Jurnal Sainstek Vol. III No.1: 90-96, Juni 2011 ISSN: 2085-8019

RESONANSI PADA RANGKAIAN RLC

Novia Lizelwati

Program Studi Pendidikan Fisika STAIN Batusangkar
Jl. Sudirman No. 137 Kuburajo Lima Kaum Batusangkar
Email: nlizelwati@gmail.com

ABSTRACT

In an ac circuit containing inductance L, resistance R, and capacitance C, when $X_c=X_L$, the applied voltage V and the current I are in phase, this effect is called resonance. To RLC series ac circuit resonant frequency is got when the value of electric current maximum and minimum to RLC parallel ac circuit. The result an exsperiment, in RLC series ac circuit by using R = 99,5 ohm and R= 32,136 ohm have frequence resonance 1800 Hz, and 1950 Hz for R = 9,185 ohm.Whereas in RLC parallel ac circuit with R = 99,5 ohm have frequence resonance 2000 Hz, and have range 1800 – 1900 Hz to R= 32,136 ohm,if R = 9,185 ohm frequence resonance 1800 Hz. The value frequence resonance by using formula on theory is 1808,53 Hz. So can get conslusion that the difference of value frequence resonance in exsperiment not significant with theory.

Key words: eksperiment of phisic, RLC series ac circuit, RLC parallel ac circuit, resonant frequency

PENDAHULUAN

Fisika merupakan ilmu sains yang kebenarannya membutuhkan suatu pembuktian, maka metode pembelajaran yang tepat bagi fisika adalah metode ekperimen. Agar metode eksperimen dapat berjalan, diperlukan peralatan-peralatan dan modul pratikum yang dapat mendukung ekperimen yang sesuai dengan konsep fisika yang akan disampaikan guru. Untuk topik tertentu telah tesedia peralatannya di laboratorium sekolah, namun masih banyak topik lain yang belum tersedia alat eksperimennya. Oleh sebab itu, seorang guru dituntut untuk lebih kreatif merancang alat percobaan dan modul pratikum yang dapat menunjang kegiatan eksperimen di sekolah. Untuk menjelaskan konsep resonansi pada rangkaian RLC, perlu dirancang alat eksperimen dan modul penuntun pratikum yang dapat digunakan untuk menentukan frekuensi resonansi pada rangkaian RLC, baik rangkaian RLC seri maupun rangkaian RLC paralel. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mendesain peralatan ekperimen guna mengetahui pengaruh frekuensi terhadap arus dan menentuan frekuensi resonansi rangkaian RLC.

Resonansi pada Rangkaian Seri RLC

Efek hambatan total yang dilakukan oleh resistor, induktor dan kapasitor dalam rangkaian arus bolak-balik dapat digantikan dengan sebuah hambatan pengganti yang disebut dengan impedansi (Z). Besar impedansi pada rangkaian seri RLC adalah:

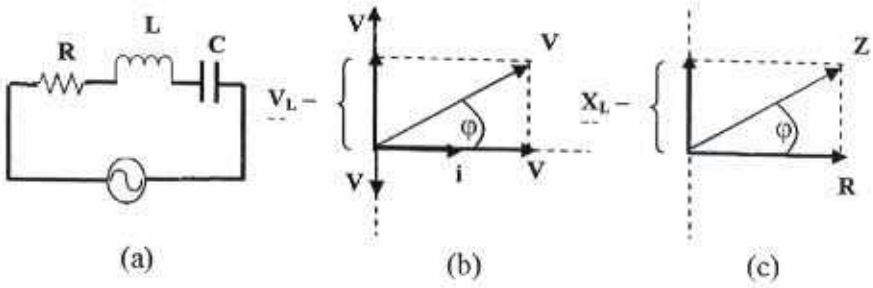
$$Z=\sqrt{V_R^{\,2}+(V_L-V_C)^2}$$

$$Z=\sqrt{R^2+(X_L-X_C)^2}=\sqrt{R^2+(\omega L-1/\omega C)^2}$$

Dengan, $X_R=\frac{V_R}{I_R}$; $X_L=\frac{V_L}{I_L}$; $X_C=\frac{V_C}{I_C}$

Beda fase rangkaian

$$\tan\varphi=\frac{X_L-X_C}{R} \quad \text{.....(1)}$$

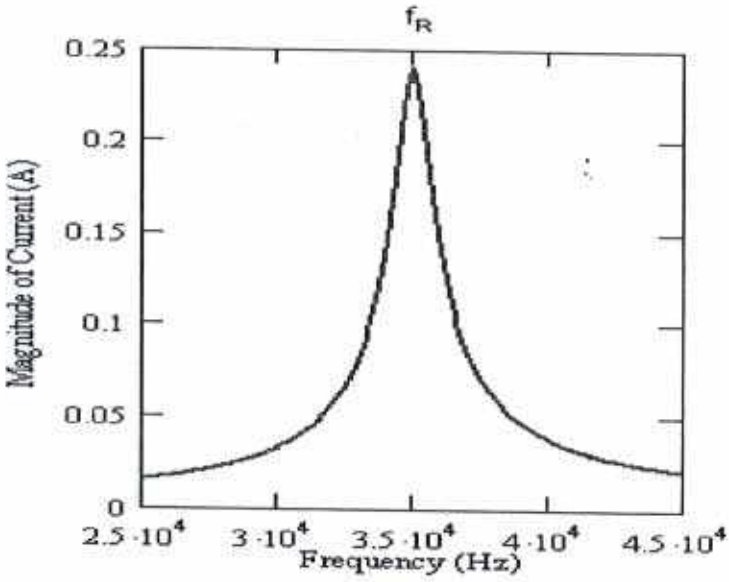


Gambar 1. (a). Rangkaian seri RLC yang dihubungkan ke sumber arus bolak-balik. (b). Diagram fasor arus dan tegangan pada rangkaian seri RLC. (c). Diagram fasor hambatan, reaktansi dan impedansi pada rangkaian RLC.

Frekuensi resonansi akan terjadi, apabila reaktansi induktif sama dengan reaktansi kapasitif (X_L=X_c) = (ωL = $1/\omega C$) dan rangkaian akan bersifat sebagai resistif murni (Z = R). Frekuensi pada keadaan ini disebut frekuensi resonansi.

$$f=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad \text{.....2}$$

Dibawah ini adalah kurva pengaruh frekuensi terhadap arus pada rangkaian seri RLC

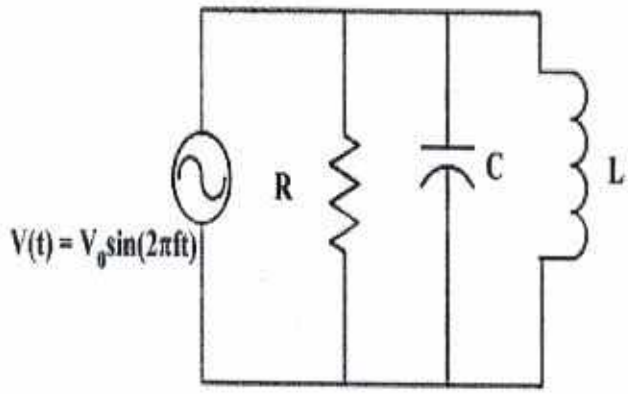


Gambar 2. Grafik pengaruh frekuensi terhadap arus listrik pada rangkaian seri RLC.

Arus I yang disebabkan oleh tegangan input (V) dapat dinyatakan:

$$I=\frac{V}{\sqrt{R^2+\left(\omega L-\frac{1}{\omega C}\right)^2}}$$

Resonansi pada Rangkaian Paralel RLC



Gambar 3. Rangkaian paralel RLC yang dihubungkan ke sumber arus bolak-balik.

Arus total yang mengalir pada rangkaian paralel RLC adalah

$$I = I_R + I_L + I_C$$

$$= \frac{V}{R} + \frac{V}{\omega L} + \omega CV$$

$$= V\left\{\frac{1}{R} + \left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right)\right\}$$

Pada kondisi resonansi

$$\omega C = \frac{1}{\omega L}$$

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad \text{.....} (1)$$

Hambatan pengganti pada rangkaian paralel RLC adalah:

$$Y = \frac{1}{R} + \omega L + \omega C$$

$$|Y| = \sqrt{\left[\frac{1}{R}\right]^2 + \left[\omega C - \frac{1}{\omega L}\right]^2}$$

Dengan $Y = \frac{1}{Z}$

Bila tegangan V pada admitansi Y maka arus I yang mengalir ke rangkaian

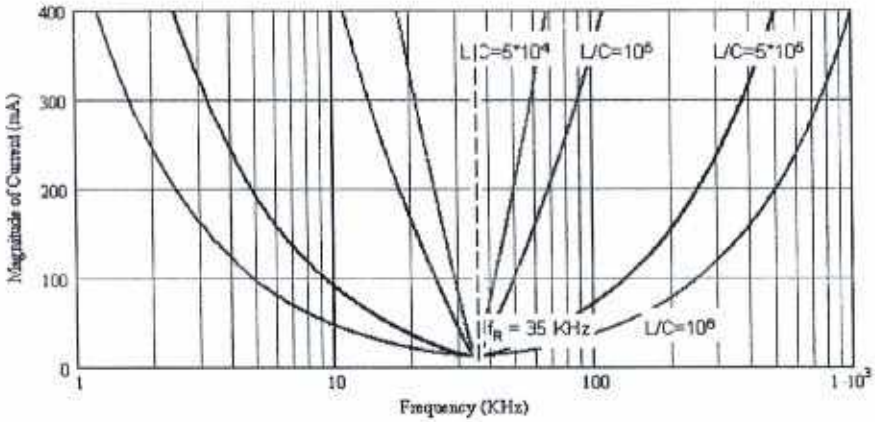
$$|I| = |Y|\,V$$

$$|I| = V\sqrt{\left[\frac{1}{R}\right]^2 + \left[\omega C - \frac{1}{\omega L}\right]^2}$$

Harga $|I|$ akan menjadi minimum, bila $|Y|$ juga minimum maka :

$$I_{min} = \frac{V}{R}$$

Kurva pengaruh frekuensi terhadap arus pada rangkaian paralel RLC.



Gambar 4. Grafik pengaruh frekuensi terhadap arus listrik pada rangkaian paralel RLC.

METODOLOGI PENELITIAN

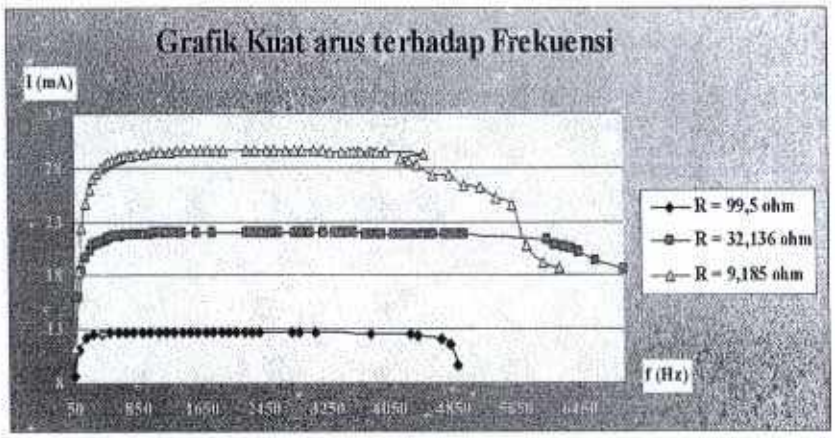
Peralatan dan bahan yang digunakan dalam proses pengambilan data adalah: function generator, multimeter, LCR meter, kabel penghubung, project board, beberapa komponen elektronika seperti kapasitor, resistor dan induktor dengan beberapa nilai dan spesifikasi. Tahap pelaksanaan penelitian ini adalah: desain eksperimen dan alat eksperimen, pengambilan data eksperimen, pengolahan dan analisis data, menyusun dan membuat laporan, dan menyusun modul penuntun eksperimen yang nantinya dapat digunakan di sekolah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Harga komponen resistor, induktor dan kapasitor diukur dengan menggunakan LCR meter, didapatkan nilai R_1 = 99,5 Ω, R_2 = 32,136 Ω, R_3 = 9,185 Ω, L = 321,671 Mh, C = 21,1 μF, dengan tegangan function generator = 1 V

