

**SOLUSI ANALITIK DAN NUMERIK MODEL RANGKAIAN
SERIAL RESISTOR KAPASITOR (RSRC) DENGAN TEGANGAN
BERBENTUK IMPULS FUNGSI SINUS POSITIF**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu syarat mendapat gelar sarjana
di bidang studi Fisika Fakultas MIPA*



Oleh:

ARIF RAHMAN LUBIS

NIM. 08021381520034

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2019

LEMBAR PENGESAHAN

**SOLUSI ANALITIK DAN NUMERIK MODEL RANGKAIAN SERIAL
RESISTOR KAPASITOR (RSRC) DENGAN TEGANGAN BERBENTUK
IMPULS FUNGSI SINUS POSITIF**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu syarat mendapat gelar sarjana
di bidang studi Fisika Fakultas MIPA*

oleh:

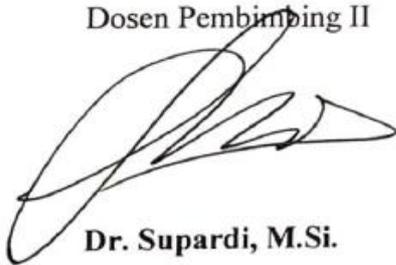
ARIF RAHMAN LUBIS

08021381520034

Inderalaya, 27 November 2019

Menyetujui,

Dosen Pembimbing II



Dr. Supardi, M.Si.

NIP. 197112112002121002

Dosen Pembimbing I



Drs. Arsali, M.Sc.

NIP. 1957101219860310002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika

Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya

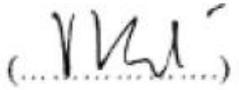
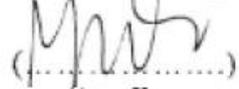
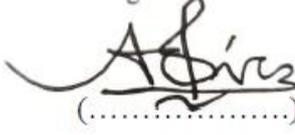


Dr. Fransyah Virgo, S.Si., M.T.
NIP. 197009101994121001

HALAMAN PERSETUJUAN

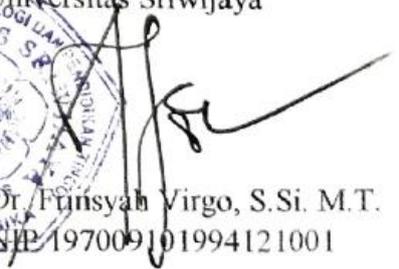
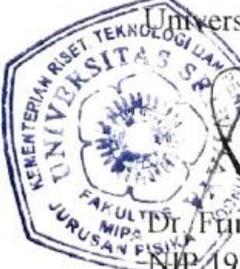
Skripsi dengan judul “Solusi Analitik dan Numerik Model Rangkaian Serial Resistor Kapasitor (RSRC) dengan Tegangan Berbentuk Impuls Fungsi Sinus Positif ” oleh Arif Rahman Lubis telah dipertahankan di hadapan Dewan Pembimbing dan Penguji Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 27 November 2019 dan telah diperbaiki sesuai dengan saran dan masukan dari tim penguji.

Dewan Penguji

- | | | |
|--|------------|---|
| 1. Drs. Arsali, M.Sc.
NIP 1957101219860310002 | Ketua |  |
| 2. Dr. Supardi, S.Pd. M.Si.
NIP 197112112002121002 | Sekretaris |  |
| 3. Dr. Akhmad Aminuddin Bama, M.Si.
NIP 197009141997021004 | Anggota |  |
| 4. Dra. Yulinar Adnan, M.T.
NIP 196009291992032001 | Anggota |  |
| 5. Drs. Octavianus Cakra Satya, M.T.
NIP 196510011991021001 | Anggota |  |


Dekan Fakultas MIPA
Universitas Sriwijaya

Prof. Dr. Ischaq Iskandar, M.Sc.
NIP 197210041997021001

Indralaya, November 2019
Ketua Jurusan Fisika
Universitas Sriwijaya

Dr. Fiansyah Virgo, S.Si. M.T.
NIP 197009101994121001


PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Arif Rahman Lubis

NIM : 08021381520034

Judul : Solusi Analitik dan Numerik Model Rangkaian Serial Resistor Kapasitor (RSRC) dengan Tegangan Berbentuk Impuls Fungsi Sinus Positif.

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat di dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri di bawah supervisi pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapatkan paksaan dari pihak manapun



Indralaya, November 2019



Arif Rahman Lubis

NIM 08021381520034

"TUHAN, berkahilah ilmu kami"
[Qur'an Suci]

Disetujui,
Dosen Pembimbing



Drs. Arsali, M.Sc.
NIP.1957101219860310002

Untuk
Ibu, bapak dan para guruku
Yang telah memberikan bekal ilmu dan kasih sayang
Semoga dapat terbalas
Pengorbanan dan kesabaran

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran ﷻ, karena berkat rahmat dan karunia-Nya, Skripsi dengan judul “*Solusi Analitik dan Numerik Model Rangkaian Serial Resistor Kapasitor (RSRC) dengan Tegangan Berbentuk Impuls Fungsi Sinus Positif*” dapat diselesaikan.

Rasa terima kasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penulisan Skripsi ini. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan Skripsi ini tidak terlepas dari bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. ﷻ, yang telah memberikan kesempatan, kesehatan dan kelancaran atas segalanya kepada penulis.
2. Kedua Orang tua (Rosdan Hamonangan Lubis dan Khairiyah), kakak dan adik penulis (M. Umar Wahab Lubis, Imran Ghozali Lubis, M. Dolly Tamarona Lubis, dan Siti Kharunnisa Lubis) yang selalu menyayangi, memberikan dukungan pemikiran dan kesabaran dan selalu mendo'akan kebaikan kepada penulis.
3. Bapak Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc., selaku Dekan di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T., selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Khairul Saleh, S.Si., M.Si., selaku Sekretaris Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
6. Bapak Drs. Arsali, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing I di Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya yang selalu memberikan saran pemikiran dan motivasi kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan sedikit-demi sedikit permasalahan terkait penyelesaian skripsi ini.
7. Bapak Dr. Supardi, M.Si. selaku Dosen Pembimbing II di Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya yang selalu memberikan waktu untuk menyelesaikan permasalahan dalam bentuk teori dan matematis, serta selalu memberikan saran pemikiran dan motivasi kepada penulis.

8. Bapak Dr. Akhmad Aminuddin Bama, Bapak Drs. Octavianus Cakra Satya, M.Si, dan Ibu Drs. Yulinar Adnan, M.T, selaku penguji Tugas Akhir yang telah memberikan banyak masukan dan saran demi penyempurnaan skripsi ini.
9. Bapak Akmal Johan, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik di Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya yang selalu memberikan support dan motivasi kepada penulis.
10. Bapak dan Ibu dosen / civitas akademika yang telah menyalurkan ilmu-ilmu pengetahuan serta pengalamannya dan memberikan wejangan positif kepada penulis, serta staff administrasi (Babe, Kak David, Mbak Yuni) yang telah membantu menyelesaikan terkait administrasi kepada penulis.
11. Kak Bobby Kusuma dan Mbak Danti Tri Oktavera yang selalu memberikan waktu dan pemikiran dalam menyelesaikan permasalahan terkait skripsi saya.
12. Teman seperjuangan TA (Annisa Setianingrum, Arinda Alawiyah, dan Yunda Nurfadilah) dan teman-teman angkatan 2015, Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya.
13. Uda Ravi, Husnul, Nirwan, serta Keluarga Besar IMATABAGSEL yang selalu mendoakan kebaikan untuk penulis, semoga kita semua sukses.
14. Omen, Rifky, Sepri, Andre, Richo, Hendro serta Keluarga Beler Family Fisika 15, yang telah memberikan dukungan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan penulisan Skripsi ini masih terdapat kekurangan dan jauh dari kesempurnaan yang disebabkan oleh keterbatasan pengetahuan yang dimiliki oleh penulis. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dan demi hasil yang lebih baik sehingga di dalam pembuatan laporan yang akan datang menjadi lebih sempurna. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan menambah wawasan ilmu pengetahuan bagi kita semua, dan semoga **بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ** membalas semua kebaikan kita semua. Terima kasih.

Indralaya, 27 November 2019

Arif Rahman Lubis

NIM. 08021381520034

**SOLUSI ANALITIK DAN NUMERIK MODEL RANGKAIAN SERIAL
RESISITOR KAPASITOR (RSRC) DENGAN TEGANGAN BERBENTUK
IMPULS FUNGSI SINUS POSITIF**

Oleh :
ARIF RAHMAN LUBIS
NIM. 08021381520034

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan solusi analitik dan numerik muatan kapasitor pada rangkaian serial RC dengan tegangan yang ditentukan berbentuk impuls fungsi sinus positif. Solusi numerik merupakan solusi pendekatan terhadap solusi sejatinya dengan iterasi tertentu. Perhitungan ini menggunakan persamaan diferensial biasa yang kemudian diperoleh dengan menggunakan dua metode yang dipilih, yaitu metode Euler dan metode Runge Kutta Orde 4. Dalam penelitian ini juga akan membandingkan kesalahan numerik (galat) dari hasil perhitungan solusi numerik yang diperoleh terhadap solusi analitik yang telah ditemukan. Hasil penelitian dengan solusi numerik ini menunjukkan bahwa uji yang dilakukan dengan nilai R , C dan $\varepsilon(t)$ (konstan) dan tegangan berbentuk setengah sinusoidal dengan metode Runge Kutta Orde 4 memiliki perhitungan yang paling mendekati solusi analitik dengan galat yang cukup kecil dibandingkan dengan metode Euler.

Kata Kunci: Solusi Analitik, Solusi Numerik, Metode Euler, Metode Runge Kutta Orde 4.

Dosen Pembimbing II



Dr. Supardi, M.Si.
NIP. 197112112002121002

Menyetujui

Indralaya, November 2019

Dosen Pembimbing I



Drs. Arsali, M.Sc.
NIP. 1957101219860310002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sriwijaya



Dr. Eriyanti Virgo, S.Si., M.T.
NIP. 197009101994121001

**ANALYTICAL AND NUMERICAL SOLUTIONS OF SERIES RESISTOR AND
CAPACITOR (RSRC) WITH A POSITIVE SINUSOIDAL FUNCTION
IMPULSE VOLTAGE**

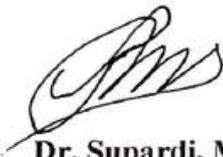
By :
ARIF RAHMAN LUBIS
NIM. 08021381520034

ABSTRACT

This study aims to determine the analytical and numerical solutions of capacitor charges on RC series circuits with the specified voltage in the form of positive sinusoidal function impulses. A numerical solution is an approach solution to its true solution with a certain iteration. This calculation uses ordinary differential equations which are then obtained using the two methods chosen, namely the Euler method and the Runge Kutta 4th Order. The method in this study will also compare numerical errors from the calculation results of numerical solutions obtained against analytical solutions that have been found . The results of research with this numerical solution show that the tests conducted with R, C and ε (t) (constant) values and semi-sinusoidal shaped steel with Runge Kutta 4th Order method have the calculation that is the closest to analytical solutions with a fairly small error compared to the Euler method.

Keywords: *Analytical Solution, Numeric Solution, Euler Method, The 4th Order Runge Kutta Method.*

Dosen Pembimbing II



Dr. Supardi, M.Si.
NIP. 197112112002121002

Menyetujui

Indralaya, November 2019

Dosen Pembimbing I



Drs. Arsali, M.Sc.
NIP. 1957101219860310002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika

Universitas Sriwijaya



Dr. Erisyah Virgo, S.Si., M.T.
NIP. 197009101994121001

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
PERNYATAAN INTEGRITAS	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR SIMBOL	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	1
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian	2
1.5. Manfaat Penelitian	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1. Rangkaian Serial Resistor Kapasitor (RSRC) Sederhana	3
2.2. Solusi Analitik RSRC Sederhana	4
2.3. Solusi Numerik RSRC Sederhana	5
2.3.1. Metode Euler	6
2.3.2. Metode Runge Kutta Orde 4	6
BAB 3 METODE PENELITIAN	9
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	9
3.2. Alat dan Bahan Penelitian	9
3.3. Tahapan Penelitian	9
3.4. Diagram Alir Penelitian	11
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	11
4.1. Solusi Analitik Persamaan Diferensial untuk RSRC dengan Tegangan Ber- bentuk Impuls Fungsi Sinus Positif	12
4.2. Solusi Numerik Persamaan Diferensial untuk RSRC dengan Tegangan Ber- bentuk Impuls Fungsi Sinus Positif	15
4.3. Perbandingan Solusi Analitik dan Solusi Numerik RSRC dengan Tegangan	

Berbentuk Impuls Fungsi Sinus Positif	17
BAB 5 PENUTUP	20
5.1. Kesimpulan	20
5.2. Saran	20
DAFTAR PUSTAKA	21
LAMPIRAN	
1. Rumusan umum Solusi Eksak Persamaan Diferensial Biasa Orde-1 (PDB-1).....	L-1
2. Penentuan Solusi Analitik Rangkaian Serial Resistor Kapasitor dengan Tegangan Berbentuk Impuls Fungsi Sinus Positif.....	L-2
2.1. Solusi Analitik RSRC Sederhana dengan Tegangan Konstan (pada saat $0 < t < t_1$).....	L-3
2.2. Solusi Analitik RSRC Sederhana dengan Tegangan Tidak Konstan (pada saat $t_1 < t < t_2$).....	L-4
2.3. Solusi Analitik RSRC Sederhana dengan Tegangan Konstan (pada saat $t_2 < t < T$).....	L-7

