :

$$A_o(t) = \{1 + m \cos (2\pi f_s t)\} A_o \quad (4)$$

Dengan demikian, dengan menggunakan persamaan (1) dan (4), tegangan keluaran sesaat $\{e_o(t)\}$ dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$e_o(t) = A_o(t) \cos (2\pi f_o t) = \{1 + m \cos (2\pi f_s t)\} A_o \cos (2\pi f_o t) \quad (5)$$

$$e_o(t) = A_o \cos (2\pi f_o t) + m A_o \cos (2\pi f_s t) \cos (2\pi f_o t) \quad (6)$$

Dari pelajaran trigonometry kita tahu bahwa

$$\cos x \cdot \cos y = \frac{1}{2} \cos (x + y) + \frac{1}{2} \cos (x - y).$$

Dengan menggunakan persamaan ini kita dapat menuliskan persamaan (6)

$$e_o(t) = A_o \cos (2\pi f_o t) + \frac{1}{2} m A_o \cos 2\pi (f_s + f_o) t + \frac{1}{2} m A_o \cos 2\pi (f_s - f_o) t. \quad (7)$$

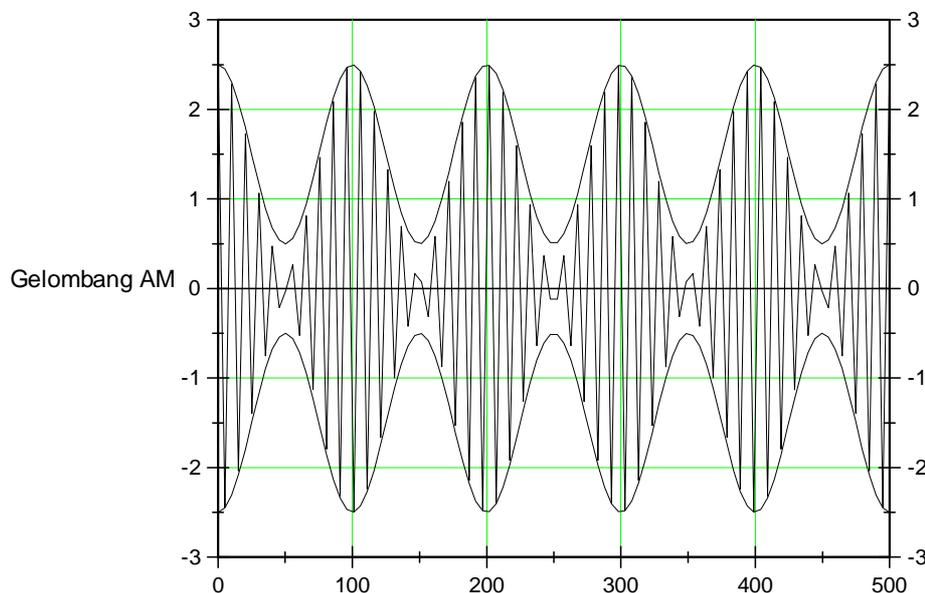
Persamaan (7) ini menyatakan persamaan gelombang AM. Bentuk gelombang AM yang dinyatakan oleh persamaan (7) di atas dapat Anda lihat pada Gambar 2.

Jika faktor modulasi (m) sama dengan nol persen, maka dari persamaan (7) kita lihat bahwa bentuk tegangan keluaran adalah sama dengan bentuk tegangan keluaran pembawa yang tak termodulasi atau sama dengan persamaan (1) di atas. Dua suku terakhir pada persamaan (7) merupakan suku tambahan hasil modulasi. Jadi pada proses modulasi amplitudo, gelombang pembawa memperoleh tambahan dua suku persamaan. Frekuensi dari kedua suku persamaan terakhir ini menyatakan batas-batas pita frekuensi dari sebuah modulasi amplitudo. Frekuensi $f_o + f_s$ disebut batas atas pita frekuensi (*upper side-band*) dan $f_o - f_s$ disebut batas bawah pita frekuensi (*lower side-band*). Sebagai **contoh**, misalkan frekuensi gelombang pembawa adalah 5000 Hz dan frekuensi gelombang sinyal 100 Hz. Dengan demikian kita tahu bahwa batas atas

