

ANALISIS RANGKAIAN RLC UNTUK *DRIVEN POTENTIAL* MENGGUNAKAN METODE KOMPUTASI

Muhammad Rizki¹, Erwin Amiruddin²

¹Mahasiswa Program S1 Fisika

²Dosen Bidang Instrumentasi dan Kemagnetan Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Kampus Bina Widya Pekanbaru, 28293, Indonesia
muhammadrhiezkhy@gmail.com

ABSTRACT

Analysis of RLC circuit for driven potential using computation method has been carried out. Computer program was built which consisted of two parts which are the menu and main program. Input data in the menu were values of RLC circuit components such as resistance, inductance, capacitance, input voltage, and measurement time. Then the main program calculated the electric current and voltage of each electric component in the RLC circuit and the results are shown in graphics form. The input value were varied the frequencies at input voltage from 100 Hz, 500 Hz, and 1000 Hz, resistance values from 20 Ω , 63,25 Ω , and 100 Ω , inductance value from 10 mH, 1 mH and 0.1 mH, then capacitance values from 10 μ F, 100 μ F dan 1 mF. The results of this research showed some responses with varied of the frequencies input voltage. At varied frequencies of the input voltage, the current and voltage in the resistors and inductors reached maximum value when the input frequency is the same as the resonance frequency, meanwhile the current values decrease with the increase of the resistor values, the decrease of the inductor values and the increase the capacitor values.

Keywords: RLC Circuit, frequency variation, current, voltage, current, MATLAB Program

ABSTRAK

Analisis rangkaian RLC untuk driven potential menggunakan metode komputasi telah berhasil dibuat. Program komputer terdiri dari dua buah program yaitu program menu dan program utama. Data yang diinputkan pada program menu adalah nilai-nilai dari komponen rangkaian RLC seperti resistansi, induktansi, kapasitansi, tegangan input dan waktu pengukuran. Kemudian, program utama akan melakukan perhitungan arus listrik dan tegangan pada tiap komponen listrik di dalam rangkaian RLC serta menampilkan hasil dalam bentuk grafik. Nilai input di variasikan seperti nilai frekuensi pada tegangan input divariasikan dari 100 Hz, 500 Hz dan 1000 Hz, nilai resistansi divariasikan dari 20 Ω , 63,25 Ω , dan 100 Ω , nilai induktansi divariasikan dari 10 mH, 1 mH, dan 0,1 mH, serta nilai kapasitansi divariasikan dari 10 μ F, 100 μ F dan 1 mF. Hasil menunjukkan beberapa tanggapan dengan variasi nilai frekuensi tegangan input. Pada kondisi variasi frekuensi tegangan input, arus dan tegangan pada resistor dan induktor mencapai nilai maksimal pada saat frekuensi input sama dengan frekuensi resonansi, sedangkan nilai arus menurun seiring pertambahan nilai resistor, Pengurangan nilai induktor dan pertambahan nilai kapasitor.

Kata Kunci : rangkaian RLC, variasi frekuensi, tegangan, arus, program MATLAB



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

PENDAHULUAN

Pada abad ke 21 ini, listrik tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia. Baik dalam peralatan rumah tangga, kantor, sekolah, komunikasi, dan sebagainya sebagian besar dibangun menggunakan rangkaian listrik. Rangkaian listrik yang dibangun dengan komponen-komponen seperti resistor, induktor, dan kapasitor memiliki konfigurasi yang beragam sesuai dengan fungsinya. Memahami dan mempelajari sifat-sifat yang ditimbulkan oleh suatu rangkaian listrik merupakan sebuah tugas yang dimiliki oleh para akademisi dibidang fisika. Agar para akademisi tersebut mampu memahami sifat rangkaian listrik, diperlukan suatu tindakan seperti penelitian secara eksperimen, maupun pengkajian sifat-sifat fisis pada rangkaian melalui hukum-hukum fisika yang berlaku pada rangkaian tersebut.

Berbagai kesulitan yang ditemukan didalam eksperimen dihadapi ketika menguji dan mempelajari sifat rangkaian. Sulitnya pemasangan rangkaian yang mendekati kondisi ideal, ditambah keterlibatan arus dan tegangan listrik pada rangkaian sehingga didalam eksperimen harus diperhatikan dengan cermat agar tidak terjadi hal yang tidak diinginkan (Rika, 2014). Begitu pula pada rangkaian RLC, dimana ketika komponen listrik seperti resistor, induktor, dan kapasitor terhubung seri, sehingga sifat arus dan tegangan listrik pada rangkaian dapat dikaji melalui persamaan diferensial linear orde dua (Samsul dan Francis, 2014). Persamaan ini sangat sulit diselesaikan dengan cara

konvensional dan memakan waktu yang cukup lama untuk memperoleh hasil yang diinginkan, bahkan untuk berbagai keadaan solusinya tidak ditemukan (Javed, *et al.*, 2008).

