

Rangkaian Seri RLC Arus AC

Mohammad Istajarul Alim, Bramantya Ramadhani

Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: bramantya.r@gmail.com

Abstract—RLC is an electric circuit using resistors, inductors, and capacitors. The purpose of the experiment in series RLC circuit of AC current which is to analyze the output signal from the AC source on the oscilloscope. Analyzing the output signal in the circuit of RC, RL and RLC series. Determine the value of the time constant (τ) in the circuit series RL and RC series. Principle experiments in this experiment is to analyze the signal issued by either an electrical signal oscilloscope is used to signal from the RL, RC and RLC circuit. When inductors and resistors are connected to a generator, the signal appears on the oscilloscope shaped graph of the function that impressed boxes. Meanwhile, when the capacitor and resistor connected to a generator, the signal appears on the oscilloscope shaped graph that resembles the charge and discharge exponential function. And lastly, when inductors, capacitors, and resistors connected with the generator, the signal appears on the oscilloscope sinusoidal-shaped graph. The results obtained in the experiment series RLC circuit of AC current is a form of the output signal of the circuit and the time constant value is 10^{-5} second series RL and RC are $3,3 \cdot 10^{-7}$ seconds.

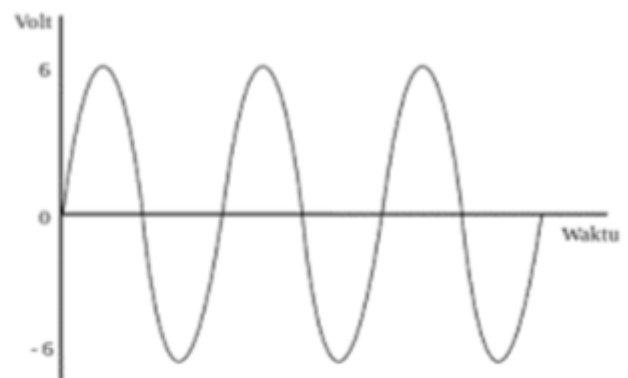
Keywords—Constant time, inductor, capacitor, oscilloscope, resistor.

I. PENDAHULUAN

Sumber arus AC merupakan suatu sumber listrik yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Listrik PLN yang diterima oleh seluruh pelanggannya juga merupakan sumber arus AC dengan tegangan sekitar 220V. Keuntungan dalam menggunakan arus AC yaitu dengan mudah dapat mengatur nilai tegangan yang ada baik dinaikkan ataupun diturunkan dengan menggunakan trafo. Hal ini tentunya sangat ideal dalam digunakan di berbagai alat-alat elektronik karena setiap alat-alat elektronik memiliki tegangan ideal masing-masing. Dalam melakukan konversi arus AC ke DC juga relatif lebih mudah dari pada melakukan konversi arus DC ke AC. Hal lain yang membedakan antara arus AC dengan DC yaitu pada arus AC tidak terjadi pengkutuban dari rangkaian. Sehingga, kita dengan mudah membolak-balikkan suatu rangkaian yang terpasang pada arus AC. Hal yang berbeda terdapat pada arus DC. Dalam arus DC terdapat pengkutuban, sehingga kita harus mengetahui polaritas dari rangkaian yang ada. Kutub positif tidak boleh terbalik dengan kutub negatif. Apabila dalam pemasangan rangkaian pada arus DC mengalami kesalahan pemasangan yaitu terbaliknya kutub, maka akan terjadi konseleting. Dengan begitu, konsep dari arus AC itulah yang menjadi latarbelakang dalam percobaan rangkaian seri RLC pada arus AC.