pita frekuensi adalah $(5000 + 100)$ Hz = 5100 Hz, dan batas bawah pita frekuensi adalah $(5000 - 100)$ Hz = 4900 Hz. Dari sini kita dapat menghitung lebar pita frekuensi (Δf), yaitu sama dengan batas atas pita dikurangi oleh batas bawah pita. Atau secara matematik

$$\Delta f = (f_o + f_s) - (f_o - f_s)$$

$$\Delta f = 2 f_s. \tag{8}$$



Gambar 2. Bentuk gelombang hasil modulasi amplitudo (AM).

Jadi lebar pita (band width) untuk contoh di atas adalah $\Delta f = 200$ Hz. Dari contoh tersebut di atas dan dari persamaan (8) dapat kita simpulkan bahwa lebar pita frekuensi (*band width*) dalam sebuah proses modulasi amplitudo adalah dua kali frekuensi sinyal informasi. Dalam standar transmisi gelombang elektromagnetik, pemancar gelombang AM dialokasikan pada interval 10000 Hz (10 kHz). Sebagai contoh, 960 kHz, 970 kHz, 980 kHz, 990 kHz, dan seterusnya.

Dengan demikian lebar pita setiap pemancar adalah 10 KHz. Akibatnya, frekuensi sinyal maksimum yang dapat dimodulasikan adalah 5 kHz (5000 Hz).

B. Modulasi Frekuensi (Frequency Modulation = FM)

Berbeda dengan modulasi amplitudo, modulasi frekuensi menghasilkan perubahan pada frekuensi gelombang pembawa. Jadi sinyal informasi yang dimodulasikan (ditumpangkan) pada gelombang pembawa menyebabkan perubahan frekuensi gelombang pembawa sesuai dengan perubahan tegangan (simpangan) sinyal. Jadi jika gelombang pembawa itu dimodulasi oleh gelombang sinyal sedemikian rupa sehingga frekuensi gelombang pembawa berubah sesuai dengan perubahan simpangan (tegangan) gelombang sinyal, maka modulasi ini disebut *modulasi frekuensi (Frequency Modulation = FM)*.

Istilah-istilah dan definisi yang biasa digunakan dalam modulasi frekuensi lebih baik dijelaskan dengan **contoh-contoh** berikut.

Contoh: frekuensi pembawa = 1.000.000 Hz. (= 1000 kHz = 1 MHz).

frekuensi sinyal = 1000 Hz. (= 1 kHz)

amplitudo sinyal (A_s) = 1 volt,

dan kita misalkan pada saat simpangan sinyal bertambah dalam arah positif, frekuensi tegangan keluaran bertambah, dan sebaliknya pada saat simpangan sinyal bertambah ke arah negatif, frekuensi tegangan keluaran berkurang. Kemudian kita misalkan pula bahwa pada saat simpangan (tegangan) sinyal = amplitudonya = 1 volt, frekuensi sesaat dari gelombang keluaran adalah 1010 kHz. Begitu juga pada saat simpangan (tegangan) sinyal = amplitudonya = -1 volt kita misalkan frekuensi keluarannya adalah 990 kHz. Disamping itu, kita misalkan pula bahwa perubahan frekuensi adalah fungsi liner dari amplitudo sinyal. Dengan menggunakan kondisi di atas kita dapat menjelaskan hal berikut:

amplitudo sinyal, A_s (volt)	0	+1	0	-1	0	+1
frekuensi keluaran (kHz)	1000	1010	1000	990	1000	1010

Jika amplitudo sinyal (A_s) berubah menjadi 2 volt, maka hubungan di atas juga akan berubah sebagai berikut:

amplitudo sinyal, A_s (volt)	0	+2	0	-2	0	+2
frekuensi keluaran (kHz)	1000	1020	1000	980	1000	1020

