

Pengembangan Laboratorium Virtual Rangkaian RLC Seri berbasis LabVIEW untuk Pembelajaran Fisika SMA

Kurnia Risca Maulinda, Ishafit

Pendidikan Fisika Universitas Ahmad Dahlan

Jalan Prof. Dr. Soepomo, S.H., Umbulharjo, Daerah Istimewa Yogyakarta 55164, Indonesia

Surat-e: 09risca.maulinda@gmail.com

Rangkaian RLC seri merupakan salah satu topik penting pada materi pelajaran listrik arus bolak-balik. Dalam topik ini terdapat fenomena resonansi rangkaian RLC, yang secara eksperimental memerlukan perangkat eksperimen cukup kompleks, sehingga tidak mudah untuk divisualisasikan fenomenanya dalam proses pembelajaran. Pada penelitian ini telah dikembangkan laboratorium virtual rangkaian RLC seri berbasis LabVIEW yang dapat digunakan untuk kegiatan eksperimen simulasi dalam mempelajari fenomena resonansi rangkaian listrik. Menggunakan prosedur penelitian dan pengembangan, laboratorium virtual rangkaian RLC seri telah diujicobakan dan divalidasi. Hasil validasi masuk dalam kategori sangat baik, sehingga laboratorium virtual RLC seri layak untuk digunakan dalam pembelajaran fisika SMA.

Series RLC circuit is one of the important topics on the subject of the AC electric current. In this topic there is a resonance phenomenon of RLC circuit, which experimentally requires a fairly complex experimental device, so it is not easy to visualize the phenomenon in the learning process. In this research has been developed a virtual laboratory series RLC circuit based on LabVIEW which can be used for simulation experiment in studying phenomenon of resonance of electrical circuit. Using research and development procedures, the virtual laboratory series RLC circuit has been tested and validated. The validation results fall into very good categories, so the RLC virtual laboratory is feasible for use in high school physics learning.

Kata kunci: rangkaian RLC Seri, LabVIEW, Laboratorium Virtual, eksperimen.

I. Pendahuluan

Pembelajaran Fisika tidak hanya sekumpulan fakta, konsep teori, tetapi terdapat juga suatu proses ilmiah yang harus dikembangkan kepada peserta didik agar pengalaman yang bermakna dapat digunakan sebagai bekal perkembangan diri selanjutnya. Bagian terpenting dari hubungan teori dan percobaan adalah mempelajari bagaimana cara mengaplikasikan prinsip-prinsip fisika pada persoalan praktis [1]. Materi fisika yang banyak diaplikasikan dalam persoalan praktis salah satunya adalah materi kelistrikan, seperti listrik arus bolak-balik. Penerapan listrik arus bolak-balik banyak dijumpai dalam kehidupan sehari-hari seperti beroperasinya radio, televisi, motor listrik, komputer, akselerator berenergi tinggi dan perangkat elektronik lainnya.

Dalam materi listrik arus bolak-balik, salah satu topik penting yang diajarkan dan memerlukan pembelajaran melalui eksperimen adalah rangkaian RLC

seri, yang di dalamnya ada gejala resonansi. Untuk melaksanakan pembelajaran eksperimen seringkali dihadapkan pada salah satu masalah yaitu tidak semua sekolah mempunyai fasilitas untuk menunjang eksperimen listrik arus bolak-balik rangkaian RLC. Jika memang ada sekolah yang memiliki fasilitas untuk menunjang eksperimen arus bolak-balik rangkaian RLC, penunjang utama eksperimen yaitu komponen papan sirkuit elektronik atau biasa disebut dengan *breadboard* ada dalam keadaan rusak. Komponen pendukung untuk eksperimen kelistrikan berupa resistor, induktor, dan kapasitor juga jarang dimiliki sekolah sebagai bahan eksperimen.

Untuk mengatasi masalah tersebut diatas, saat ini teknologi informasi berkembang sangat pesat. Perkembangan teknologi sebagai media pembelajaran yang saat ini banyak digunakan adalah media peraga berbasis simulasi komputer. LabVIEW adalah sebuah perangkat

lunak pemrograman dengan fitur yang memungkinkan untuk dikembangkan dalam pembelajaran.