Arus AC atau yang disebut dengan arus bolak-balik adalah arus listrik yang mana besar dan arahnya arus berubah-ubah secara bolak-balik. Berbeda dengan arus searah atau arus DC, pada arus searah, arah arus yang mengalir tidak berubah-ubah terhadap variabel waktu yang ada. Dalam representasi arus

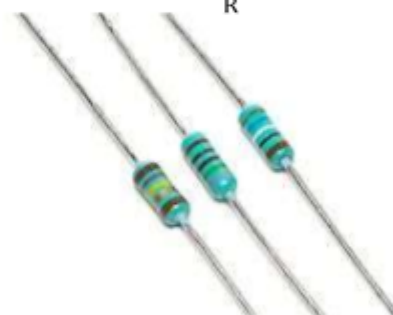
bolak-balik, bentuk dari arus tersebut biasanya berbentuk gelombang sinusoidal. Sedangkan pada arus searah direpresentasikan sebagai garis lurus. Bentuk dari arus bolak-balik dapat digambarkan seperti pada gambar 1, yang mana terdapat gelombang yang berbentuk sinusoidal. Karena arus bolak-balik memiliki sinyal berbentuk sinusoidal, maka dalam arus tersebut akan memiliki frekuensi dalam pemakaiannya. Berbeda dengan arus searah yang tidak memiliki frekuensi. Berdasarkan penelitian, arus bolak-balik memungkinkan mengalirkan energi dengan lebih efisien dari pada arus searah. Hal ini dapat dilihat dari bentuk sinyal arus bolak-balik yang berbentuk sinusoidal sehingga energi dalam pemakaian arus tersebut dapat lebih efisien [1].



Gambar 1. Bentuk sinyal arus AC

Resistor merupakan komponen elektronika yang memiliki dua buah kaki dan didesain untuk mengatur tegangan dari listrik yang melewatinya. Bentuk dari komponen resistor dapat dilihat pada gambar 2. Dengan kita mengatur nilai hambatan dari resistor, maka dengan mudah kita akan mengubah nilai dari tegangan listrik. Hubungan dari besarnya resistansi dari resistor terhadap besarnya nilai tegangan apabila nilai dari arus listrik yang mengalir berupa nilai konstan, maka hubungan resistansi dengan nilai tegangan adalah sebanding. Semakin besar resistansi yang ada maka nilai tegangannya pun juga akan semakin membesar. Hal tersebut tentunya berkesesuaian dengan hukum Ohm yang dapat ditulis dalam persamaan (1) [2].

$$I = \frac{V}{R} \quad (1)$$



Gambar 2. Komponen resistor

Kapasitor dan resistor dapat digabung dalam rangkaian sehingga membentuk rangkaian RC. Kapasitor sendiri merupakan komponen elektronika yang dapat menyimpan tegangan listrik untuk sementara waktu. Bentuk dari komponen kapasitor dapat dilihat pada gambar 3. Rangkaian RC merupakan rangkaian listrik yang bisa digunakan sebagai filter tegangan masuk dalam rangkaian tersebut. Tetapan waktu dalam rangkaian RC merupakan perkalian dari besarnya kapasitansi dan resistansi dalam rangkaian. Besarnya tetapan waktu dapat ditulis pada persamaan (2). Rangkaian sederhana RC merupakan gabungan dari komponen kapasitor dan resistor yang digabung menjadi satu rangkaian baik itu rangkaian seri maupun paralel. Namun, pada rangkai RC paralel, tidak akan semenarik pada rangkaian seri. Hal ini dikarenakan pada rangkaian RC paralel, tegangan masukan dan keluar nilainya adalah sama. Berbeda dengan rangkaian RC seri, tegangan masukan dan keluaran dalam rangkaian tersebut akan berbeda. Dengan begitu, rangkaian RC seri dapat digunakan sebagai filter. Apabila kita representasikan sinyal yang dihasilkan dari rangkaian RC, maka osiloskop akan mengeluarkan suatu grafik seperti riak air. Gelombang RC akan naik secara eksponensial kemudian diikuti turun secara eksponensial juga. Hal tersebut dapat terjadi karena pada kapasitor memiliki peran sebagai penyimpan tegangan. Ketika kapasitor melakukan penyimpanan tegangan, maka grafik yang terjadi ialah grafik eksponensial yang naik. Sedangkan ketika kapasitor melakukan pengosongan tegangan, maka grafik yang terjadi ialah grafik eksponensial yang turun. Adapun bentuk muka gelombang pada rangkaian RC adalah seperti pada gambar 4 [2].