Begitu pula jika amplitudo sinyal (A_s) berubah menjadi 0,5 volt, maka hubungan di atas akan berubah sebagai berikut:

Amplitudo sinyal, A_s (volt)	0	+0,5	0	-0,5	0	+0,5
Frekuensi keluaran (kHz)	1000	1005	1000	995	1000	1005

Dari contoh-contoh di atas, kita dapat melihat bahwa amplitudo sinyal menentukan *simpangan frekuensi (frequency deviation) f_d* . Perhatikan bahwa f_d diukur dari frekuensi pembawa ke frekuensi tertinggi atau ke frekuensi terendah, yaitu $f_d = (1005-1000) \text{ Hz} = 5 \text{ Hz}$ atau $f_d = (1000-995) \text{ Hz} = 5 \text{ Hz}$, dan $f_d = (1005-995) \text{ Hz} = 10 \text{ Hz}$. Dengan demikian, dari contoh di atas kita dapat melihat bahwa untuk amplitudo sinyal sebesar 0,5 volt, $f_d = 5 \text{ kHz}$. Untuk amplitudo sinyal sebesar 1 volt, $f_d = 10 \text{ kHz}$, dan untuk amplitudo sinyal sebesar 2 volt, $f_d = 20 \text{ kHz}$.

Pada modulasi amplitudo kita mengenal istilah *faktor modulasi (m)*, dan pada modulasi frekuensi pun kita mengenal istilah serupa yaitu *indeks modulasi (m_f)*. Indeks modulasi ini didefinisikan sebagai berikut:

$$m_f = f_d/f_s \quad (9)$$

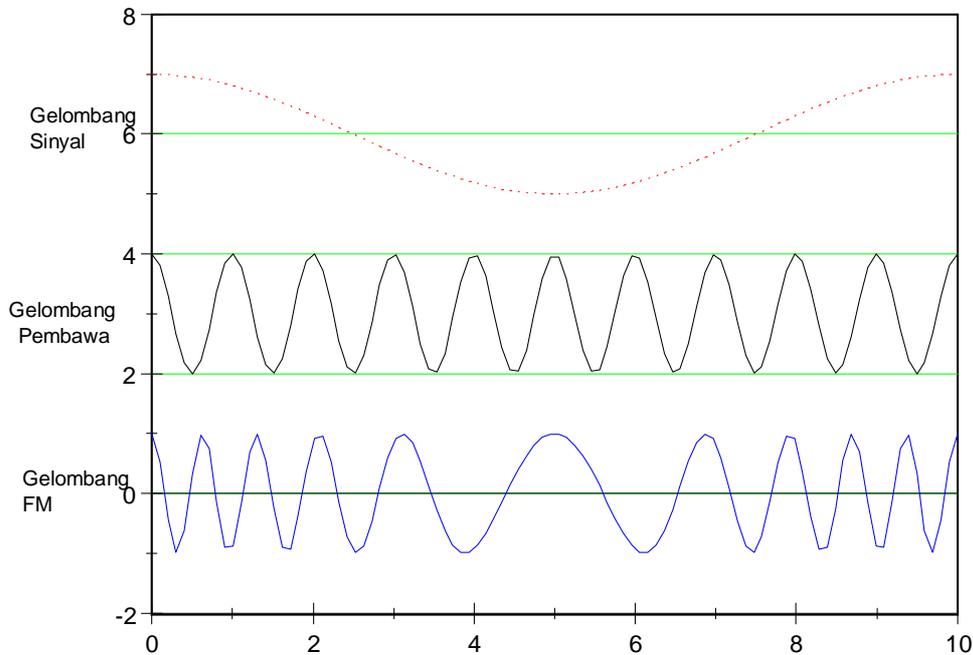
Untuk contoh-contoh tersebut di atas dengan $f_s = 1 \text{ kHz}$, dan A_s masing-masing sama dengan 0,5 volt, 1 volt, dan 2 volt sehingga f_d masing-masing bernilai 5 kHz, 10 kHz, dan 20 kHz, maka nilai-nilai m_f masing-masing adalah 5, 10, dan 20. Perhatikan bahwa m_f tidak memiliki satuan, karena satuan f_d dan f_s adalah sama, yaitu Hz.

