

RANCANG BANGUN RANGKAIAN MODULASI FREKUENSI

DESIGN A FREQUENCY MODULATION CIRCUIT

Tri Komala Junita^{1*}, Sumarna²

Mahasiswa Jurusan Pendidikan Fisika Universitas Negeri Yogyakarta¹ dan Dosen Jurusan Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Yogyakarta²

* trikomala.2017@student.uny.ac.id

Abstrak- Penelitian ini bertujuan untuk merancang rangkaian FM dan disimulasikan menggunakan *software Proteus*. Membandingkan hasil simulasi *peak* frekuensi spektrum menggunakan *Proteus* dengan hasil pengujian *peak* frekuensi spektrum sinyal *carrier* menggunakan *Matlab* dan *Sound Forge*. Membandingkan selisih hasil *peak* frekuensi spektrum pengujian sinyal termodulasi menggunakan *software Matlab* dan *Sound Forge*. Rangkaian FM dibuat dengan menggabungkan rangkaian penguat tegangan, rangkaian modulator dan rangkaian osilator Colpitt. Pada rangkaian osilator simulasi menggunakan *Proteus* didapat *peak* frekuensi sinyal *carrier* sebesar 14.500 Hz. Sedangkan pada saat pengujian menggunakan *Sound Forge* didapat *peak* frekuensi sinyal *carrier* sebesar 15.859 Hz dan menggunakan *Matlab* didapat *peak* frekuensi sinyal *carrier* sebesar 15.860 Hz. Pada rangkaian FM dapat dilihat hasil spektrum sinyal termodulasi. Hasil pengujian menggunakan *Matlab* dan *Sound Forge* hampir mendekati. Pada sinyal *input* untuk rangkaian FM, kedua *software* ini hanya memiliki selisih 1 Hz. Sedangkan sinyal *carrier*-nya memiliki selisih paling besar hanya 4 Hz.

Kata-Kata Kunci: Modulasi, FM, *Sound Forge*, *Matlab*, frekuensi *input*, frekuensi *carrier*

Abstract- The research aims to design FM circuits and is simulated using Proteus software. Comparing the results of peak frequency spectrum simulations using Proteus with the results of carrier signal spectrum frequency testing using Matlab and Sound Forge. Compare the difference in peak frequency results of modulated signal testing spectrum using Matlab and Sound Forge software. FM networks are created by combining voltage amplifier circuits, modulator circuits and Colpitt oscillator circuits. In the series of simulation oscillators using Proteus obtained a peak frequency of carrier signal of 14.500 Hz. While at the time of testing using Sound Forge obtained peak frequency of carrier signal of 15.859 Hz and using Matlab obtained peak frequency of carrier signal of 15.860 Hz. In the FM circuit can be seen the results of modulated signal spectrum. The test results using Matlab and Sound Forge are close. On the input signal for the FM circuit, these two software only have a difference of 1 Hz. While the carrier signal has the largest difference of only 4 Hz.

Keywords: Modulation, FM, *Sound Forge*, *Matlab*, frequency *input*, frequency *carrier*

PENDAHULUAN

Modulasi merupakan proses penumpangan sinyal informasi pada sinyal *carrier* (pembawa). Sinyal informasi dapat berbentuk sinyal audio maupun sinyal video. Sinyal termodulasi ditransmisikan dari *transmitter* ke *receiver*. Pada sisi *receiver* sinyal modulasi yang diterima dikonversikan kembali ke bentuk asalnya, proses ini disebut dengan demodulasi. Dalam melakukan modulasi diperlukan sebuah perangkat yang dinamakan modulator. Modulator yaitu perangkat yang digunakan untuk menumpangkan sinyal informasi pada sinyal pembawa agar bisa dikirim ke penerima melalui media tertentu (kabel atau udara).

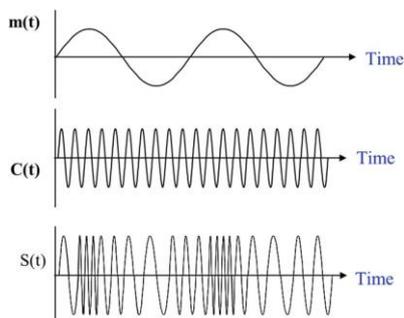
Selain modulator terdapat sebuah perangkat lain yang digunakan sebagai demodulasi yaitu demodulator. Demodulator adalah proses untuk mendapatkan kembali data atau membaca data dari sinyal yang diterima dari pengirim. Dalam demodulasi, sinyal informasi dipisahkan dari sinyal pembawa frekuensi

tinggi. Kedua fungsi modulator dan demodulator tersebut biasanya terdapat langsung pada sebuah perangkat yang disebut dengan modem (modulator demodulator).