$$\tau = R \cdot C \tag{2}$$



Gambar 3. Komponen kapasitor



Gambar 4. Bentuk sinyal tegangan dari rangkaian RC

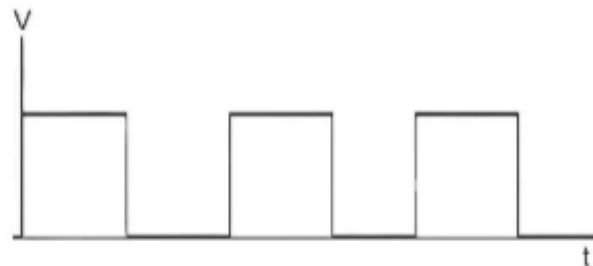
Induktor dan resistor dapat digabung membentuk suatu rangkaian yang dinamakan dengan rangkaian RL. Induktor sendiri merupakan komponen elektronika berbentuk lilitan yang dapat menyimpan energi dalam bentuk medan magnet. Bentuk dari komponen induktor dapat dilihat pada gambar 5. Rangkaian RL merupakan rangkaian yang terdiri dari induktor dan resistor yang terhubung secara langsung terhadap sumber arus atau sumber tegangan. Tetapan waktu

pada rangkaian RL merupakan pembagian dari nilai induktansi dengan resistansi. Besarnya tetapan waktu rangkaian RL dapat ditulis pada persamaan (3). Pada rangkaian RL, induktor dan resistor dapat dirangkai secara seri ataupun paralel. Bentuk muka sinyal yang dapat dianalisa oleh osiloskop merupakan sinyal dengan grafik berbentuk menyerupai kotak-kotak. Hal ini dikarenakan pada induktor, arus yang melewatinya akan berjalan begitu saja. Adapun bentuk sinyal selengkapnyanya dapat dilihat pada gambar 6 [2].

$$\tau = \frac{L}{R} \tag{3}$$

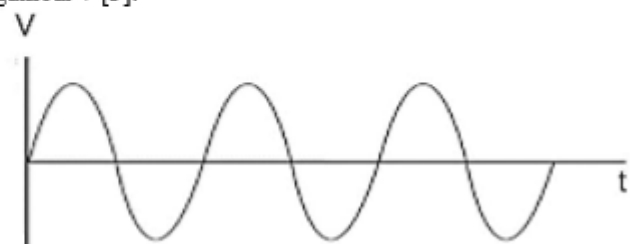


Gambar 5. Komponen induktor



Gambar 6. Bentuk sinyal tegangan dari rangkaian RL

Rangkaian RLC merupakan rangkaian listrik yang terdiri dari komponen kapasitor, induktor, dan resistor yang dihubungkan baik secara seri maupun paralel. Ketika komponen tersebut digabungkan, maka membentuk suatu rangkaian listrik yang dapat menggabungkan seluruh fungsi dari masing-masing komponen listrik tersebut. Rangkaian ini beresonansi dengan suatu cara yang sama yaitu sebagai LC, bersama dengan terbentuknya osilator harmonik. Perbedaan pada rangkaian ini terlihat dari resistor, yang dimana setiap osilasi disebabkan di sirkuit akan mati dari waktu ke waktu jika tidak terus berjalan dengan sumber. Ini efek dari resistor yang disebut redaman. Resistansi dari resistor tidak dapat dihindari dari sirkuit nyata, bahkan jika resistor tidak secara khusus dimasukkan sebagai komponen. Sebuah sirkuit LC murni adalah suatu ideal yang benar-benar hanya ada dalam teori. Sinyal keluaran yang dapat dianalisa oleh osiloskop dalam rangkaian RLC merupakan gelombang sinusoidal. Hal ini dikarenakan bentuk gelombang dari kapasitor dan induktor saling menghilangkan. Akibatnya, sinyal yang muncul merupakan hanya sinyal dari sumber arus saja. Adapun bentuk sinyal dari rangkaian RLC dapat dilihat pada gambar 7 [3].