Dari persamaan (9) kita lihat bahwa karena f_d bergantung pada A_s , maka m_f ini secara tidak langsung menggabungkan f_d , f_s , dan A_s . Oleh karena itu, ketiga variabel tadi dapat menentukan m_f , f_s , dan f_o . Adapun frekuensi sesaat gelombang FM adalah:

$$f_{FM} = f_o + f_d \cos 2\pi f_s t,$$

sehingga persamaan gelombang FM sesaat adalah :

$$e_o = A_o \cos 2\pi \left(\int f_{FM}(t) dt \right) = A_o \cos 2\pi (f_o t + m_f \sin 2\pi f_s t) \quad (10)$$



Gambar 3. Bentuk gelombang FM. Perhatikan bahwa disini frekuensi gelombang pembawa (carrier) berubah-ubah sesuai dengan perubahan simpangan gelombang sinyal. Jadi hasil modulasi frekuensi (FM) adalah timbul mampatan dan renggangan dari gelombang pembawa, sedangkan tinggi amplitudonya selalu tetap.

Persamaan (10) ini menyatakan tegangan keluaran sesaat hasil modulasi frekuensi (FM). Jika bentuk gelombang sinyal dan gelombang pembawa sama seperti ditunjukkan pada Gambar 1 di atas, maka bentuk gelombang FM yang dinyatakan oleh persamaan (10) ini adalah seperti ditunjukkan pada Gambar 3 di atas.

C. Kelebihan dan Kekurangan modulasi amplitudo (AM) dan modulasi frekuensi (FM).

Kelebihan dan kekurangan dari kedua jenis modulasi ini sangat dipengaruhi oleh sifat dari gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh pemancar AM dan FM. Hasil modulasi ini biasanya dipancarkan dalam bentuk gelombang elektromagnetik. Gelombang elektromagnetik AM dapat dipantulkan oleh lapisan udara paling atas, yaitu lapisan ionosfir, sedangkan

gelombang elektromagnetik FM tidak dapat dipantulkan oleh lapisan ionosfir itu. Akibatnya, hasil modulasi AM dapat diterima ditempat yang jauh dari pemancarnya, sedangkan hasil modulasi FM tidak dapat diterima di tempat yang jauh dari pemancarnya. Hal ini jelas merupakan kelebihan dari pemancar AM dan kerugian dari pemancar FM. Akibat dari adanya pengaruh lapisan ionosfir pada gelombang AM adalah timbulnya gangguan pada kejernihan informasi yang dibawa oleh gelombang AM tersebut. Hal ini jelas merupakan kerugian atau kekurangan dari modulasi AM. Sebaliknya, karena gelombang FM tidak dapat dipantulkan dan tidak dipengaruhi oleh lapisan ionosfir, maka informasi yang dibawa oleh gelombang FM tetap jernih seperti aslinya. Sehingga, kelebihan dari hasil modulasi AM akan merupakan kekurangan untuk modulasi FM, dan sebaliknya.

D. Latihan

1. Sebuah sinyal informasi akan dimodulasikan dengan cara AM. Gelombang sinyal dinyatakan oleh persamaan $e_s = 2 \cos (400\pi t)$, dan gelombang pembawa dinyatakan oleh persamaan $e_{out} = 4 \cos (20000\pi t)$. Tentukanlah hal-hal berikut ini.
 - a. frekuensi gelombang sinyal.
 - b. frekuensi gelombang pembawa.
 - c. faktor modulasi.
 - d. persamaan gelombang AM.

Petunjuk:

- a. untuk menjawab pertanyaan a, gunakan persamaan (2).
- b. untuk menjawab pertanyaan b, gunakan persamaan (1).
- c. untuk menjawab pertanyaan c, gunakan persamaan (3).
- d. untuk menjawab pertanyaan d, gunakan persamaan (7).