Berdasarkan parameter sinyal yang diubah-ubah, modulasi analog dapat dibedakan menjadi beberapa jenis, yaitu: Modulasi Amplitudo (AM), Modulasi Frekuensi (FM), Modulasi Fasa (PM).

Frekuensi Modulasi (FM)

Dalam Modulasi Frekuensi (FM), frekuensi pembawa berubah sesuai dengan sinyal *input* analog, sedangkan amplitudo pembawa tetap sama. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2, bentuk gelombang audio mengubah frekuensi pembawa. Hal ini memungkinkan penerima untuk mengekstrak sinyal data/informasi dengan demodulasi. Frekuensi pembawa berubah sesuai dengan sinyal *input*, sedangkan amplitudo pembawa tidak berubah setelah modulasi.



Gambar 1. Gelombang FM (Faruque, 2016:34)

$m(t)$ = sinyal informasi, $C(t)$ = sinyal pembawa, $S(t)$ = sinyal termodulasi

Osilator

Osilator adalah suatu alat gabungan dari elemen aktif dan pasif untuk menghasilkan bentuk gelombang sinusoidal atau bentuk gelombang periodik lainnya. Suatu osilator memberikan tegangan keluaran dari suatu bentuk gelombang yang diketahui tanpa penggunaan sinyal masukan dari luar (Chattopadhyay, D. 1989: 256).

Osilator Colpitts

Osilator Colpitts adalah salah satu dari sejumlah desain untuk elektronika osilator sirkuit dengan menggunakan kombinasi dari induktansi (L) dengan kapasitor (C) untuk penentuan frekuensi, sehingga juga disebut LC osilator. Osilator ini adalah suatu rangkaian yang berguna untuk membangkitkan gelombang sinus frekuensi tetap dari sekitar satu kilohertz sampai beberapa megahertz. Osilator ini menggunakan rangkaian tertala LC dan umpan balik positif melalui suatu kapasitif dari rangkaian tertala (L Shrader, Robert. 1985: 99).

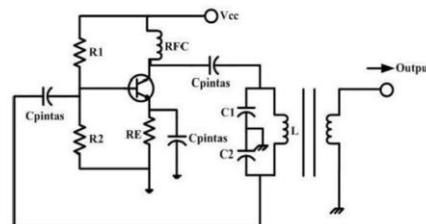
Pada dasarnya, untuk menghasilkan getaran frekuensi agar dapat beresilasi digunakan rangkaian tangki dari LC yang disambungkan dengan rangkaian umpan balik. Khusus pada rangkaian osilator Colpitts menggunakan dua buah kapasitor pada rangkaian tangkinya. Fungsi dari kedua kapasitor ini adalah sebagai pembagi tegangan keluaran dari masukan penguat. Pada osilator Colpitts, pengaturan kumparan dan perubahan harga kapasitor menentukan frekuensi yang dihasilkan (Susanti, Eka. 2014: 55).

Syarat terjadinya resonansi adalah $XL = XC$ maka besar impedansi rangkaian sama dengan nilai hambatannya ($Z=R$), pada rangkaian akan terjadi resonansi deret/seri.

Nilai frekuensi resonansi adalah :

$$F = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

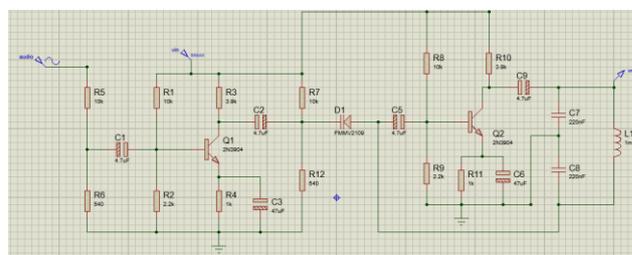
di mana C = kapasitansi (F) dan L = induktansi (H)



Gambar 2. Osilator Colpitts (Barmawi. 1994: 228)

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Februari 2021 sampai dengan bulan April 2021. Penelitian dilakukan di Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi, Jurusan Pendidikan Fisika, FMIPA UNY. Variabel bebas pada penelitian ini adalah frekuensi *input*. Variabel kontrol pada penelitian ini yaitu frekuensi (*carrier* dan variabel terikat pada penelitian ini ialah tegangan keluaran.