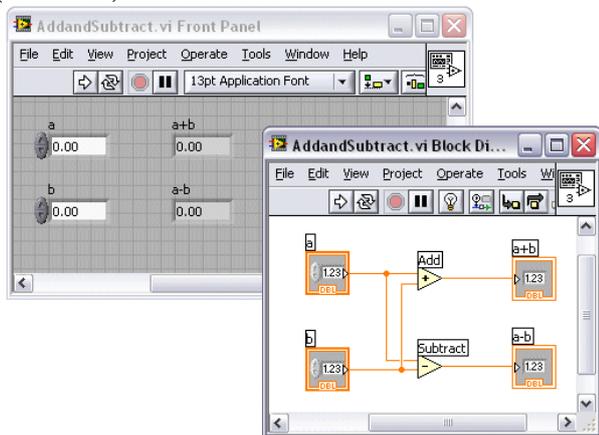
Dari uraian tersebut di atas, dengan kendala utama keterbatasan sarana eksperimen diharapkan adanya LabVIEW dapat memberikan pemecahan dalam pembelajaran dan eksperimen listrik arus bolak-balik pada rangkaian RLC seri. Untuk itu akan dikembangkan aplikasi laboratorium virtual berbasis LabVIEW pada pembelajaran rangkaian RLC seri.

II. Kajian Pustaka

LabVIEW

LabVIEW adalah sebuah *software* pemrograman yang diproduksi oleh *National Instrument* dengan konsep yang berbeda dari bahasa pemrograman lainnya seperti C++, Matlab atau Visual Basic. LabVIEW juga mempunyai fungsi dan peranan yang sama, perbedaannya bahwa LabVIEW menggunakan bahasa pemrograman berbasis grafis atau *block diagram*, sementara bahasa pemrograman lainnya menggunakan basis teks [2].

Pada LabVIEW, pengguna pertama-tama membuat *user interface* atau front panel dengan menggunakan kontrol dan indikator, yang dimaksud dengan kontrol adalah knobs, push buttons, dials dan peralatan input sedangkan yang dimaksud dengan indikator adalah *graphs*, LED dan peralatan display. Setelah menyusun user interface, pengguna menyusun block diagram yang berisi kode-kode VI untuk mengontrol front panel (Gambar 1).



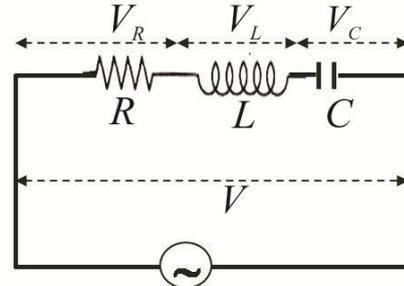
Gambar 1. LabVIEW front panel dan block diagram [3]

Rangkaian RLC

Rangkaian listrik adalah suatu kumpulan element atau komponen listrik yang saling dihubungkan dengan cara-cara tertentu dan yang paling sedikit mempunyai satu lintasan tertutup. Pada rangkaian listrik tersusun oleh rangkaian pasif maupun rangkaian aktif. Keberadaan dua komponen pasif induktor dan kapasitor dalam rangkaian

listrik secara bersamaan yakni rangkaian RLC akan menghasilkan sebuah sistem diferensial [4].

Rangkaian RLC adalah suatu rangkaian listrik yang terdiri atas komponen resistor (R), induktor (L), dan kapasitor (C) yang tersusun secara seri maupun paralel. Konfigurasi ini membentuk suatu sistem osilator harmonik. Rangkaian RLC yang ditunjukkan pada gambar 2 dibawah ini sering disebut rangkaian penala(tuner) pada rangkaian resonansi.



Gambar 2. Rangkaian RLC Seri

Untuk rangkaian RLC seri yang menggunakan arus AC yang terdiri atas elemen-elemen rangkaian dan sumber arus yang menghasilkan tegangan bolak-balik V . Tegangan yang berubah sesuai dengan waktu dapat diuraikan menjadi:

$$v = V_{\text{maks}} \sin(\omega t) \quad (1)$$

dengan frekuensi sudut dari tegangan AC adalah

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} \quad (2)$$

Untuk suatu tegangan sinusoidal, arus dalam suatu resistor selalu sefase dengan tegangan pada resistor tersebut maka :

$$V_R = I_{\text{maks}} R \sin \omega t = V_{\text{maks}} \sin \omega t \quad (3)$$

Untuk suatu tegangan sinusoidal, arus pada induktor selalu tertinggal 90° di belakang tegangan pada induktor

$$V_L = I_{\text{maks}} X_L \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) = V_L \cos \omega t \quad (4)$$

Untuk sebuah tegangan sinusoidal, maka arus selalu mendahului tegangan pada kapasitor sebesar 90° .

$$V_C = I_{\text{maks}} X_C \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) = V_C \cos \omega t \quad (5)$$

Besarnya tegangan jepit pada rangkaian RLC seri dapat dicari dengan menjumlahkan fasor V_R , V_L , dan V_C menjadi :

$$V_{\text{maks}} = \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2} = I_{\text{maks}} \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \quad (6)$$

dengan:

V = tegangan total jepit pada rangkaian RLC (volt)

V_R = tegangan pada hambatan (volt)

V_L = tegangan pada induktor (volt)
 V_C = tegangan pada kapasitor (volt)

Pada diagram fasor terdapat beda fase antara tegangan dan arus sebesar θ dengan :

$$\tan \theta = \frac{V_L - V_C}{V_R} \quad (7)$$

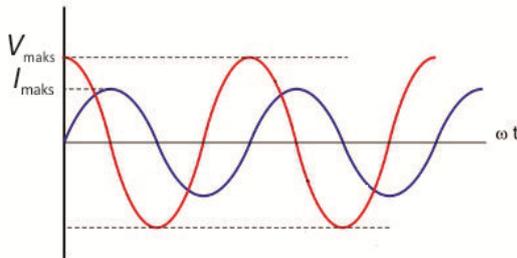
Efek hambatan total yang dilakukan oleh resistor R , induktor, dan kapasitor dalam rangkaian arus bolak-balik dapat digantikan sebuah hambatan pengganti, sehingga disebut dengan impedansi Z .

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \quad (8)$$

Ada tiga kemungkinan sifat rangkaian yang data terjadi pada rangkaian seri RLC.

a. Pertama, reaktansi induktif rangkaian lebih besar dari pada reaktansi kapasitif rangkaian: $X_L > X_C$ sehingga $\tan \theta = \frac{V_L - V_C}{V_R}$ bernilai positif, atau sudut fase bernilai

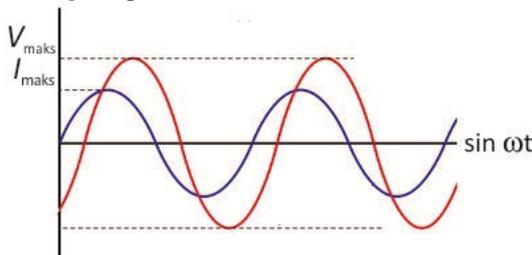
positif. Dalam kasus ini, tegangan mendahului arus dan rangkaian disebut bersifat induktif. Grafik kuat arus i dan tegangan v yang bersifat induktif ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Grafik kuat arus i dan tegangan v yang bersifat induktif

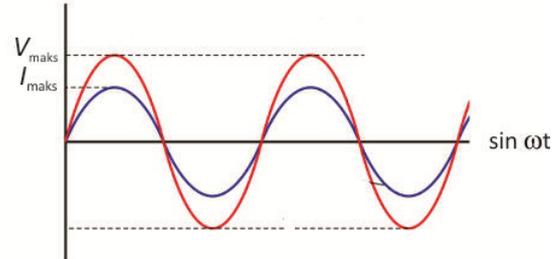
b. Kedua, reaktansi induktif rangkaian lebih kecil dari pada reaktansi kapasitif rangkaian: $X_L < X_C$ sehingga $\tan \theta = \frac{V_L - V_C}{V_R}$ bernilai negatif, atau sudut fase bernilai

negatif. Dalam kasus ini, tegangan terlambat terhadap arus dan rangkaian disebut bersifat kapasitif. Gambar dalam grafik yang muncul pada rangkaian dengan sifat kapasitif ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Grafik kuat arus i dan tegangan v yang bersifat kapasitif

c. Ketiga, reaktansi induktif rangkaian sama dengan reaktansi kapasitif rangkaian: $X_L = X_C$ sudut fase θ , bernilai nol, dan impedansi rangkaian sama dengan hambatan rangkaian: $Z = R$. Dalam kasus ini tegangan sefase dengan arus, dan rangkaian disebut bersifat resistif. Gambar dalam grafik yang muncul pada rangkaian dengan sifat kapasitif ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Grafik kuat arus i dan tegangan v yang bersifat resistif [5].

Rangkaian seri RLC dikatakan berada dalam resonansi ketika arus mencapai nilai maksimum. Arus yang mengalir pada rangkaian RLC pada keadaan Resonansi ditulis dengan persamaan $I = \frac{V}{Z}$ sehingga:

$$I = \frac{V}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}} \quad (9)$$

oleh karena impedansi bergantung pada frekuensi sumber, maka arus dalam rangkaian RLC juga bergantung pada frekuensi sumber, dengan $\omega_0 = X_L - X_C$ disebut frekuensi resonansi rangkaian sehingga :

$$\omega_r = \sqrt{\frac{1}{LC}} \quad (10)$$

$$f_r = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{LC}} \quad (11)$$

dengan f_r = frekuensi resonansi (Hz),

ω_r = frekuensi sudut resonansi (rad/s),

L = Induktansi Induktor (H),

C = kapaitas kapasior (F) [1].