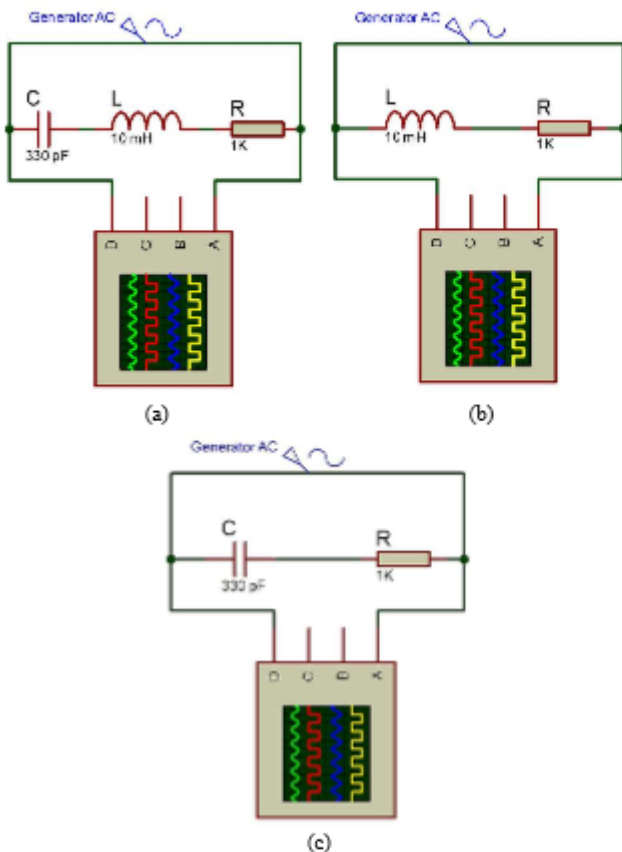


Gambar 7. Bentuk sinyal tegangan dari rangkaian RLC

II. METODE PENELITIAN

Pada percobaan rangkaian seri RLC arus AC digunakan beberapa alat untuk menunjang pengambilan data yang ada. Adapun alat-alat yang digunakan terdiri dari generator AC yang berfungsi sebagai sumber tegangan AC yang telah diolah. Osiloskop sebagai alat untuk mengeluarkan bentuk sinyal listrik yang sedang diteliti. Kabel buaya digunakan untuk menghubungkan antar komponen yang dipakai. *Project board* digunakan untuk merangkai komponen listrik agar lebih sederhana. Resistor 1 kΩ digunakan sebagai penghambat tegangan. Induktor 10 mH digunakan sebagai penyimpan medan magnet. Serta kapasitor 330 pF sebagai penyimpan tegangan.

Langka kerja dilakukannya percobaan rangkaian seri RLC arus AC adalah peralatan dirangkai seperti pada gambar 8. Rangkaian dihubungkan dengan generator sumber AC dan diatur besarnya frekuensi dan amplitudonya. Kemudian didapatkan sinyal masukan dan keluaran dari rangkaian RC, RL, dan RLC. Besar Vmax dan Vmin diukur pada masing-masing sinyal yang digunakan. Selanjutnya, dilakukan perhitungan untuk tetapan waktu masing-masing rangkaian.



Gambar 8. Skema percobaan rangkaian (a) RLC, (b) RL, (c) RC

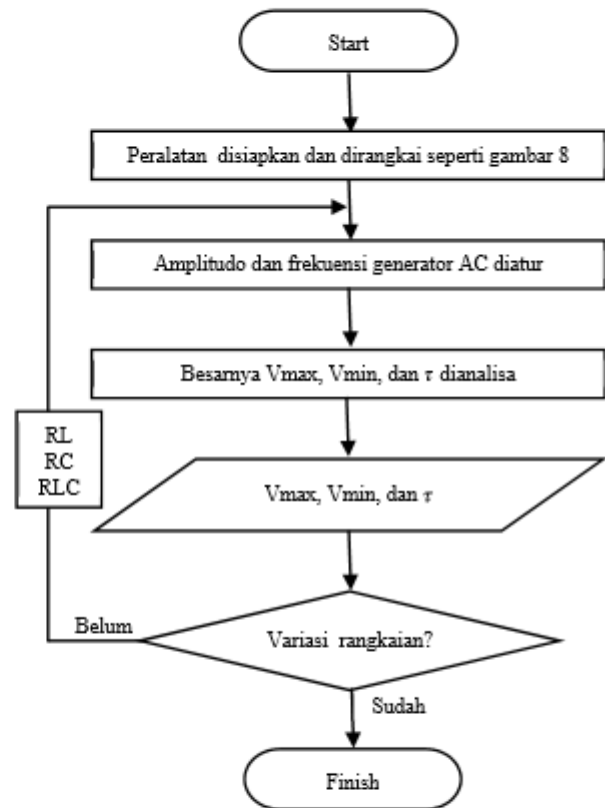
Menentukan nilai tetapan waktu yang digunakan dalam percobaan ini dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan yang ada. Antara tetapan waktu rangkaian RL dan RC akan memiliki persamaan yang berbeda. Adapun persamaan yang dapat ditulis dalam menentukan tetapan waktu rangkaian RC adalah seperti pada persamaan (4) berikut ini.

$$\tau = R \cdot C \tag{4}$$

Kemudian untuk menentukan tetapan waktu rangkaian RL dapat ditulis dalam persamaan (5) berikut ini.

$$\tau = \frac{L}{R} \tag{5}$$

Dalam percobaan rangkaian rangkaian seri RLC arus AC dapat dibuat diagram alir percobaan, adapun diagram alir yang digunakan dalam percobaan seperti pada gambar 9.



Gambar 9. Diagram alir percobaan Rangkaian seri RLC arus AC

III. HASIL DAN DISKUSI

Data yang telah didapat dalam percobaan rangkaian seri RLC arus AC dapat disusun dalam bentuk tabel serta dapat dilakukan perhitungan untuk menentukan besarnya tetapan waktu rangkaian RL dan RC. Setelah itu dapat dilakukan pembahasan mengenai sinyal keluaran dari arus AC serta sinyal keluaran pada rangkaian RL, RC, dan RLC yang digunakan.

3.1 Analisa Data

Berdasarkan data percobaan yang telah diperoleh terdiri dari besarnya frekuensi generator AC, nilai dari tegangan maksimum dan tegangan minimum. Adapun data selengkapnya untuk sinyal yang teranalisa oleh osiloskop dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1
Analisa percobaan rangkaian seri RLC arus AC

Rangkaian	F	Vmax	Vmin
RL	50 Hz	144 V	-146 V
RC	50 Hz	340 mV	-340 mV
RLC	50 Hz	188 V	-200 V

3.2 Perhitungan

Dalam menentukan nilai tetapan waktu pada rangkaian RL dan RC dapat dilakukan perhitungan berdasarkan persamaan (4) dan (5) yang telah didapatkan. Adapun perhitungan yang dapat dibuat adalah sebagai berikut.

Diketahui : R = 1000 Ω
 L = 10⁻²H
 C = 33x10⁻¹¹ F

Ditanya : τ pada RL dan RC?

Jawab :

$$\begin{aligned} \tau_{RC} &= R \cdot C \\ \tau_{RC} &= 1000 \cdot 33 \cdot 10^{-11} \\ \tau_{RC} &= 3,3 \cdot 10^{-7} \text{ s} \\ \tau_{RL} &= \frac{L}{R} \\ \tau_{RL} &= \frac{10^{-2}}{1000} \\ \tau_{RL} &= 10^{-5} \text{ s} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan yang telah diperoleh, dapat dimasukkan dalam bentuk tabel. Adapun data selengkapnya dapat ditulis pada tabel 2.

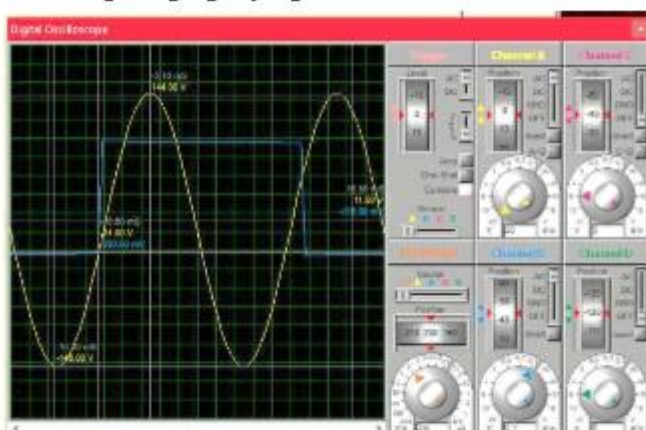
Tabel 2
Perhitungan tetapan waktu rangkaian RL dan RC