Gambar 3. Desain rangkaian FM

Rangkaian FM didesain dan disimulasikan menggunakan *software proteus 8* kemudian diuji menggunakan *Software Sound Forge Pro 15.0* dan *Matlab R2017a*. untuk merancang rangkaian FM terlebih dahulu menentukan frekuensi *carrier* untuk membuat rangkaian osilatornya. Frekuensi *carrier* ditentukan dengan menggunakan persamaan frekuensi resonansi. Frekuensi *carrier* yang digunakan adalah 15.182 Hz. Selanjutnya menentukan frekuensi *input* yang akan digunakan dengan bervariasi nilainya. Frekuensi yang digunakan adalah 2 kHz, 3 kHz, 4 kHz, 5 kHz, 6 kHz, 7 kHz, 8 kHz, 9 kHz dan 10 kHz.

Pada saat melakukan pengujian, sinyal input dimasukkan pada rangkaian FM dan dihubungkan ke *Sound Forge* untuk direkam dan dianalisis sehingga didapat hasil spektrumnya. Kemudian hasil rekaman sinyal *input* ini diolah oleh *Matlab* menggunakan algoritma FFT untuk melihat spektrumnya dan kedua spektrum tersebut akan dibandingkan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada Tabel 1 dapat dilihat perbandingan spektrum menggunakan *Matlab* dan *Sound Forge*. Pada sinyal *input* 2 kHz, 3 kHz, 5 kHz, dan 8 kHz hasil spektrum dengan kedua *software* tersebut bernilai sama, yaitu 1.991 Hz, 3.004 Hz, 4.961 Hz dan 7.941 Hz. Pada sinyal

input 4 kHz, 6 kHz, 7 kHz, 9 kHz dan 10 kHz hasil spektrum dengan kedua *software* tersebut berbeda dan mempunyai selisih 1 Hz. Pada data pada Tabel 1 perbandingan hasil pengujian menggunakan dua *software* yaitu *Matlab* dan *Sound Forge* memiliki kesamaan nilai dengan persentase 99%.

Tabel 1. Hasil Simulasi dan Pengujian Sinyal *Input*

Sinyal <i>Input</i> (kHz)	Simulasi	Pengujian	
	<i>Proteus</i> (Khz)	<i>Matlab</i> (Hz)	<i>Sound Forge</i> (Hz)
2	2	1991	1991
3	3	3004	3004
4	4	4028	4027
5	5	4961	4961
6	6	5924	5923
7	7	6946	6945
8	8	7941	7941
9	9	8885	8884
10	10	9962	9961

Tabel 2. Hasil Perhitungan, Simulasi dan Pengujian Sinyal Carrier

Perhitungan (Hz)	Simulasi	Pengujian	
	<i>Proteus</i> (Hz)	<i>Matlab</i> (Hz)	<i>Sound Forge</i> (Hz)
15182	14500	15860	15859

Pada hasil perhitungan menggunakan rumus matematis menggunakan rumus frekuensi resonansi didapat

frekuensi osilator Colpitt sebesar 15.182 Hz. Pada simulasi menggunakan *Proteus*, osilator diuji tanpa menggunakan sinyal masukkan. Osilator Colpitt hanya dihubungkan pada VCC dan ground sehingga didapat frekuensi *carrier* sebesar 14.500 Hz. Antara hasil perhitungan dengan hasil simulasi terdapat selisih nilai pada frekuensi pembawanya, yaitu sebesar 682 Hz.

Pada rangkaian FM, osilator diberi sinyal *input* dan dimodulasikan oleh modulator sehingga terdapat dua spektrum puncak. Puncak tertinggi adalah spektrum sinyal pembawa dan puncak kedua adalah spektrum sinyal masukkan.

Pada pengujian rangkaian FM sinyal *input* yang digunakan bervariasi, yaitu 2 kHz, 3 kHz, 4 kHz sampai 10 kHz. Rangkaian FM yang telah diberi sinyal *input* dihubungkan pada *Sound Forge* untuk direkam dan dianalisis untuk melihat hasil spektrumnya. Kemudian hasil rekaman tersebut diolah *Matlab* menggunakan algoritma FFT untuk melihat hasil spektrumnya.