Resonansi Rangkaian seri RLC Berdasarkan Hasil Eksperimen

Berdasarkan data hasil eksperimen, diperoleh grafik arus terhadap frekuensi untuk harga R_1 = 99,5 Ω, R_2 = 32,136 Ω, dan R_3 = 9,185 Ω pada rangkaian seri RLC seperti pada gambar 5.

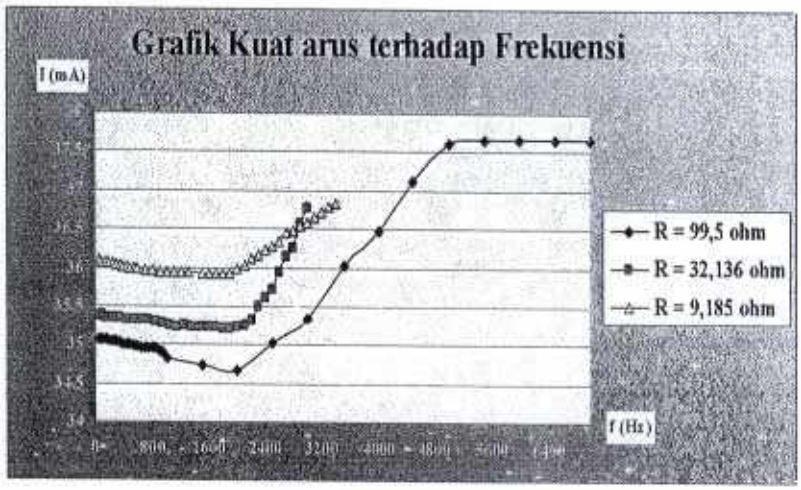


Gambar 5. Grafik kuat arus terhadap frekuensi untuk rangkaian seri RLC.

Berdasarkan grafik pada gambar 5 dapat diperoleh harga frekuensi resonansi. Frekuensi resonansi diperoleh saat kuat arus berharga maksimum (I_{max}). Untuk R_1 = 99,5 Ω , saat I_{max} = 12,78 mA, frekuensi resonansinya adalah 1800 Hz. Untuk R_2 = 32,136 Ω, saat I_{max} = 21.97 mA, frekuensi resonansinya adalah 1800 Hz. Untuk R_3 = 9,185 Ω , saat I_{max} = 29,59 mA, frekuensi resonansinya adalah 1950 Hz

Resonansi Rangkaian paralel RLC Berdasarkan Hasil Eksperimen

Grafik kuat arus sebagai fungsi frekuensi untuk rangkaian paralel RLC adalah:



Gambar 6. Grafik kuat arus terhadap frekuensi untuk rangkaian paralel RLC

Berdasarkan grafik pada gambar 6 dapat diperoleh harga frekuensi resonansi. Frekuensi resonansi untuk rangkaian paralel RLC diperoleh saat kuat arus berharga minimum (I_{min}). Untuk R_1 = 99,5 Ω, saat I_{min} = 34,68 mA, frekuensi resonansinya adalah 2000 Hz. Untuk R_2 = 32,136 Ω, saat I_{min} = 35,21 mA, frekuensi resonansinya adalah dari rentang 1800 Hz – 1900 Hz. Untuk R_3 = 9,185 Ω, saat I_{min} = 35,92 mA, frekuensi resonansinya adalah 1800 Hz.

Resonansi Rangkaian RLC Berdasarkan Teori

Secara teori, harga frekuensi resonansi dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan:

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

Dengan nilai L = 321,671 μH = 321,671 .10^{-6} H dan nilai C = 21,1 μF = 21,1. 10^{-6} F, diperoleh nilai frekuensi resonansi pada rangkaian RLC yaitu:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{321{,}671.10^{-6}\,.\,21{,}1.10^{-6}}} = 1808{,}531\,Hz$$

Syarat terjadinya resonansi pada rangkaian RLC adalah harga reaktansi induktif sama dengan reaktansi kapasitif ; $X_L = X_C$, sifat induktif saling meniadakan dengan sifat kapasitif, sehingga rangkaian bersifat resistif. Pada keadaan ini sudut fase bernilai nol dan impedansi rangkaian sama dengan hambatan

Berdasarkan hasil ekperimen, harga frekuensi resonansi pada rangkaian seri RLC diperoleh dari grafik kuat arus terhadap frekuensi, dengan harga tegangan Function Generator tetap yaitu 1 V. Frekuensi resonansi diperoleh ketika kuat arusnya berharga maksimum (berada di puncak grafik). Pada ekperimen ini dengan menggunakan harga R yang berbeda-beda, diperoleh harga frekuensi resonansi yang sama yaitu 1800 Hz untuk R = 99,5 ohm dan R= 32,136 ohm, sedangkan untuk R = 9,185 ohm diperoleh harga frekuensi resonansi 1950 Hz. Secara teori, harga frekuensi resonansi tidak dipengaruhi oleh harga R. Seharusnya untuk R yang bervariasi, harga frekuensi resonansinya sama. Yang mempengaruhi nilai frekuensi resonansi itu hanya nilai induktor dan nilai kapasitor.

Berdasarkan hasil eksperimen, harga frekuensi resonansi pada rangkaian paralel RLC diperoleh dari grafik kuat arus terhadap frekuensi, dengan harga tegangan Function Generator tetap yaitu 1 V. Frekuensi resonansi diperoleh ketika kuat arusnya berharga minimum. Pada percobaan rangkaian paralel RLC dengan menggunakan harga R yang berbeda-beda, diperoleh harga frekuensi resonansi 2000 Hz untuk R = 99,5 ohm dan rentang 1800 – 1900 Hz untuk R= 32,136 ohm, sedangkan untuk R = 9,185 ohm diperoleh harga frekuensi resonansi 1800 Hz. Secara teori, harga frekuensi resonansi untuk rangkaian paralel pun tidak dipengaruhi oleh harga R. Seharusnya untuk R yang bervariasi, harga frekuensi resonansinya sama. Yang mempengaruhi nilai frekuensi resonansi itu hanya nilai induktor dan nilai kapasitor.

Harga frekuensi resonansi yang didapatkan secara perhitungan berdasarkan teori adalah 1808,531 Hz. Bila dibandingkan dengan nilai frekuensi resonansi hasil eksperimen dengan frekuensi resonansi hasil perhitungan secara teori, maka terdapat perbedaan harga yang cukup signifikan.

Untuk harga resonansi frekuensi pada rangkaian seri RLC yang berharga 1800 Hz, kesalahan mutlaknya adalah:

$$\varepsilon = \left|\frac{f_{teori} - f_{percobaan}}{f_{teori}}\right| x100\% = \left|\frac{1808,531 - 1800}{1808,531}\right| x100\% = 0,472\%$$

Untuk harga resonansi frekuensi pada rangkaian seri RLC yang berharga 1950 Hz, kesalahan mutlaknya adalah

$$f_o = 1950Hz \Rightarrow \varepsilon = \left|\frac{1808,531 - 1950}{1808,531}\right| x100\% = 7,822\%$$

Pada rangkaian paralel RLC juga terdapat perbedaan harga frekuensi resonansi.

Untuk harga resonansi frekuensi pada rang-kaian paralel RLC yang berharga 1800 Hz, kesalahan mutlaknya adalah

$$f_o = 1800Hz \Rightarrow \varepsilon = \left|\frac{1808,531 - 1800}{1808,531}\right| x100\% = 0,472\%$$

Untuk harga resonansi frekuensi pada rang-kaian paralel RLC yang berharga 2000 Hz, kesalahan mutlaknya adalah

$$f_o = 2000Hz \Rightarrow \varepsilon = \left|\frac{1808,531 - 2000}{1808,531}\right| x100\% = 10,587\%$$

Berdasarkan hasil eksperimen, terdapat perbedaan nilai frekuensi resonansi untuk rangkaian seri dan paralel, tetapi perbedaannya tidak signifikan, seharusnya meskipun rangkaiannya berbeda, frekuensi resonansi yang dihasilkan sama, karena harga komponen induktor dan kapasitor yang digunakan juga sama. Harga frekuensi resonansi bergantung pada harga induktor dan kapasitor.

KESIMPULAN

Harga frekuensi resonansi pada rangkaian seri RLC diperoleh dari grafik kuat arus terhadap frekuensi, dengan harga tegangan Function Generator tetap yaitu 1 V. Frekuensi resonansi diperoleh ketika kuat arusnya berharga maksimum (berada di puncak grafik). Sedangkan harga frekuensi resonansi pada rangkaian paralel RLC diperoleh dari grafik kuat arus terhadap frekuensi, dengan harga tegangan Function Generator tetap yaitu 1 V. Frekuensi resonansi diperoleh ketika kuat arusnya berharga minimum.

Pada percobaan rangkaian seri RLC dengan menggunakan harga R yang berbeda-beda, diperoleh harga frekuensi resonansi yang sama yaitu 1800 Hz untuk R = 99,5 ohm dan R= 32,136 ohm, sedangkan untuk R =

9,185 ohm diperoleh harga frekuensi resonansi 1950 Hz. Pada percobaan rangkaian paralel RLC dengan menggunakan harga R yang berbeda-beda, diperoleh harga frekuensi resonansi 2000 Hz untuk R = 99,5 ohm dan rentang 1800 – 1900 Hz untuk R= 32,136 ohm, sedangkan untuk R = 9,185 ohm diperoleh harga frekuensi resonansi 1800 Hz. Harga frekuensi resonansi berdasarkan teori yang menggunakan persamaan (3) adalah 1808,531 Hz.

Syarat terjadinya resonansi pada rangkaian RLC adalah harga reaktansi induktif sama dengan reaktansi kapasitif ; $X_L = X_C$, sifat induktif saling meniadakan dengan sifat kapasitif, sehingga rangkaian bersifat resistif. Pada keadaan ini sudut fase bernilai nol dan impedansi rangkaian sama dengan hambatan rangkaian : Z = R

DAFTAR KEPUSTAKAAN

Darmawan D. 1984, *Teori Ketidakpastian Menggunakan Sistem SI.* ITB. Bandung

Resnick R dan Haliday D. 1983, *Fisika 2* (Terjemahan P. Silaban & E. Sucipto): Erlangga, Jakarta.

Sutrisno. 1986, Elektronika *Teori Dasar dan Penerapannya* Jilid 1. ITB. Bandung.

Sutrisno. 1996. Fisika Dasar. ITB. Bandung

Sears dan Zemansky. 1993. Fisika Universitas (terjemahan).

Surya Y. *Kumpulan soal olimpiade fisika dan penyelesaiannya.* 2003. Bina Sumber Daya MIPA

Tipler PA. 2001, *Fisika Untuk Sains dan Teknik 2* : Erlangga, Jakarta.

Zuhal, 2004, *Prinsip Dasar Elektroteknik* : PT Gramedia, Jakarta.