2. Dengan menggunakan data pada latihan nomor 1 di atas, lengkapi tabel berikut ini untuk gelombang sinyal.

t	0	(1/12)	(1/8)	(1/6)	(1/4)	(1/3)	(3/8)	(5/12)	(1/2) T	(7/12)	(5/8)
		T	T	T	T	T	T	T		T	T
e_s											

t	(4/6)	(3/4)	(5/6)	(7/8)	(11/12)	T
	T	T	T	T	T	
e _s						

Petunjuk: gunakan persamaan (2)

3. Lukislah bentuk gelombang sinyal dengan menggunakan data pada tabel soal nomor 2 di atas.

Petunjuk: lihat contoh pada gambar 1 di atas !

4. Dengan menggunakan data pada tugas nomor 1 di atas, lengkapilah tabel berikut ini untuk gelombang pembawa.

t	0	(1/12)	(1/8)	(1/6)	(1/4)	(1/3)	(3/8)	(5/12)	(1/2) T	(7/12)	(5/8)
		T	T	T	T	T	T	T		T	T
e _o											

t	(4/6)	(3/4)	(5/6)	(7/8)	(11/12)	T
	T	T	T	T	T	
e _o						

Petunjuk: gunakan persamaan (1)

6. Lukislah bentuk gelombang pembawa dengan menggunakan data pada tabel soal nomor 4 di atas.

Petunjuk: lihat contoh pada Gambar 1 di atas.

7. Lukis pula bentuk gelombang AM-nya.

Petunjuk untuk mengerjakan tugas nomor 7. Gunakan persamaan (7) dan gunakan tabel seperti pada soal nomor 4 di atas.

8. Berapakah lebar pita (band width) untuk data pada tugas nomor satu di atas ?

Petunjuk: gunakan persamaan (8) !

9. Misalkan suatu sinyal informasi sebesar 2 kHz akan dimodulasikan dengan cara FM, dan frekuensi gelombang pembawa kita misalkan sebesar 1000 kHz. Jika kita misalkan kaitan antara amplitudo sinyal dan frekuensi FM ditunjukkan oleh tabel berikut:

Amplitudo Sinyal (volt)	0	+1	0	-1	0
Frekuensi FM (kHz)	1000	1020	1000	980	1000

maka lengkapilah tabel-tabel di bawah ini.

Amplitudo Sinyal (volt)	0	+4	0	-4	0
Frekuensi FM (kHz)					

Amplitudo Sinyal (volt)	0	+0,25	0	-0,25	0
Frekuensi FM (kHz)					

Petunjuk: lihat contoh di atas !

Rangkuman.

1. Modulasi adalah proses penumpangan informasi yang terkandung dalam sebuah rentang frekuensi pada sebuah frekuensi pembawa.
2. Proses kebalikan dari modulasi disebut demodulasi.
3. Teknik modulasi yang menyebabkan perubahan amplitudo gelombang pembawa disebut modulasi amplitudo (AM).
4. Teknik modulasi yang menyebabkan perubahan frekuensi gelombang pembawa disebut modulasi frekuensi (FM).
5. Persamaan gelombang pembawa ditulis sebagai berikut:

$$e_{\text{out}} = A_o \cos (2\pi f_o t).$$

6. Persamaan gelombang sinyal ditulis sebagai berikut:

$$e_{\text{out}} = A_o \cos (2\pi f_o t).$$

7. Persamaan gelombang AM dinyatakan sebagaiberikut:

$$e_o(t) = A_o \cos (2\pi f_o t) + \frac{1}{2} m A_o \cos 2\pi (f_s + f_o) t + \frac{1}{2} m A_o \cos 2\pi (f_s - f_o).$$

8. Faktor modulasi (m) didefinisikan sebagai berikut:

$$m = A_s/A_o$$

9. Lebar pita frekuensi (bandwidth) didefinisikan sebagai berikut:

$$\Delta f = 2 f_s.$$

10. Indeks modulasi didefinisikan sebagai berikut:

$$m_f = f_d/f_s.$$

Tes Formatif-1.