Pada Tabel 3 terdapat perbandingan antara hasil simulasi dan pengujian. Pada simulasi sinyal *carrier* dengan sinyal *input* 2 kHz sampai 6 kHz bernilai sama yaitu 14.500 Hz. Pada sinyal *input* 7 kHz sinyal *carrier*-nya mengalami kenaikan 100 Hz sehingga menjadi 14.600 Hz, sinyal *input* 8 kHz sinyal *carrier*-nya menjadi 14.700 Hz dan seterusnya.

Pada pengujian untuk melihat perbandingan sinyal *input* antara *Matlab* dan *Sound Forge* memiliki selisih yang sangat kecil. Pada sinyal *input* 3 kHz, 4 kHz, 6 kHz, dan 7 kHz hanya memiliki selisih 1 Hz. Pada sinyal *input* 2 kHz, 5 kHz, 8 kHz, 9 kHz dan 10 kHz kedua *software* ini memiliki nilai yang sama.

Tabel 3. Hasil Simulasi dan Pengujian Sinyal termodulasi

<i>Input</i> (kHz)	Simulasi		Pengujian			
	<i>Proteus</i>		<i>Matlab</i>		<i>Sound Forge</i>	
	<i>Input</i> (kHz)	<i>Carrier</i> (Hz)	<i>Input</i> (Hz)	<i>Carrier</i> (Hz)	<i>Input</i> (Hz)	<i>Carrier</i> (Hz)
2	2	14500	1991	16610	1991	16611
3	3	14500	2997	16690	2998	16691
4	4	14500	4013	15830	4014	15832
5	5	14500	4988	16760	4988	16757
6	6	14500	5974	16510	5975	16510
7	7	14600	6939	16410	6938	16413
8	8	14700	7960	16360	7960	16362
9	9	14800	8870	16330	8870	16326
10	10	14900	9863	16270	9863	16273

Terjadi perbedaan antara hasil simulasi dengan hasil pengujian dapat disebabkan beberapa faktor, yaitu saling berhubungannya antar komponen pembangun modulator FM, efisiensi penyolderan dan rugi-rugi penghubung komponen.

SIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa: (1) Rangkaian FM dirancang dengan cara menggabungkan tiga rangkaian, yaitu rangkaian penguat tegangan, rangkaian modulator dan rangkaian osilator Colpitt. (2) Pada rangkaian osilator simulasi menggunakan *Proteus* didapat peak frekuensi sinyal *carrier* sebesar 14.500 Hz. Sedangkan pada saat pengujian menggunakan *Sound Forge* didapat peak frekuensi sinyal *carrier* sebesar 15.859 Hz dan menggunakan *Matlab* didapat peak frekuensi sinyal *carrier* sebesar 15.860 Hz. (3) Pada rangkaian FM dapat dilihat hasil spektrum sinyal termodulasi. Hasil pengujian menggunakan *Matlab* dan *Sound Forge* hampir mendekati. Pada sinyal *input* untuk rangkaian FM, kedua *software* ini hanya memiliki selisih 1 Hz. Sedangkan sinyal *carrier*-nya memiliki selisih paling besar hanya 4 Hz.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan berupa saran, dukungan, dan semangat dalam pelaksanaan pengambilan data pada penelitian ini. Terima kasih kepada: Dr. Kuncoro Asih Nugroho, M.Pd., M.Sc. selaku penguji I, Drs. Nur Kadarisman, M.Si. selaku penguji 2, dan Sumarna, M.Si.,M.Eng. selaku dosen pembimbing, Serta berbagai pihak lain yang tidak bisa saya sebutkan satu-persatu.

DAFTAR PUSTAKA

- Barmawi, Malvino. 1994. Prinsip-Prinsip Elektronika Buku Dua. Jakarta: Salemba Teknika.
- Chattopadhyay, D. 1989. Dasar Elektronika. Jakarta: Universitas Indonesia
- Faruque, Saleh. 2016. Radio Frequency Modulation Made Easy. Grand Forks: springer.
- L Shrader, Robert. 1985. Elektronika Komunikasi. Jilid 1. Edisi Kelima. Jakarta: Erlangga.
- Susanti, Eka. 2014. Bahan Ajar Praktek Perancangan Telekomunikasi. Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya.