

## RANCANG BANGUN ALAT PERCOBAAN RESONANSI RANGKAIAN RLC MENGUNAKAN SISTEM DIGITAL

**Fiqih Rizky Mustalim, Endah Rahmawati**

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

Email: [fiqihmustalim@mhs.unesa.ac.id](mailto:fiqihmustalim@mhs.unesa.ac.id)

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan merancang suatu alat percobaan untuk mengukur frekuensi resonansi pada rangkaian RLC seri secara digital. Pada alat percobaan ini terdiri dari beberapa komponen, yaitu : Audio Frequency Generator (AFG) sebagai sumber tegangan, power amplifier, rangkaian RLC dan mikrokontroler Atmega 328 sebagai pemrosesan data untuk menentukan nilai frekuensi resonansi rangkaian RLC secara otomatis yang ditampilkan pada LCD. Data hasil pengukuran dari alat percobaan yang telah dibuat, dibandingkan dengan hasil pengukuran nilai frekuensi resonansi menggunakan AFG PASCO dan perhitungan secara teori. Dari hasil perbandingan kedua alat tersebut dapat diketahui bahwa alat yang telah dibuat sudah sesuai atau belum untuk digunakan sebagai alat percobaan yang relevan seperti pada alat percobaan yang dibuat oleh PASCO. Hasil pengujian alat percobaan yang telah dibuat menunjukkan bahwa alat belum bisa menentukan secara tepat nilai frekuensi resonansi, melainkan hanya rentang frekuensi yang mungkin frekuensi resonansi terjadi. Pengambilan data berulang sebanyak lima kali menunjukkan hasil yang relatif konsisten.

**Kata Kunci** : Resonansi, Mikrokontroler, Rangkaian RLC, Audio Frequency Generator (AFG)

### Abstract

This study aims to design an experimental tool for measuring resonant frequency in serial RLC series digitally. In this experimental tool consists of several components, namely: Audio Frequency Generator (AFG) as a voltage source, power amplifier, RLC circuit and Atmega 328 microcontroller as data processing to determine the resonant frequency value of RLC circuit automatically displayed on the LCD. The measurement data from the experimental tool has been made, compared to the resonance frequency measurement results using AFG PASCO and theoretical calculations. From the results of the comparison of both tools can be seen that the tool that has been made is appropriate or not to be used as a relevant experimental tool such as the experimental tool made by PASCO. Test results of experimental tools that have been made show that the tool has not been able to determine precisely the value of the resonant frequency, but only the frequency range that may resonant frequency occurs. Recurring data retrieval five times shows relatively consistent results.

**Keywords:** Resonance, Microcontroller, RLC Series, Audio Frequency Generator (AFG)

### PENDAHULUAN

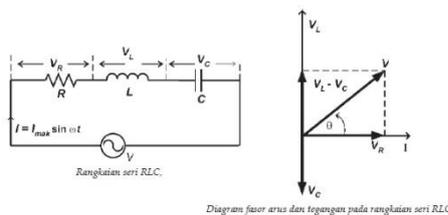
Perkembangan teknologi yang semakin pesat saat ini dalam berbagai bidang membuat banyak alat canggih diciptakan untuk memudahkan dalam kehidupan sehari-hari termasuk bidang fisika. Fisika merupakan ilmu sains yang kebenarannya membutuhkan pembuktian atau metode eksperimen. Dalam metode eksperimen tersebut dibutuhkan alat praktikum sebagai alat penunjang untuk memudahkan siswa memahami konsep fisika dengan baik. Seiring perkembangan jaman yang semakin maju masih banyak alat praktikum yang telah dikembangkan untuk menunjang pembelajaran bagi siswa dengan tujuan membantu siswa ataupun mahasiswa dalam

melakukan percobaan, mendapatkan data yang baik sehingga konsep yang diajarkan dapat dipahami dengan baik (Rahmawati, 2012).

Resonansi adalah proses bergetarnya suatu benda ketika ada pengaruh getaran benda lain, hal ini terjadi karena kedua benda tersebut memiliki frekuensi yang sama. Resonansi RLC merupakan suatu gejala yang terjadi pada rangkaian arus AC yang terdiri dari resistor ( $R$ ), induktor ( $L$ ) dan kapasitor ( $C$ ). Resonansi dalam rangkaian seri yaitu resonansi seri, sedangkan resonansi dalam rangkaian paralel yaitu resonansi paralel (anti resonansi). Resonansi pada rangkaian RLC terjadi ketika reaktansi kapasitif ( $X_C$ ) sama dengan reaktansi induktif ( $X_L$ ) dan amplitudo tegangan

$V_L = IX_L$  dan  $V_C = IX_C$  adalah sama. Pada frekuensi resonansi RLC impedansi mencapai nilai minimumnya dan arus mencapai nilai maksimumnya (Young *et al.*, 2003).

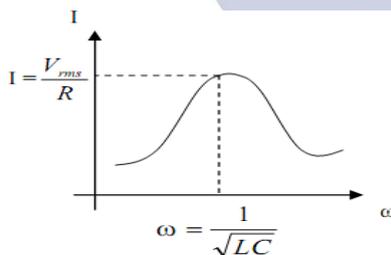
Impedansi total ( $Z$ ) pada rangkaian RLC seri bergantung pada frekuensi arus listrik yang dimasukkan. Reaktansi induktif berbanding lurus dengan frekuensi dan reaktansi kapasitif berbanding terbalik dengan frekuensi. Misalkan kita mempunyai rangkaian RLC seri dan dihubungkan dengan sumber tegangan  $V_S(t)$  seperti pada gambar berikut :



**Gambar 1** Rangkaian RLC

(sumber: <https://id.scribd.com/document/231274195/RESONANSI-RLC>)

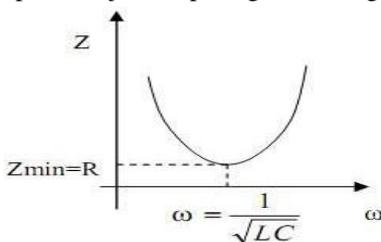
Jika dibuat grafik hubungan antara arus rms sebagai fungsi frekuensi maka akan tampak seperti pada grafik berikut:



**Gambar 2** Grafik hubungan antara arus rms sebagai fungsi frekuensi.

(sumber: <https://id.scribd.com/document/231274195/RESONANSI-RLC>)

Grafik antara impedansi  $Z$  terhadap frekuensi  $\omega$  dapat ditunjukkan pada grafik sebagai berikut :

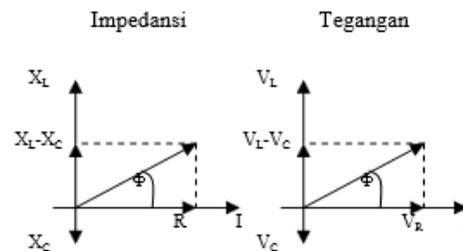


**Gambar 3** Grafik antara impedansi  $Z$  terhadap frekuensi  $\omega$ .

(sumber: <https://id.scribd.com/document/231274195/RESONANSI-RLC>)

Berdasarkan nilai reaktansi induktif dengan nilai kapasitif terdapat tiga sifat rangkaian sebagai berikut :

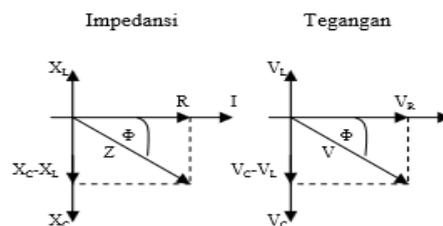
- Rangkaian bersifat induktif jika  $X_L > X_C$  sehingga  $\omega > \frac{1}{\sqrt{LC}}$  maka rangkaian akan bersifat seperti induktor, yaitu tegangan mendahului arus dengan beda sudut fase  $\theta$  yang besarnya dinyatakan dengan  $\text{tg } \theta = \frac{X_L - X_C}{R}$



**Gambar 4** Rangkaian Bersifat Induktif.

(sumber: <https://id.scribd.com/document/231274195/RESONANSI-RLC>)

- Rangkaian bersifat kapasitif jika  $X_L < X_C$  sehingga  $\omega < \frac{1}{\sqrt{LC}}$  maka rangkaian akan bersifat seperti kapasitor, yaitu tegangan ketinggalan terhadap arus dengan beda sudut fase  $\theta$  yang besarnya dinyatakan dengan  $\text{tg } \theta = \frac{X_L - X_C}{R}$

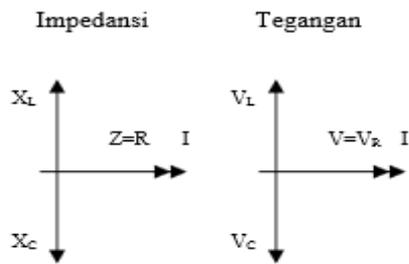


**Gambar 5** Rangkaian Bersifat Kapasitif.

(sumber: <https://id.scribd.com/document/231274195/RESONANSI-RLC>)

- Rangkaian bersifat resistif jika  $X_L = X_C$  maka besarnya impedansi rangkaian sama dengan nilai hambatannya ( $Z = R$ ) maka rangkaian akan terjadi resonansi

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



**Gambar 6** Rangkaian Bersifat Resistif  
(sumber: <https://id.scribd.com/document/231274195/RESONANSI-RLC>)

## METODE

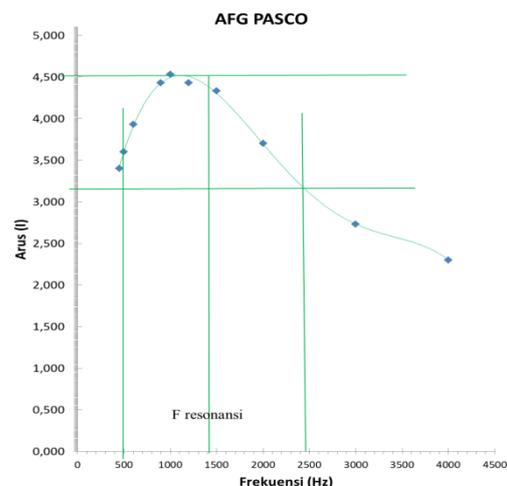
Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimen berbasis laboratorium yang mempelajari frekuensi resonansi terhadap rangkaian RLC seri. Pada penelitian ini menggunakan dua tahap dalam pengambilan data. Tahap yang pertama yaitu menentukan nilai maksimum frekuensi resonansi dari tegangan resistor menggunakan AFG dan osiloskop dari PASCO. Kemudian melakukan pengukuran dengan manipulasi frekuensi 100 Hz sampai 1000 Hz. Tahap kedua yaitu pengumpulan data dengan pengukuran dan pengujian alat percobaan yang telah dibuat. Hasil pengukuran dari alat percobaan yang telah dibuat tersebut, dibandingkan dengan hasil pengukuran nilai frekuensi resonansi menggunakan AFG dan Osiloskop dari PASCO dan perhitungan secara teori. Dari hasil perbandingan kedua alat tersebut dapat diketahui bahwa alat yang telah dibuat sudah sesuai atau belum untuk digunakan sebagai alat percobaan yang relevan seperti pada alat percobaan yang dibuat oleh PASCO. Selanjutnya melakukan perhitungan nilai reaktansi induktif, reaktansi kapasitif, impedansi dan arus. Kemudian hasil perhitungan tersebut, dibandingkan dengan hasil perhitungan secara teori.

Pada penelitian ini diperlukan tiga variabel operasional untuk memudahkan dalam pengambilan data dengan baik yaitu variabel manipulasi, variabel respons dan variabel kontrol. Variabel manipulasi merupakan variabel yang berpengaruh terhadap hasil penelitian, variabel respons merupakan hasil akhir yang didapat dari penelitian dan variabel kontrol merupakan variabel yang tidak diubah atau dalam keadaan tetap. Pada penelitian ini variabel manipulasinya yaitu frekuensi dari sumber tegangan, variabel responsnya yaitu tegangan dari resistor ( $V_R$ ) sehingga di dapatkan frekuensi resonansi

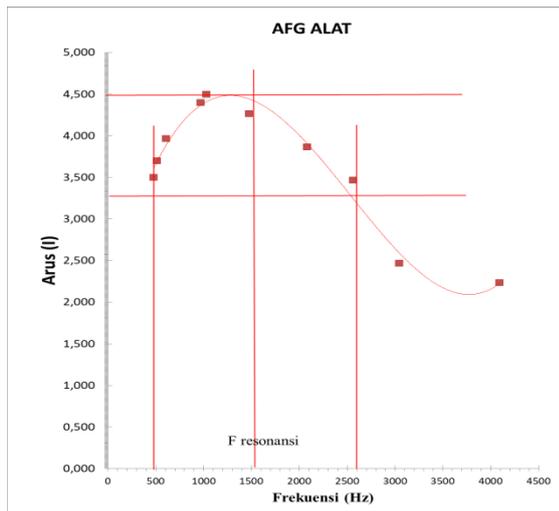
maksimum pada rangkaian RLC seri dan variabel kontrolnya yaitu amplitudo dari AFG, nilai R, nilai L dan nilai C.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan merancang suatu alat percobaan untuk mengukur nilai frekuensi resonansi rangkaian RLC seri secara digital berbasis mikrokontroler. Pada alat percobaan ini terdiri dari beberapa komponen, yaitu : *Audio Frequency Generator* (AFG) sebagai sumber tegangan, power amplifier, rangkaian RLC dan mikrokontroler Atmega 328 sebagai pemrosesan data untuk menentukan nilai frekuensi resonansi rangkaian RLC secara otomatis yang ditampilkan pada LCD. Pada penelitian ini menggunakan dua tahap dalam pengambilan data. Tahap yang pertama yaitu menentukan nilai frekuensi resonansi rangkaian RLC menggunakan *Audio Frequency Generator* (AFG) PASCO PI-9587C dan multimeter sanwa CD800a dengan melakukan variasi perubahan nilai frekuensi sampai diperoleh nilai arus maksimum dan dapat ditentukan frekuensi resonansi. Tahap kedua yaitu pengumpulan data menggunakan alat percobaan yang telah dibuat. Hasil pengukuran dari alat percobaan yang telah dibuat tersebut, dibandingkan dengan hasil pengukuran nilai frekuensi resonansi menggunakan *Audio Frequency Generator* (AFG) dari PASCO dan multimeter dari sanwa dan perhitungan secara teori.



(a)



(b)

**Gambar 7.** Grafik pengukuran nilai arus terhadap frekuensi menggunakan AFG PASCO (a) AFG ALAT

(b)

Gambar 7 merupakan grafik hubungan hasil pengukuran nilai arus terhadap frekuensi menggunakan AFG PASCO dan AFG ALAT. Dari grafik diatas terlihat bahwa nilai frekuensi resonansi menggunakan AFG PASCO terjadi pada frekuensi 1475 Hz dan nilai frekuensi resonansi menggunakan AFG ALAT terjadi pada frekuensi 1550 Hz, sedangkan frekuensi resonansi dengan perhitungan secara teori terjadi pada frekuensi 1045 Hz. Hal ini menunjukkan bahwa ada sedikit perbedaan nilai frekuensi resonansi yang terbaca menggunakan AFG PASCO dan AFG ALAT dikarenakan kedua alat memiliki keakurasian yang berbeda. Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa nilai frekuensi resonansi yang terjadi menggunakan AFG PASCO dan AFG ALAT berbeda dengan perhitungan secara teori, sehingga dapat disimpulkan bahwa alat percobaan yang telah dibuat belum bisa digunakan untuk menentukan secara akurat nilai frekuensi resonansi pada rangkaian RLC. Meskipun demikian berdasarkan pengambilan lima data berulang dapat diketahui hasil pengukuran relatif presisi.

## PENUTUP

### Simpulan

Hasil rancangan kit percobaan penentuan frekuensi resonansi telah dilakukan untuk menentukan frekuensi resonansi. Alat hasil rancangan terdiri dari pembangkit sinyal AFG dan perangkat untuk membaca arus pada rangkaian RLC. Frekuensi resonansi diperoleh dengan

mengubah nilai frekuensi AFG sebagai masukan rangkaian RLC. Selanjutnya nilai arus akan diukur pada setiap perubahan. Frekuensi resonansi terjadi saat arus bernilai maksimum dan nilai impedansi bernilai minimum. Frekuensi yang diperoleh dari hasil pengukuran dibandingkan dengan frekuensi yang diperoleh berdasarkan teori. Sebelum digunakan hasil pengukuran alat telah dibandingkan menggunakan alat dari PASCO pembacaan arus menggunakan multimeter.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai frekuensi resonansi yang terjadi menggunakan AFG PASCO dan AFG ALAT berbeda dengan perhitungan secara teori, sehingga dapat diketahui bahwa alat yang dibuat belum bisa menentukan secara tepat nilai frekuensi resonansi, melainkan hanya rentang frekuensi yang mungkin frekuensi resonansi terjadi. Pengambilan data berulang sebanyak lima kali menunjukkan hasil yang relatif presisi namun belum akurat.

### Saran

Pada penelitian ini yang bertujuan merancang alat percobaan untuk mengukur nilai maksimum frekuensi resonansi pada rangkaian RLC dengan sistem digital memiliki tingkat keakurasian yang kurang baik pada AFG yang telah dibuat sehingga nilai frekuensi yang dihasilkan tidak dapat terbaca secara signifikan, maka pada penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan AFG yang lebih stabil untuk meminimalisir tingkat keakurasian yang kurang baik pada alat percobaan yang telah dibuat.

### DAFTAR PUSTAKA

- Rahmawati, E., Sucahyo, I., Khairurrijal, 2014, A Home Made and Low Cost Basic Logic Kit for Learning Basic Digital System, ICAET Proceeding, p155.
- Yang Z., Cui Y., Xi X., 2008, Analysis on 1/3 Subharmonic Resonance of RLC Circuit with Inductance Nonlinearity, 2008, IEEE International Conference on Information and Automation Proceeding, p936.
- Backman C, Murley C, Williams P.J, 1999, The Driven RLC Circuit Experiment, The Physics Teacher, Vol. 37 p424.
- Setiawan I, 2009, Eksperimen Sederhana Pengukuran Induktansi Solenoid dengan Metode Resonansi Rangkaian RLC, Jurnal

Pengajaran Fisika Sekolah Menengah, Vol 1  
p29.

C, Gokcek. 2003. Tracking the resonance frequency of a series RLC circuit using a phase locked loop. Proceedings of 2003 IEEE Conference on Control Applications, 2003.

Giancoli. Douglas C. 2001. *Physics Principles With Applications*, Fifth Edition. Jakarta: Erlangga.

Sutrisno. 1986. *Elektronika : Teori dasar dan penerapannya. Jilid 1*. Bandung: Institute Teknologi Bandung.

Sugiri. 2004. *Elektronika dasar dan peripheral komputer*. Yogyakarta: ANDI.

Tripler. Paul A. 2001. *FISIKA Untuk Sains dan Teknik. Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.