Petunjuk: Jawablah semua soal/pertanyaan di bawah ini dengan cara memberi tanda silang pada huruf a, b, c, atau d di depan pilihan yang disediakan. Atau dengan cara mengisi titik-titik yang tersedia.

1. Gelombang pembawa untuk modulasi amplitudo dinyatakan oleh persamaan

$$e_{\text{out}} = 3 \cos (30000\pi t). \text{ Pernyataan berikut yang benar adalah:}$$

a. frekuensi gelombang itu adalah 30000 Hz.

- b. frekuensi gelombang itu adalah 15000 kHz.
 - c. frekuensi gelombang itu adalah 15 kHz.
 - d. frekuensi gelombang itu adalah 30000 kHz.
2. Sebuah sinyal informasi akan dimodulasikan dengan cara AM. Gelombang sinyal dinyatakan oleh persamaan $e_s = 3 \cos(200\pi t)$, dan gelombang pembawa dinyatakan oleh persamaan $e_{out} = 4 \cos(40000\pi t)$. Berapakah besarnya faktor modulasi AM tersebut ?
- a. $\frac{3}{4}$.
 - b. $\frac{1}{2}$.
 - c. $\frac{1}{200}$.
 - d. 200.
3. Pernyataan berikut yang benar untuk modulasi amplitudo (AM) adalah:
- a. Frekuensi gelombang pembawa berubah sesuai dengan perubahan amplitudo sinyal.
 - b. Amplitudo dan frekuensi gelombang pembawa berubah sesuai dengan perubahan amplitudo sinyal.
 - c. Amplitudo gelombang pembawa adalah tetap sedangkan amplitudo sinyal berubah.
 - d. Frekuensi gelombang pembawa tetap sedangkan amplitudo gelombang pembawa berubah sesuai dengan perubahan amplitudo sinyal.
4. Pernyataan berikut yang benar untuk modulasi frekuensi (FM) adalah:
- a. Amplitudo dan frekuensi gelombang pembawa berubah sesuai dengan perubahan amplitudo sinyal.
 - b. Frekuensi gelombang pembawa berubah sesuai dengan perubahan amplitudo sinyal, sedangkan amplitudo gelombang pembawa tetap.
 - c. Amplitudo gelombang pembawa adalah tetap sedangkan amplitudo sinyal berubah.
 - d. Frekuensi gelombang pembawa tetap sedangkan amplitudo gelombang pembawa berubah sesuai dengan perubahan amplitudo sinyal.
5. Kelebihan atau keuntungan dari hasil modulasi AM adalah
6. Kelebihan atau keuntungan dari hasil modulasi FM adalah
7. Kekurangan atau kerugian dari hasil modulasi AM adalah

8. Kekurangan atau kerugian dari hasil modulasi FM adalah
9. Besarnya faktor modulasi dinyatakan oleh persamaan
10. Besarnya indeks modulasi dinyatakan oleh persamaan

Tindak Lanjut (Balikan):

Cocokkanlah jawaban Anda dengan kunci jawaban tes formatif 1 pada akhir modul ini, dan berilah skor (nilai) sesuai dengan bobot nilai setiap soal yang dijawab dengan benar. Kemudian jumlahkan skor yang Anda peroleh lalu gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan (TP) Anda terhadap materi KB-1 ini.

$$\text{Rumus (TP)} = (\text{jumlah skor yang diperoleh/skor total}) \times 100 \%$$

Arti TP yang Anda peroleh adalah sebagai berikut :

90 % - 100 % = baik sekali.

80 % - 89 % = baik

70 % - 79 % = cukup

< 70 % = rendah.

Apabila TP Anda $\geq 80 \%$, maka Anda boleh melanjutkan pada materi KB 2, dan Selamat !!, Tetapi jika TP Anda $< 80 \%$, Anda harus mengulang materi KB-1 di atas terutama bagian-bagian yang belum Anda kuasai.