Seiring dengan berkembangnya teknologi, penggunaan alat hitung seperti komputer dapat memudahkan kita dalam menghitung sifat fisis pada rangkaian RLC dengan lebih cepat (Iswadi dan Suwitno, 2011). Komputer memiliki kemampuan untuk melakukan simulasi terhadap besaran fisis yang dihitung dan menghasilkan sifat fisis rangkaian RLC secara *visual*. Dengan kemampuan simulasi komputer, resiko yang didapat dalam eksperimen mampu diminimalisir dan waktu pelaksanaan eksperimen menjadi lebih cepat.

METODE PENELITIAN

Alat dan bahan dalam penelitian ini terdiri dari laptop/PC, *software* MATLAB R2015a, dan *software* Microsoft Excel. Laptop/PC berfungsi sebagai tempat menjalankan simulasi rangkaian RLC. *Software* MATLAB R2015a berfungsi sebagai program yang melakukan perhitungan secara numerik dan menghasilkan grafik. *Software* microsoft excel berfungsi sebagai tempat penyimpanan data input untuk mendapatkan nilai I versus t dan V versus t .

Penelitian ini memiliki tahapan-tahapan dalam pelaksanaannya seperti yang ditunjukkan diagram alir penelitian pada gambar 1. Metode penelitian yang digunakan adalah metode komputasi dari persamaan diferensial orde dua pada rangkaian



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber:

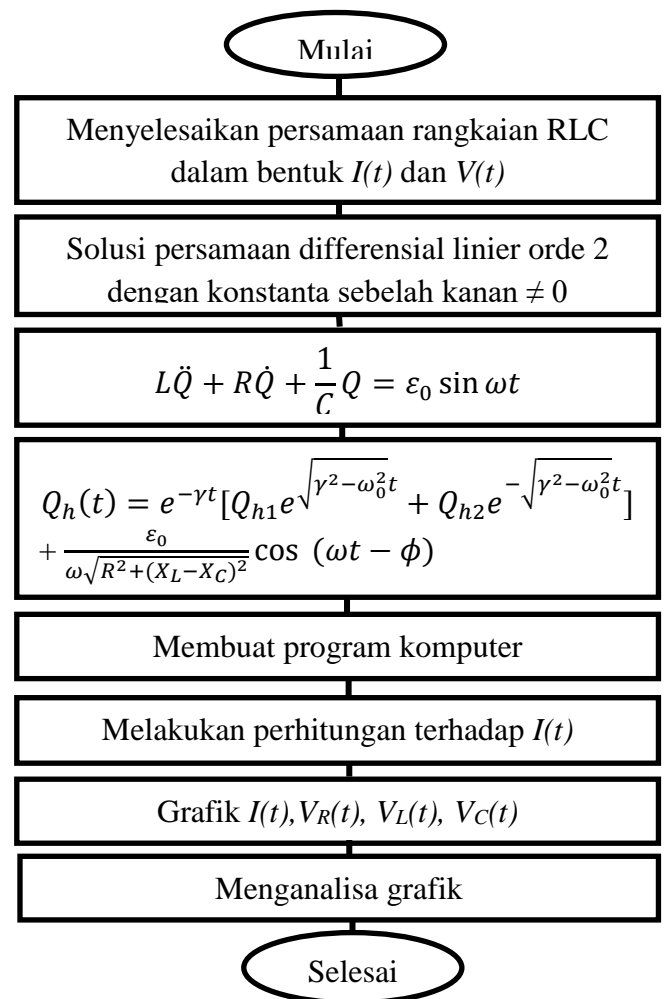
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar di Universitas Riau
2. Dilarang mengutip dan menyalin sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Riau

RLC. Dari persamaan diferensial orde dua diperoleh nilai tanggapan dan arus listrik sebagai fungsi waktu $I(t)$ serta tanggapan dan tegangan listrik sebagai fungsi waktu pada resistor $V_R(t)$, kapasitor $V_C(t)$, dan induktor $V_L(t)$. Dua program untuk menghitung tanggapan arus dan tegangan pada rangkaian RLC dengan tegangan AC telah dibuat untuk penelitian ini, yaitu program menu dan program utama, dengan menggunakan *software* MATLAB R2015a.

Program menu adalah program komputer yang dibuat agar pengguna (*user*) dapat memasukkan data yang diperlukan dalam perhitungan arus $I(t)$ dan tegangan $V(t)$. Data yang dimasukkan tersebut adalah besar tegangan AC mula-mula ϵ_0 , frekuensi sudut tegangan AC f , besaran Resistansi R , besaran induktansi L , dan besaran kapasitansi C . Program utama adalah program yang dibuat untuk melakukan perhitungan arus $I(t)$ dan tegangan $V(t)$ dengan memanfaatkan program menu. Persamaan yang digunakan untuk menghitung perhitungan arus $I(t)$ dan tegangan $V(t)$ adalah persamaan diferensial orde dua rangkaian RLC dalam bentuk $I(t)$ dan

Program akan melakukan perhitungan melalui program utama dengan menghitung perhitungan arus dan tegangan $V(t)$ menggunakan solusi persamaan diferensial orde dua rangkaian RLC dalam bentuk $I(t)$ dan $V(t)$. Komputer akan menggunakan

informasi yang dimasukkan oleh pengguna, seperti tegangan AC mula-mula ϵ_0 , frekuensi sudut tegangan AC ω , besaran Resistansi R , besaran induktansi L , besaran kapasitansi C , muatan mula-mula pada kapasitor Q_0 , waktu t . Hasil perhitungan arus $I(t)$ dan tegangan $V(t)$ dicatat oleh komputer. Kemudian, komputer akan mem-plot grafik hubungan antara tanggapan arus terhadap waktu, tanggapan potensial terhadap waktu, besar tegangan pada induktor terhadap waktu, besar tegangan pada resistor terhadap waktu, dan besar tegangan pada kapasitor terhadap waktu.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian.



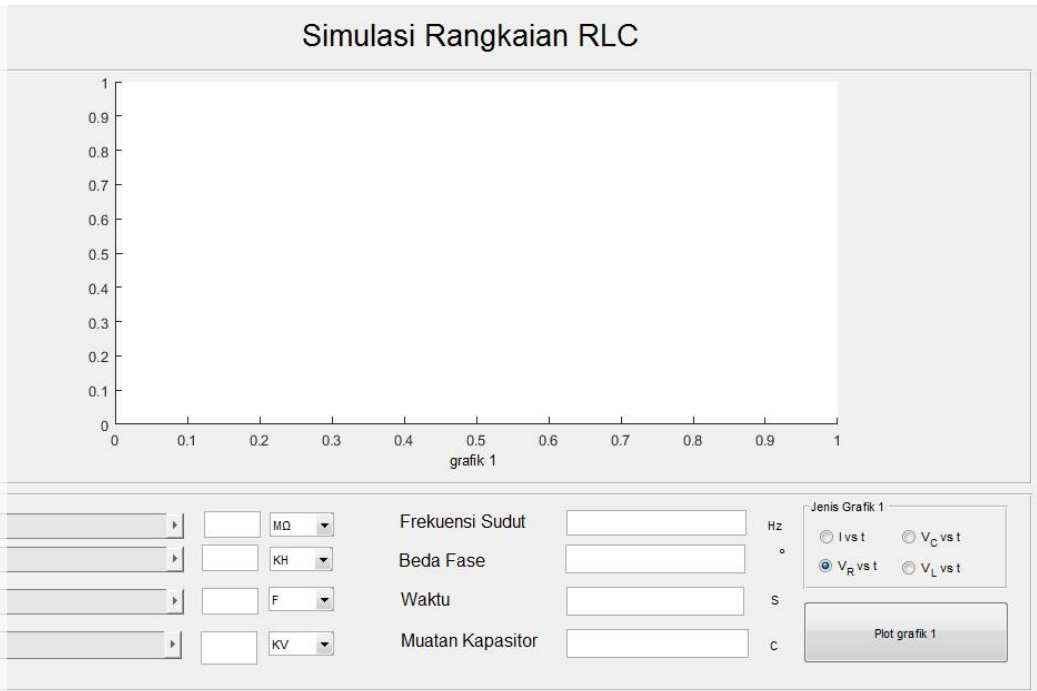
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan Universitas Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Riau.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Program MATLAB GUI dirancang untuk menghitung rumusan diferensial orde 2 yang berlaku pada rangkaian RLC. Hasil penelitian berupa keluaran (output) program utama komputer berupa nilai arus listrik, tegangan listrik, perubahannya terhadap waktu, dan grafik. Hasil perhitungan arus dan tegangan pada masing-masing komponen (berupa kapasitor, resistor dan induktor) menggunakan persamaan diferensial orde 2 yang berlaku pada rangkaian RLC. *Output* program yang dihasilkan dari perhitungan di analisa dan di kaji guna menghasilkan pemahaman tentang karakteristik rangkaian RLC.

Program menu berfungsi untuk merekam data nilai resistansi, kapasitansi, induktansi, frekuensi tegangan masukan, tegangan masukan maksimal, waktu, muatan awal di dalam kapasitor dan beda fase yang dibutuhkan untuk diinput oleh *user*. Data ini selanjutnya akan diproses oleh program utama untuk menghitung nilai arus, tegangan pada resistor, tegangan pada induktor dan tegangan pada kapasitor. Hasil perhitungan pada program utama juga ditampilkan pada program menu dalam bentuk grafik. Gambar 2 merupakan tampilan dari program menu untuk penyimpanan data input.



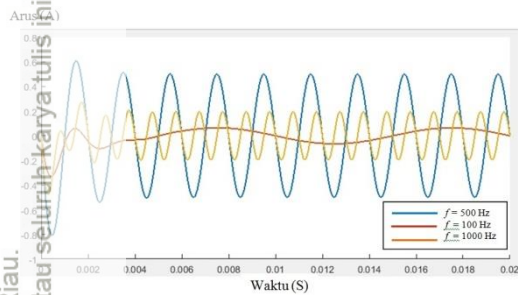
Gambar 2. Tampilan menu utama dari program MATLAB



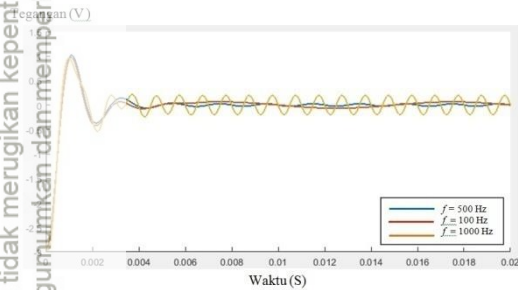
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan Universitas Riau.



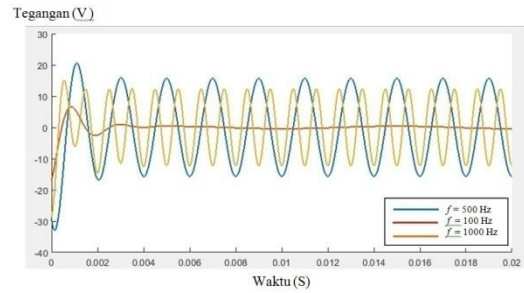
Gambar 3. Grafik tanggapan arus terhadap waktu pada kondisi *underdamped* dengan variasi frekuensi GGL.



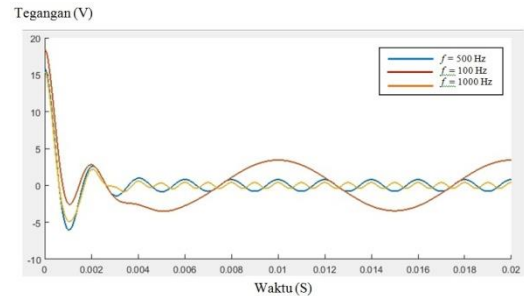
Gambar 4. Grafik tanggapan tegangan pada resistor terhadap waktu pada

Grafik tanggapan arus dan tegangan pada rangkaian RLC ditunjukkan dengan waktu (sekon) sebagai sumbu $-x$ dan arus (ampere) dan tegangan (volt) sebagai sumbu $-y$. Nilai arus yang mengalir pada rangkaian RLC atau nilai tegangan pada masing-masing komponen rangkaian RLC dihitung dengan menentukan beberapa nilai variabel dan syarat awal yang diperlukan dalam menjalankan program yang telah di susun pada program utama. Grafik tanggapan arus dan tegangan sebagai fungsi waktu ditampilkan pada program menu seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 hingga gambar 6.

kondisi *underdamped* dengan variasi frekuensi GGL.



Gambar 5. Grafik tanggapan tegangan pada induktor terhadap waktu pada kondisi *underdamped* dengan variasi frekuensi GGL.