Rangkaian	R (Ω)	L (H)	C (F)	τ (s)
RL	1000	10^{-2}	-	10^{-5}
RC	1000	-	33×10^{-11}	$3,3 \cdot 10^{-7}$

3.3 Pembahasan

Percobaan rangkaian seri RLC arus AC pada dasarnya menggunakan prinsip percobaan berupa menganalisa sinyal keluaran yang didapatkan dari osiloskop baik sinyal tegangan dari generator AC maupun masing-masing rangkaian RL, RC, dan RLC. Ketika seluruh rangkaian dianalisa, maka rangkaian-rangkaian tersebut akan memiliki karakteristik masing-masing. Rangkaian RL dapat menyimpan energi dalam bentuk medan magnet, kemudian rangkaian RC dapat menyimpan tegangan listrik yang melewatinya, serta rangkaian RLC yang dapat menyimpan kedua-duanya. Dalam percobaan ini, analisa perlu dilakukan untuk mengetahui sinyal-sinyal rangkaian yang ada.

Sinyal pada arus AC merupakan sinyal listrik yang berbentuk sinusoidal. Artinya pada saat tertentu, tegangan listrik dari arus AC akan berada pada puncaknya dan pada saat tertentu juga, tegangan listrik dari arus AC akan berada pada nilai minimumnya. Hal ini tentunya akan berbeda dengan sinyal pada arus DC yang notabennya berupa garis lurus dengan tegangan yang konstan.



Gambar 10. Sinyal rangkaian RL

Hasil sinyal keluaran yang ditampilkan oleh osiloskop pada rangkaian RL akan berbentuk gelombang yang kotak-kotak seperti pada gambar 10. Terdapat garis vertikal dan horizontal yang saling bersambungan dalam gelombang tersebut. Hal ini dapat terjadi karena dalam rangkaian RL, arus yang melewati induktor akan berjalan begitu saja. Dengan begitu, bentuk sinyal adalah naik turun dengan rapat gelombang yang sebegitu pendek. Sebenarnya, sinyal yang

terbentuk pada rangkaian RL tidak berupa sinyal yang berbentuk kotak namun ketika sinyal berada di tegangan maksimum, sinyal tersebut kemudian akan langsung turun ke tegangan minimumnya. Hal ini dapat digambarkan sebagai sebuah titik yang bergerak naik turun. Dengan waktu yang sebegitu singkatnya, maka harus dilakukan pelebaran sinyal sehingga terbentuklah gelombang kotak.



Gambar 11. Sinyal rangkaian RC

Kemudian untuk rangkaian RC, sinyal yang ditampilkan oleh osiloskop berupa gelombang berbentuk segitiga seperti pada gambar 11. Hal tersebut dapat terjadi karena pada rangkaian RC terdapat kapasitor yang dapat menyimpan tegangan yang melewatinya dan setika pula dapat mengosongkan energi yang telah disimpannya. Ketika kapasitor melakukan proses penyimpanan tegangan, maka gelombang yang terbentuk berupa kenaikan tegangan. Kemudian ketika kapasitor melakukan proses pengosongan tegangan, maka gelombang yang terbentuk berupa penurunan dari tegangan tersebut. Proses pengosongan dan pengisian tegangan merupakan hal dasar dari fungsi suatu kapasitor, dengan begitu, bentuk sinyal yang dihasilkan berupa gelombang naik turun. Sebenarnya, gelombang yang dihasilkan oleh rangkaian RC tidak berupa segitiga seperti pada gambar 11, namun berupa grafik eksponensial keatas ketika melakukan pengisian tegangan dan grafik eksponensial kebawah ketika melakukan pengosongan tegangan. Pada percobaan ini sinyal yang terbentuk berupa segitiga karena gejala waktu dalam rangkaian sangatlah singkat. Artinya, ketika melakukan pengisian tegangan, dibutuhkan waktu yang relatif sangat singkat dan juga ketika pengosongan tegangan, juga dibutuhkan waktu yang relatif singkat. Dengan begitu, apabila dilakukan pelebaran sumbu x yang merupakan fungsi waktu, bentuk sinyal yang teranalisa berbentuk menyerupai segitiga.



