PENYELESAIAN RANGKAIAN LISTRIK RLC MENGGUNAKAN METODE RUNGE KUTTA DAN EULER

Indah permata sari[1], Nurhamidah[2]

[1,2]Fakultas ilmu tarbiyah dan keguruan, Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang

E-mail: ipermatas910@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan teknologi (khususnya komputer) telah membuat ilmu fisik mengalami kemajuan yang pesat,maka fisika komputasi mengkaji masalah fisika berdasarkan hasil tinjauan komputasi numerik.Komputasi mampu memberikan ramalan akurat terhadap beberapa masalah fisika, sehingga fisika komputasi tidak lagi hanya sekedar alat visualisasi atau simulas proses fisis agar nampak sederhana. Rangkaian RLC merupakan rangkaian yang dihubungkan secara pararel ataupun seri. Rangkaian tersebut harus terdiri dari kapasitor, induktor dan resistor. Kemampuan komputasi yang meliputi kemampuan menyederhanakan permasalahan yang kompleks, pengenalan pola dalam menyelesaikan permasalahan serta mengeneralisasi pola tersebut untuk meyelesaikan masalah dalam lingkup besar. Oleh karena itu kegiatan ini bertujuan untuk meningkatkan kompetensi komputasi fisika mahasiswa fisika. Metode dari Percobaan adalah Runge Kutta 4 masukkan nilai h = 0,1 , t=0 , y =5 , z=10, dilakukan satu kali perhitungan rekursif dengan menggunakan satu buah ukuran langkah yang pertama h = 0,1 t=0, y =5 , z=10 dan sampai dengan 20.untuk Metode Euler.Besarnya waktu dihitung dari t = 0 sampai t = 2 ,selanjutnya, mencari y , z , y' serta z'.Didapatkan bahwa pada iterasi ke-1 menurut numerik (euler) adalah 6,009589 perhitungan secara terhadap metode Runge-Kutta adalah 5,509589 Pada iterasi ke-20 menurut numerik (euler) posisi beban adalah 25,05208 dan terhadap metode Runge-Kutta posisi benda adalah 11,77937.

***Kata Kunci: Rangkaian RLC , Euler, Runge Kutta*.**

ABSTRACT

Technological developments (computer skills)have made fac science experience rapid progress.So computational physics multiplies physics problem based on the results of a numerical computation review.Looks simple RLC circuit is a rod that is connected in parallel or in series.The circuit must consist of a capacitor ,inductor and resistor. Computational abilities which include the ability to simplify complex problems,recognize patterns in solving problems and generalize these patterns to solve problems in large scope.Therefore this activity aims to improve the computational competence of physics students of physics.The method of the experiment is Runge kutta 4 enter value h=0,1,10 y=5,z=10 and up to 20 for the Euler Large Merthod time is calculated from t=0 to t=2 then find y,z,y' and z' it is found that in the 1 st iteration according to the numerical (euler) is 6.009589 the calculation using the Runge-kutta method is 5.5090589 the 20th iteration according to the numerical (euler) *position of the load is 25.05208 and to the Rungge-kutta method the position of the object is 11.77937.*

Keywords: RlC, Circuits, Euler, and Runge Kutta

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi (khususnya komputer) telah membuat ilmu fisik mengalami kemajuan yang pesat. Kalau sebelumnya dikenal fisika teori yang mengkaji fisika berdasarkan analisis matematis analitik dan fisika eksperimen yang berlandaskan pada interpretasi hasil-hasil pengukuran besaran fisis, maka fisika komputasi mengkaji masalah fisika berdasarkan hasil tinjauan komputasi numerik.Komputasi mampu memberikan ramalan akurat terhadap beberapa masalah fisika, sehingga fisika komputasi tidak lagi hanya sekedar alat visualisasi atau simulas proses fisis agar nampak sederhana. Nobel fisika untuk K.G. Wilson dalam teor fenomena kritis (critical phenomena) memantapkan fisika komputasi sebaga pendekatan ketiga (selain fisika teori dan fisika eksperimen) dalam mempelajari fisika Terutama dengan meningkatnya kemampuan komputer, maka komputasi mampu memberikan hasil yang tidak berbeda dari cara analitik.

Persamaan lain yang merupakan persamaan diferensial orde dua ialah persamaan rangkaian RLC. Rangkaian RLC banyak digunakan antara lain sebagai model yang sesuai untuk bagian-bagian jaringan komunikasi dan desain filter. Rangkaian-rangkaian RLC yang mempunyai konfigurasi sama tetapi memiliki harga elemen yang berbeda akan menghasilkan tanggapan yang berbeda. Hal ini membuat analisis rangkaian RLC menjadi sukar. Kemampuan komputasi yang meliputi kemampuan menyederhanakan permasalahan yang kompleks, pengenalan pola dalam menyelesaikan permasalahan serta mengeneralisasi pola tersebut untuk meyelesaikan masalah dalam lingkup besar. Oleh karena itu kegiatan ini bertujuan untuk meningkatkan kompetensi komputasi fisika dan kimia mahasiswa fisika.

Rangkaian RLC merupakan rangkaian yang dihubungkan secara pararel ataupun seri. Rangkaian tersebut harus terdiri dari kapasitor, induktor dan resistor. Sesuai dengan namanya, susunan seri RLC merupakan susunan yang terdiri dari sebuah resistor (R), induktor (L), dan kapasitor (C) yang disusun secara seri dan dihubungkan dengan sumber tegangan. Karena terdiri dari tiga komponen, maka besar hambatan juga berasal dari ketiga komponen tersebut. Hambatan yang dihasilkan resistor disebut sebagai resistansi, hambatan yang dihasilkan oleh induktor biasa disebut reaktansi induktif yang disimbolkan dengan XL, sedangkan hambatan yang dihasilkan oleh kapasitor disebut raktansi kapasitif yang sering disimbolkan dengan XC. Besar hambatan gabungan yang dihasilkan dalam rangkaian seri RLC disebut hambatan total atau impedansi.(Yudandi, 2017).

Metode Numerik yang banyak dipakai dalam menyelesaikan persamaan diferensial adalah metode Range-Kutta hal ini dikarenakan metode ini mempunyai presisi yang cukup tinggi. Metode numerikmerupakan metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan persamaan diferensial dengan menggunakan bantuan komputer sebagai alat hitungnya. Salah satu metode numerik yang digunakan untuk mendekati nilai eksak dari permasalahan persamaan diferensial adalahmetode Runge Kutta.(Singgih, 2015)

Menurut Sasongko (2010), Metode Runge Kutta adalah suatu metode numerik yang digunakan untuk menyelesaikan persamaan diferensial biasa dengan ketelitian yang cukup tinggi. Metode ini sangat umum digunakan untuk menyelesaikan bentuk persamaan diferensial biasa, baik linier maupun nonlinear dengan permasalahan kondisi awal. Dalam hal ini, Metode Runge Kutta digunakan untuk menyelesaikan suatu model matematika pada radang akut yang telah dimodelkan dalam bentuk persamaan diferensial.

Metode Euler merupakan metode numeris yang sering digunakan dalam menyelesaikan masalah nilai awal. Metode Euler diperoleh dengan men-guraikan suatu fungsi ke dalam deret Taylor sampai dua suku awal. Metode ini mempunyai tingkat keakuratan satu.
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh perbandingan dengan menggunakan meetode runge-kutta dan metode euler.

METODE

Penelitian ini diawali dengan studi literatur mengenai metode Runge-Kutta orde 4 untuk menyelesaikan persamaan diferensial orde dua, dilanjutkan dengan penyelesaian beberapa rangkaian RLC (seri dan paralel) tanpa sumber baik secara runge kutta maupun metode euler untuk mengetahui tanggapan alaminya. Kemudian, dilakukan perancangan program dan uji coba program tersebut untuk beberapa rangkaian RLC sehingga dapat diketahui tanggapan alami dari masing-masing rangkaian.

1. Metode Runge Kutta 4

Adapun prosedur percobaan dari Metode Runge Kutta 4 sebagai berikut :
Masukkan nilai h = 0,1 , t=0 , y =5 , z=10, Dilakukan satu kali perhitungan rekursif dengan menggunakan satu buah ukuran langkah yang pertama h = 0,1 t=0, y =5 , z=10 dan sampai dengan 20 Langkah untuk Runge Kutta 4.,Besarnya waktu dihitung dari t = 0 sampai t = 2 , Selanjutnya,Mencari k1,k2,k3,k4 serta l1,l2,l3,l4 kemudian didapatkan y' dan z' serta mendapatkan eror(y) dan eror(z) dengan rumus yang ditentukan.,Terakhir,setelah mendapatkan iterasi sampai 2 dan telah mendapatkan semuanya dapat ditarik sampai iterasi 20,lalu dapat dibuatkan grafiknya.

$$y = y_i + \frac{1}{6}(K_1 + 2K_2 + 2K_3 + K_4) \;\ldots\ldots(1)$$

$$Z = z + \frac{1}{6}(l_1 + 2l_2 + 2l_3 + l_4) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

2. Metode Euler

Adapun prosedur percobaan dari Metode Euler sebagai berikut:, Masukkan nilai h = 0,1 , t=0 , y =5 , z=10 , g=2 , E=5, Dilakukan satu kali perhitungan rekursif dengan menggunakan satu buah ukuran langkah yang pertama h = 0,1 t=0 , y =5 , z=10 dan dengan 20 jumlah Langkah untuk Metode Euler.,Besarnya waktu dihitung dari t = 0 sampai t = 2 ,Selanjutnya, Mencari y , z , y' serta z' dengan rumus yang ditentukan,Terakhir,setelah mendapatkan iterasi sampai 2 dan telah mendapatkan semuanya dapat ditarik sampai iterasi 20,lalu dapat dibuatkan grafiknya.

Perhitungan dengan metode Euler untuk iterasi ke-1, dengan t_0=0 , y_0=5 , z_0=10 adalah sebagai berikut:

Y=5

Z=10

y' =y

Perhitungan dengan metode Euler untuk iterasi ke-2 , dengan t_0=0 , y_0=5 , z_0=10 adalah sebagai berikut:

$z = y' + (h * z')$

$y = y + (h * z)$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyelesaian rangkaian listrik rlc menggunakan metode runge kutta

Kasus 1 : sebuah rangkaian rlc dihubungkan secara seri memiliki R = 4 ohm , C =1/5 farad , L = 1 henry. Pada saat t=0 kuat arus I (0)=2 ampere dan tegangan pada kapasitor $E_c(0) = 5\ volt$ tentukan tegangan kapasitor $E_c(t)\ untuk$ waktu 0 ≤ t ≤ 2 detik.

Penyelesaian

Berdasarkan persamaan diferensial orde 2

$$\frac{1}{5}\frac{d^2E_c}{dt^2} + \frac{4}{5}\frac{dE_c}{dt} + E_c = 12$$

Dengan I (0) = 2 ampere dan E_c(0) = 5 volt karena I = $I_c = C.\frac{dE_c}{dt}$, maka $E'_c(0) = 10$.

Sehinga dimodelkan persamaan diferensial tingkat dua

$\frac{d^2E_c}{dt^2} + 4\frac{dy}{dt} + 5E_c = 60$

Misalkan $E_c = y$

Maka dapat ditulis:

$$\frac{ay}{dt^2} = \frac{4dy}{dt} + 5y - 60 = 0 \dots\dots\dots\dots.(10)$$

Karena persamaan diferensial biasa berorde-2 jadi diubah menjadi persamaan diferensial orde-1.

Misal: $\frac{ay}{dt} = y' = z$

$$\frac{d^2y}{dt^2} = y'' = z'$$

Diperoleh: $y'' + 4y + 5y - 60 = 0$

$$z' = -4z - 5y + 60$$

Sehingga diperoleh 2 persamaan baru masing-masing orde pertama:

$$y' = z\ dan\ z' = 60 - 5y - 4z \dots\dots..(11)$$

Dengan $E_c(0) = y(0) = 5\ dan\ E_c(0) = y'(0) = z(0) = 10$

Perhitungan dengan metode Runge kutta orde 4 untuk iterasi ke-1, dengan t_0=0 , y_0=5 , z_0=10 adalah sebagai berikut:

$$k1 = hf(t_{0\,,}y_{0,}z_0)$$

$$\text{I1} = hf(t_{0\,,}y_{0,}z_0)$$

$$k2 = hf(z_0 + \frac{1}{2}l1)$$

$$\text{l2} = hf(60 - 5(y0) + \tfrac{1}{2}(k1) - 4(z0) + \tfrac{1}{2}(l1))$$

$$\text{K3} = hf(z_0 + \tfrac{1}{2}l2)$$

$$\text{l3} = hf(60 - 5(y0) + \tfrac{1}{2}(k2) - 4(z0) + \tfrac{1}{2}(l2))$$

$$\text{K4} = hf(z_0 + l3)$$

$$l4 = hf(60 - 5(y0) + (k3) - 4(z0) + (l3))$$

Rumus iterasi-1 Runge kutta orde 4

$$y = y_i + \frac{1}{6}(K_1 + 2K_2 + 2K_3 + K_4)$$

y'=y

$$Z = z + \frac{1}{6}(l_1 + 2l_2 + 2l_3 + l_4)$$

Z'=z

Eror(y)=y-y'

Eror(z)=z-z'

Perhitungan dengan metode Euler untuk iterasi ke-1, dengan $t_0=0$, $y_0=5$, $z_0=10$ adalah sebagai berikut:

Y=5

Z=10

y' =y

z' = -sin(y)

$$z' = -\sin(5)$$

Perhitungan dengan metode Euler untuk iterasi ke-2 , dengan $t_0=0$, $y_0=5$, $z_0=10$ adalah sebagai berikut:

$$z = y' + (h * z')$$

$$y = y + (h * z)$$

Solusi dari persamaan adalah nilai y_0 sampai y_{20} yang merupakan nilai $E_c(t)$dimana $0 \le t \le 2$ dengan Langkah 0,1

Solusi analitik persamaan (10) adalah.

$y(t) = E_c(t) = 12 - 4e^{-2t}\sin(t) - 7e^{-2t}\cos(t)$ Perbandingan solusi persamaan (10) secara numerik dananalitik serta galat dari kedua solusi diberikan oleh tabel berikut.

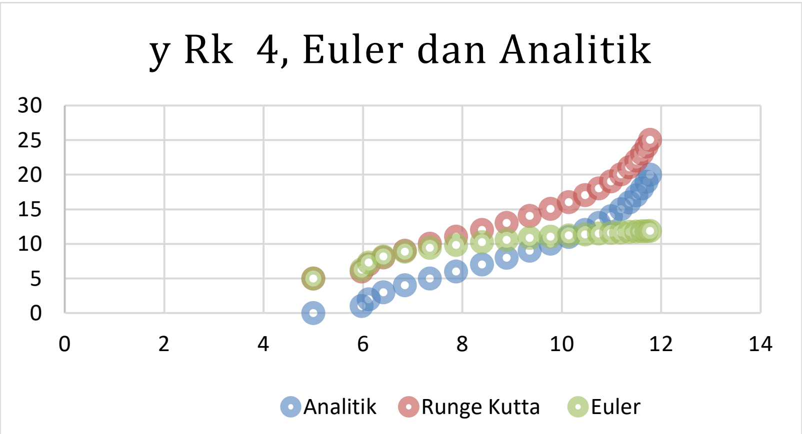
Tabel 1. *Nilai perbandingan metode Ruge kutta orde empat ,Metode Euler dan Analitik*

Iterasi	Waktu	Y Euler	Y Rk 4	Analitik	Galat Euler & Analitik	Galat Rk 4 & Analitik
0	0	5	5	5	0	0
1	0,1	6,009589	5,970604	6,26318	0,253591	0,292576
2	0,2	7,02188	6,112589	7,29843	0,27655	1,85841
3	0,3	8,027438	6,41393	8,14688	0,119442	1,73295
4	0,4	9,023146	6,845795	8,84223	0,180916	1,996435
5	0,5	10,01495	7,345795	9,4121	0,60285	2,066305
6	0,6	11,01231	7,872375	9,85461	1,1577	1,982235
7	0,7	12,01967	8,394745	10,26189	1,75778	1,867145
8	0,8	13,03223	8,892856	10,57559	2,45664	1,682734

9	0,9	14,0403	9,354263	10,83267	3,20763	1,478407
10	1	15,03842	9,772131	11,04335	3,99507	1,271219
11	1,1	16,03033	10,14366	11,21601	4,81432	1,07235
12	1,2	17,02541	10,46889	11,35751	5,6679	0,88862
13	1,3	18,03016	10,74973	11,47348	6,55668	0,72375
14	1,4	19,04223	10,9893	11,56851	7,47372	0,057921
15	1,5	20,05238	11,19136	11,64639	8,40599	0,45503
16	1,6	21,0532	11,35999	11,71022	9,34298	0,35023
17	1,7	22,04596	11,49929	11,76253	10,28343	0,26324
18	1,8	23,03926	11,61321	11,80534	11,23392	0,19213
19	1,9	24,04123	11,70545	11,84052	12,20071	0,13507
20	2	25,05208	11,77937	11,8693	13,18278	0,08993

Berdasarkan tabel di atas dapat dikemukakan bahwa pada iterasi ke-1 menurut numerik (euler) adalah 6,009589 perhitungan secara terhadap metode Runge-Kutta adalah 5,509589 Pada iterasi ke-20 menurut numerik (euler) posisi beban adalah 25,05208 sehingga dan terhadap metode Runge-Kutta posisi benda 11,77937. Pada galat Euler dan Analitik lebih besar dibandingkan galat Runge Kutta dan Analitik.

Pada solusi analitik bagian tabel diatas menurut (Samsul,2014) didapatkan pada iterasi-1 6.26318 sampai iterasi-20 yaitu 11.8693. Secara grafik perbandingan solusi secara Runge kutta metode euler dan Analitik dapat dilihat sebagai berikut:



Grafik 1.*Solusi Runge Kutta Metode Euler dan Analitik*

Berdasarkan grafik di atas yaitu pada grafik Runge Kutta dan Analitik sama tidak begitu jauh, namun pada grafik Euler terlihat berbeda dikarena pada galat Euler dan Analitik lebih besar dibandingkan galat Runge Kutta dan Analitik. Penyelesaian persamaan deferensial biasa dengan metode Euler sangat sederhana, akan tetapi hasil penyelesaiannya sering merupakan penyelesaian pendekatan dengan nilai error yang cukup besar. Biasanya untuk mengurangi nilai erromya diambil ϵx yang cukup kecil, akan tetapi hal ini akan menambah jumlah iterasinya.Metode Runge Kutta suatu metode numerik yang digunakan untuk menyelesaikan persamaan diferensial biasa dengan ketelitian yang cukup tinggi (Sasongko,2010).

PENUTUP

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan pada penyelesaian rangkaian listrik RLC menggunakan perbandingan metode *runge kutta* dan metode *euler* dapat disimpulkan bahwa setiap satuan waktu menunjukkan bahwa hasilnya yang hampir sama.Jadi,kami membandingkan hasil dari metode euler dengan data yang diperoleh dengan data hasil pengamatan yang dilakukan pada iterasi-1 dengan waktu 1 detik adalah 6,009589 kemudian pada metode rungge kutta didapatkan hasil pada iterasi-1 dengan waktu 1 detik adalah 5,970604 nilai galat pada solusi runge kutta dan Analitik adalah 0,253591 dan Nilai galat pada solusi Euler dan Analitik adalah 0,292576,sedangkan pada solusi Analitik pembahasan hasil penelitian harus merujuk pada hasil-hasil peneliti sebelumnya yang telah terbit dalam jurnal ilmiah (Samsul,2014) didapatkan pada iterasi-1 dengan waktu 1 detik adalah 6,26318.