Gambar 6. Grafik tanggapan tegangan pada kapasitor terhadap waktu pada kondisi *underdamped* dengan variasi frekuensi GGL.

Perubahan nilai arus terhadap waktu dengan variasi frekuensi ditunjukkan pada gambar 3. Frekuensi GGL ditetapkan sebagai syarat awal dan nilainya bervariasi. Pertama, frekuensi GGL sama dengan frekuensi resonansi rangkaian yaitu 500 Hz Arus berosilasi dengan keadaan osilasi teredam dalam rentang waktu 0 s hingga 0.004 s. Dalam rentang waktu 0,004 s hingga waktu tak hingga arus berosilasi dengan keadaan osilasi tetap/ *steady state*. Kondisi ini karena faktor kondisi



underdamped ($\gamma^2 < \omega^2$) sehingga nilai akar dari persamaan arus karakteristik menjadi imajiner, arus karakteristik menjadi berosilasi. Arus tunak/ *steady state* menambah besar amplitudo sebesar 0,5 A. sehingga amplitudo arus listrik sebesar 0,8 A dalam rentang waktu 0 s hingga 0,004 s dan sebesar 0,5 A dalam rentang waktu 0,004 s hingga waktu tak hingga.

Kedua, frekuensi GGL sebesar 100 Hz. Amplitudo arus sebesar 0,33 A dalam rentang waktu 0 s hingga 0,004 s dan sebesar 0,1 A dalam rentang waktu 0,004 s hingga waktu tak hingga. Kondisi ini karena besar arus dipengaruhi oleh besaran frekuensi. Frekuensi GGL pada grafik berwarna biru sama dengan frekuensi resonansi pada rangkaian RLC yaitu sebesar 500 Hz, sedangkan frekuensi GGL pada grafik berwarna merah lebih kecil dari pada frekuensi resonansi yaitu sebesar 100 Hz.

Gambar 3, 4 dan 5 menunjukkan kemiripan bahwa nilai amplitudo arus tertinggi diperoleh ketika frekuensi GGL sama dengan frekuensi resonansi. Namun, berbeda dengan hasil yang ditunjukkan pada gambar 6. Pada gambar 6 nilai amplitudo arus diperoleh ketika frekuensi GGL lebih rendah dari frekuensi resonansi ($f = 100$ Hz). Sementara sebelumnya nilai amplitudo tertinggi selalu diperoleh saat frekuensi GGL sama dengan frekuensi resonansi. Kondisi ini disebabkan oleh besarnya tegangan pada kapasitor dalam keadaan berbanding terbalik dengan frekuensi GGL. Sehingga dari ketiga grafik ini dapat disimpulkan bahwa

semakin besar frekuensi GGL, maka amplitudo tegangan pada kapasitor semakin kecil.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan bahwa Program MATLAB yang telah dikembangkan mampu menjadi program alternatif dalam analisis rangkaian RLC. Arus listrik pada rangkaian RLC dipengaruhi oleh frekuensi GGL ditandai oleh adanya hubungan frekuensi resonansi. Jika frekuensi GGL sama dengan frekuensi resonansi, arus listrik menjadi maksimal.

Hubungan tegangan listrik pada resistor terhadap perubahan nilai-nilai komponen listrik pada rangkaian RLC memiliki kemiripan sifat yang dimiliki oleh arus listrik. Hubungan tegangan listrik pada induktor berbanding lurus dengan perubahan nilai frekuensi GGL, sedangkan hubungan tegangan listrik pada kapasitor berbanding terbalik dengan perubahan nilai frekuensi GGL.

DAFTAR PUSTAKA

- Iswadi H.R & Suwitno. 2011. E-Tutorial Pemodelan dan Simulasi Respon Transien Arus dan Tegangan pada Rangkaian RLC Menggunakan ATPDraw. *SNTIKI III*. Hal: 269-277.
- Javed, M., Aftab, H., Qasim M., Sattar, M. 2008. RLC Circuit Response and Analysis Using State Space





Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan Universitas Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Riau.

Method. *International Journal of Computer Science and Network Security*. 8(4): 48-55.

Rika, F.G. 2014. Penerapan Metode Runge Kutta Orde Empat Dalam Analisis Rangkaian RLC. *Journal ECOTIPE*. 1(2): 47-52.

Samsul, B.L & Francis, Y.R. 2014. Aplikasi Metode Runge Kutta Orde Empat Pada Penyelesaian Rangkaian Listrik RLC. *Jurnal Barekeng*. 8(1): 39-43.