III. Metode Penelitian

Pengembangan multimedia pembelajaran interaktif ini merupakan jenis penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) yaitu 1) potensi dan masalah, 2) pengumpulan informasi, 3) desain produk, 4) revisi desain, 5) validasi desain, 6) validasi produk, 7) revisi I produk, 8) uji pengguna. Media yang dihasilkan diuji tingkat kelayakannya dengan melakukan validasi dan uji penggunaan dengan penilaian angket [6].

Validasi multimedia ini dilakukan dengan menggunakan instrumen berupa angket. untuk

mendapatkan nilai kelayakan dari multimedia ini maka dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut

$$p = \frac{S}{N} \times 100\% \quad (12)$$

dengan: P = tingkat kelayakan program (%)
 S = jumlah skor total yang diperoleh
 N = jumlah skor total maksimum.

IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Potensi dan Masalah

Hasil identifikasi potensi dan masalah yang terjadi di sekolah adalah tidak semua sekolah memiliki laboratorium fisika untuk menunjang pembelajaran listrik rangkaian RLC Seri yang tergolong abstrak, akan tetapi sekolah memiliki laboratorium komputer. Dengan laboratorium komputer didukung oleh teknologi yang semakin canggih dan *software* yang menawarkan fitur pengembangan simulasi.

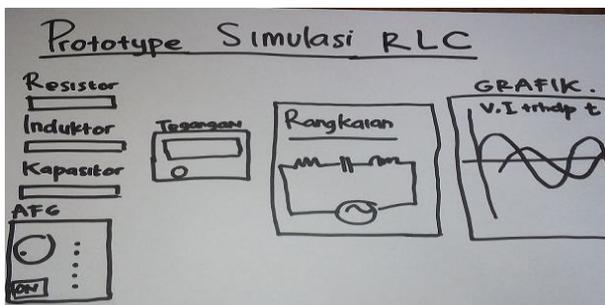
Pengumpulan Informasi

1. Analisis Kebutuhan
 dibutuhkan suatu media alternatif penunjang eksperimen bagi siswa dan guru sebagai pengganti kegiatan laboratorium.
2. Analisis Kurikulum
 Mengacu pada silabus kurikulum 2006 (KTSP). SK dan KD pokok bahasan arus listrik bolak-balik ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. SK dan KD pokok bahasan arus bolak-balik

Standar Kompetensi
Menerapkan konsep kelistrikan dalam berbagai penyelesaian masalah teknologi
Kompetensi Dasar
Memformulasikan konsep arus bolak-balik serta penerapannya

Desain Produk



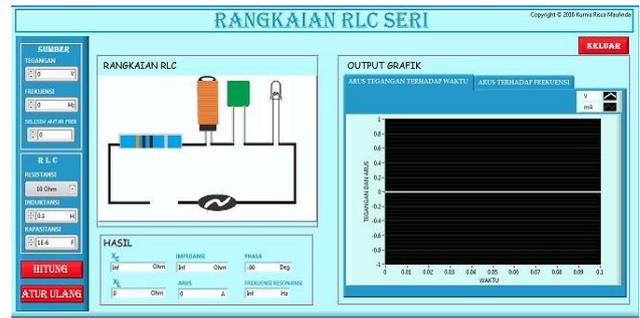
Gambar 6. Desain Awal Produk

Gambar 6 di atas adalah tampilan desain awal produk. Terdapat beberapa panel pada desain tampilan utama

eksperimen Rangkaian RLC Seri, diantaranya adalah sumber tegangan, sumber frekuensi, resistor, induktor, kapasitor, rangkaian RLC, dan grafik.

Revisi Desain

Dari hasil desain awal produk dikonsultasikan kepada dosen pembimbing dan diberikan beberapa saran seperti : menambahkan satu tab untuk simulasi frekuensi resonansi, menambahkan control berupa selisih antar frekuensi, menambahkan grafik untuk simulasi frekuensi resonansi, menambahkan hasil untuk XC, XL, impedansi, arus, fasa, dan frekuensi resonansi. Gambar Desain yang elah di revisi ditunjukkan oleh gambar 7.



Gambar 7. Tampilan desain produk

Validasi Desain

Setelah produk direvisi kemudian desain produk di validasi dan termasuk dalam kategori baik.