Berdasarkan grafik yaitu pada grafik Runge Kutta dan Analitik sama tidak begitu jauh , namun pada grafik Euler terlihat berbeda dikarena pada galat Euler dan Analitik lebih besar dibandingkan galat Runge Kutta dan AnalitikJika dibandingkan metode Euler dan Runge-Kutta dengan solusi analitik maka Runge- Kutta memiliki nilai error yang lebih kecil. Untuk mencari parameter-parameter fisika yang sulit dihitung, bisa digunakan pendekatan grafik dari perhitungan numerik dengan menggunakan metode Runge-Kutta orde-4.

Pada kasus ini, permasalahan yang dibahas adalah aplikasi metode runge kutta orde empat pada penyelesaian rangkaian listrik rlc menggunakan metode Euler dan Runge-Kutta Orde-4, sehingga untuk penelitian berikutnya disarankan untuk menggunakan metode yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

Arifin, Tulus. 2011. *Metode Runge-Kutta Ordo-2 untuk penyelesaian rangkaian listrik RLC.* Jurnal. Medan, Indonesia: Universitas Sumatera Utara. (Lily maysari angraini, 2019)

Chapra C. Steven & Canale P. Raymond. (1991). *Metode Numerik Untuk Teknik Dengan Penerapan Pada Komputer,* Universitas Indonesia, Jakarta.

Fisika Komputasi 2018. IPB Science techno park 2018 (siregar, 2003)

Gusa, R. F. (2014). Penerapan Metode Runge-Kutta Orde 4 dalam Analisis Rangkaian RLC. *Jurnal ECOTIPE, Volume 1, No.2, Oktober 2014,* 47-52.

Hagni Wijayanti, S. S. (2011). METODE RUNGE KUTTA DALAM PENYELESAIAN MODEL RADANG AKUT . *Ekologia, Vol. 11 No.2,* 46-52.

John H. Mathews & Kurtis D. Fink. 1999. *Numerical Methods Using Matlab 3rd Ed*. Prentice Hall Upper Saddle River NJ 07458

Kurikulum Fisika 2016. Prodi Fisika FMIPA Universitas Mataram. 2016

Lily maysari angraini, I. w. (2019). peningkatan kompetensi komputasi fisika dan kimia untuk mahasiswa program studi fsika fmipa universitas mataram. volume 2,Nomor 2,Mei 2019, 37-41.

Monalisa E. Rijoly, F. Y. (2020). Penyelesaian Numerik Persamaan Diferensial Orde Dua Dengan Metode Runge-Kutta Orde Empat Pada Rangkaian. *Monalisa E. Rijoly, Francis Yunito Rumlawang, 1*, 7-14.

Panuluh, A. H. (2020). The Lagrangian and Hamiltonian for RLC . *Volume 2, Issue 2, pages 169–178* , 169-178.

Puji Utami Rahayu. 2005. *Metode Runge-Kutta Untuk Solusi Persamaan Pendulum.* Skripsi Jurusan Matematika Universitas Negeri Semarang.

Siregar, A. m. (2003). komputasi persamaan poisson. jurnal pendidikan sacience,vol 27 no.3, septemper 2003, 80-89.

SAMSUL B. LOKLOMIN, F. Y. (2014). APLIKASI METODE RUNGE KUTTA ORDE EMPAT PADA PENYELESAIAN . *Vol. 8 No. 1 Hal. 39 – 43 (2014)*, 39-43.

Yudandi Kuputra Aji, A. S. (2017). ANALISIS RANGKAIAN RESISTOR, INDUKTOR DAN KAPASITOR (RLC) DENGAN METODE RUNGE-KUTTA DAN ADAMS BASHFORTH . *Prosiding Seminar Nasional Metode Kuantitatif*, 3-7.

Widagda, IGA. 2006. *Fisika Komputasi*. Fisika FMIPA UNUD : Bali