Gambar 12. Sinyal rangkaian RLC

Pada percobaan terakhir ketika menggunakan rangkaian RLC, maka hasil sinyal yang ditampilkan oleh osiloskop akan berbentuk gelombang sinusoidal seperti yang ditampilkan pada gambar 12. Hal ini dapat terjadi karena gelombang yang dihasilkan oleh kapasitor dan induktor dari rangkaian tersebut akan saling menghilangkan. Sehingga sinyal yang dapat ditampilkan pada osiloskop merupakan peleburan dari sinyal yang dihasilkan oleh kapasitor, induktor, dan sinyal dari sumber tegangan yang mengalir dari rangkaian tersebut. Terlihat pada gambar 12, sinyal dari rangkaian RLC merupakan bentuk sinyal dari sumber tegangan namun memiliki beda fase sebesar 180° . Beda fase yang dihasilkan dalam rangkaian terjadi karena prinsip kerja dari komponen kapasitor dan induktor itu sendiri.

Dalam percobaan ini juga ditentukan nilai tetapan waktu pada rangkaian RL dan RC. Tetapan waktu sendiri merupakan waktu yang diperlukan oleh rangkaian untuk kembali ke tegangan semula pada arus AC. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, besarnya tetapan waktu pada masing-masing rangkaian sangatlah kecil. Untuk rangkaian RL sendiri dalam percobaan ini mempunyai tetapan waktu sebesar 10^{-5} detik. Sedangkan pada rangkaian RC dipercobaan ini, tetapan waktu yang ada sebesar $3,3 \cdot 10^{-7}$ detik. Sebegitu kecil tetapan waktu yang ada dalam percobaan ini akan mengakibatkan pada bentuk sinyal yang ditampilkan oleh osiloskop yang telah dibahas pada paragraf sebelumnya.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil percobaan yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan bahwa bentuk sinyal dari arus AC merupakan berbentuk gelombang sinusoidal. Kemudian bentuk sinyal dari masing-masing rangkaian, untuk rangkaian RL berbentuk gelombang kotak berupa garis vertikal dan horizontal yang saling terhubung, untuk RC berupa gelombang yang berbentuk grafik eksponensial keatas dan eksponensial kebawah yang saling terhubung, serta pada rangkaian RLC berupa gelombang sinusoidal. Selanjutnya, untuk nilai tetapan waktu pada rangkaian RL bernilai sebesar 10^{-5} s dan pada rangkaian RC bernilai sebesar $3,3 \cdot 10^{-7}$ s.

UCAPAN TERIMAKASIH

Saya selaku penulis laporan ini dan praktikan dari percobaan rangkaian seri RLC arus AC mengucapkan terimakasih kepada segenap asisten laboratorium elektronika. Terimakasih saya sampaikan kepada saudara Bramantya Ramadhani sebagai asisten laboratorium dari percobaan rangkaian seri RLC arus AC. Ucapan terimakasih saya sampaikan kepada rekan-rekan dan semua pihak yang terkait dalam praktikum rangkaian seri RLC arus AC baik saat melakukan percobaan serta dalam melakukan penyusunan laporan percobaan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tipler A P. "Fisika Untuk Sains dan Teknik". Jakarta : Erlangga (1998)
- [2] Grob B. "Basic Electronics". New York : McGraw-Hill, Inc (1997)
- [3] Alexander C K, Sadiku M N O. "Fundamental of Electric Circuits". New York : Mc Graw-Hill, Inc (2013)

LAMPIRAN

Adapun lampiran yang dapat ditulis merupakan tugas tambahan yang telah diberikan. Adapun tugas tambahan tersebut adalah sebagai berikut.

Soal :

Tuliskan kegunaan rangkaian RLC dalam kehidupan sehari-hari.

Jawab:

Rangkaian RLC merupakan rangkaian elektronika yang terdiri dari komponen utama berupa kapasitor, induktor, dan resistor. Dalam kehidupan sehari-hari, ketiga komponen tersebut banyak dipakai dalam berbagai alat-alat elektronika, semisal radio dan televisi. Dengan begitu, dapat disimpulkan bahwa rangkaian RLC memiliki kegunaan yang sangat berarti pada berbagai komponen elektronika semisal radio dan tv dalam mentransmisikan data serta proses pada peralatan elektronika tersebut.