Validasi Produk

Validasi dilakukan untuk mendapatkan penilaian, saran, dan kritik dari ahli sehingga dapat diketahui tingkat kelayakan produk untuk digunakan sebagai pengganti eksperimen pada pembelajaran rangkaian RLC Seri. Angket diberikan kepada 2 validator yaitu validator untuk media dan validator untuk materi. Validator media terdiri dari dua dosen sedangkan validator materi terdiri dari satu dosen dan satu guru mata pelajaran fisika kelas XII. Didapatkan hasil validitas media dan materi berturut-turut 84.63%, 87.50% dan termasuk dalam kategori baik.

Revisi Produk

Komentar dan saran yang diberikan para validator terhadap media laboratorium virtual eksperimen rangkaian RLC Seri ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Kritik dan saran

Kritik dan Saran

1. Gambar diperbesar selebar layar tulisan,
2. Tulisan copyright diletakkan dipinggir,
3. Tambahkan narasi untuk video tutorial,

Kritik dan Saran

4. Output Grafik satuannya disesuaikan letaknya dan waktu diberi satuan
5. Petunjuk “diunduh” di blog dipertebal/diperjelas

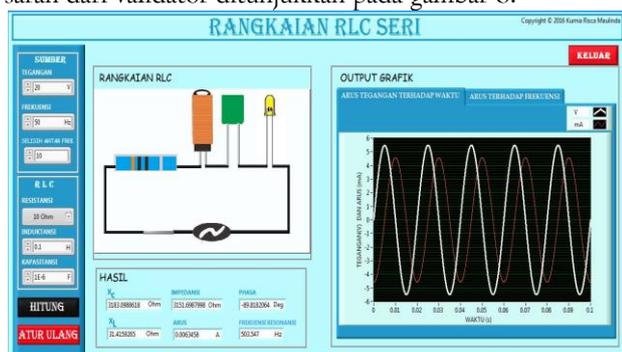
Komentar dan saran yang diberikan para validator terhadap materi laboratorium virtual eksperimen rangkaian RLC Seri ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Komentar dan saran dari validator materi

Kritik dan Saran

1. Sejauh ini yang sudah saya periksa medianya, saya tidak menemukan adanya salah konsep dalam media tersebut.
2. Media simulasi Rangkaian RLC Seri sangat membantu siswa dalam memahami materi rangkaian arus bolak-balik, karena selama ini siswa tidak dapat melihat langsung dan mencoba dengan variabel-variabel berbeda.

Produk yang telah direvisi oleh pengembang media atas saran dari validator ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 8. Tampilan akhir produk

Uji Pengguna

Produk media yang telah divalidasi, kemudian diuji cobakan kepada siswa. Sampel pengguna adalah 10 siswa kelas XII. Dan didapatkan hasil uji pengguna sebesar 82,75% dan termasuk dalam kategori baik.

V. Kesimpulan

Laboratorium virtual rangkaian *RLC* seri berbasis LabVIEW dengan panduan berbasis Blog layak digunakan untuk menunjang pembelajaran dengan nilai kelayakan ahli media sebesar 84,63%, ahli materi sebesar 87,50% termasuk dalam kategori baik. Laboratorium virtual rangkaian *RLC* seri berbasis LabVIEW dengan panduan berbasis Blog untuk pembelajaran Rangkaian *RLC* Seri layak digunakan untuk menunjang pembelajaran dengan nilai respon uji pengguna sebesar 82,75% yang termasuk dalam kategori baik.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih peneliti haturkan kepada Allah Subhanahu Wata'ala, orang tua, tim Laboratorium Teknologi Pembelajaran Sains (LTPS) Universitas Ahmad Dahlan, dan teman-teman pendidikan fisika yang telah ikut membantu membimbing dan memberi semangat sehingga penelitian yang dilakukan ini dapat terselesaikan.

Kepustakaan

- [1] Young, H., & Freedman, R. Fisika Universitas edisi kesepuluh jilid I Jakarta Erlangga, 2003.
- [2] _____. LabVIEW Course: LabVIEW Programming Basic One. Jakarta, Politeknik Negeri Jakarta, 2010.
- [3] <http://zone.ni.com/reference/en-XX/help/371361H-01/lvconcepts/blockdiagram/>
- [4] Murjannah, W. S. dan Prihanto, A. Implementasi Rangkaian RLC Dengan Metode Runge Kutta Rode 4, . 2013. Website <http://ejournal.unesa.ac.id/index.php/inovasi-fisika-indonesia/article/view/I413> diunduh 11 Maret 2016.
- [5] Tim Kreatif Fisika. Fisika SMA/MA. Jakarta, Bumi Aksara, 2009
- [6] Sugiyono. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D. Bandung, Alfabeta, 2012