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Model Rangkaian Serial RC Sederhana	3
Gambar 2.2. Model Grafik Solusi Eksak RSRC untuk ϵ Konstan	5
Gambar 2.3. (a) Grafik Pengisian Kapasitor, (b) Grafik Pengosongan Kapasitor	5
Gambar 3.1. Grafik Impuls Fungsi Sinus Positif yang Diharapkan	9
Gambar 3.2. Diagram Alir Penelitian	10
Gambar 4.1. Grafik Perbandingan Solusi Analitik terhadap Nilai Tegangan	14
Gambar 4.2. Grafik Perbandingan Nilai Q'Euler-Q'RK4 terhadap Q'A dan E(t)	17
Gambar 4.3. Galat / Kesalahan Numerik Muatan RSRC dari Metode Euler dan Metode Runge Kutta Orde-4 terhadap Solusi Analitik	19

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Input Nilai Parameter RSRC yang Telah Ditetapkan	13
Tabel 4.2. Hasil Solusi Analitik Muatan Listrik RSRC terhadap Nilai Tegangan	13
Tabel 4.3. Input Nilai Parameter RSRC yang Telah Ditetapkan	15
Tabel 4.4. Hasil Solusi Numerik dengan Metode Euler dan Runge Kutta-4 terhadap Solusi Analitik Muatan Listrik dan Nilai Tegangan RSRC	16
Tabel 4.5. Galat / Kesalahan Numerik Muatan RSRC dari Metode Euler & Metode Runge Kutta Orde-4 terhadap Nilai Solusi Analitik	18

DAFTAR SIMBOL

R : Resistansi/hambatan (ohm)

C : Kapasitor (faraday)

t : Waktu (second)

ε : Gaya gerak listrik (volt)

τ : Konstanta waktu (second)

ω : Frekuensi sudut putaran kumparan (rad/s)

Q : Muatan (coulumb)

i : Arus (ampare)

V : Tegangan (volt)

ϕ : Sudut antara arus dan tegangan (derajat).

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Rangkaian Seri Resistor Kapasitor (RSRC) adalah rangkaian yang terdiri dari komponen resistor dan kapasitor yang umumnya dipasang secara seri atau sejajar dan dihubungkan dengan sumber tegangan. Rangkaian Serial Resistor Kapasitor ini dilakukan dengan pemodelan tegangan berbentuk impuls fungsi sinus positif. Hal ini dikarenakan perilaku yang dihasilkan dari RSRC ini dapat diasumsikan dengan sistem intensitas radiasi matahari yang kemudian memiliki kaitan dengan suhu yang ada di atmosfer bumi, oleh karena itulah dibutuhkan pemahaman yang cukup baik sehingga dapat menganalisis perilaku RSRC terutama untuk menentukan solusi analitik dan numerik dari rangkaian tersebut.

Namun sering kali permodelan fisika maupun matematika muncul dalam bentuk yang tidak ideal, sehingga tidak mudah untuk diselesaikan dengan menggunakan metode analitik untuk mendapatkan solusi sejatinya (*exact solution*). Dengan menggunakan metode numerik, solusi *exact* dari persoalan yang dihadapi tidak akan diperoleh secara tepat. Metode numerik hanya bisa memberikan solusi yang mendekati atau menghampiri solusi eksak sehingga solusi numerik dinamakan juga sebagai solusi hampiran (*approximation solution*). Pendekatan solusi ini tentu saja tidak tepat sama dengan solusi eksak, sehingga ada selisih antara keduanya.

Berdasarkan ulasan di atas, maka perlu dilakukan kajian teoritik, melalui hukum-hukum fisika yang berlaku, supaya menghasilkan model fisis yang dapat menjelaskan perilaku RSRC. Kajian secara teoritik, simulasi komputer, dan uji melalui data sintetik hasil pemodelan lain yang sejenis inilah yang menjadi langkah-langkah utama dari penelitian ini.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana menentukan solusi analitik RSRC dengan nilai resistor (R) dan kapasitor (C) yang telah ditetapkan, untuk kasus tegangan (ε) konstan dan berbentuk impuls fungsi

sinus positif, serta seberapa besar perbedaan hasil yang diperoleh antara solusi analitik dan solusi numerik pada kasus yang sama ?

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini terdapat beberapa kasus yang akan dibandingkan, yaitu nilai resistor dan kapasitor bernilai konstan (tetap) dan tegangan konstan untuk menentukan solusi analitik akan dibandingkan dengan solusi numerik. Selain itu, nilai resistor dan kapasitor konstan dan tegangan tidak konstan (berubah) untuk menentukan solusi analitik akan dibandingkan dengan solusi numeriknya.

1.4 Tujuan Penelitian

Membandingkan solusi analitik dan solusi numerik untuk menentukan nilai muatan listrik (Q) dari rangkaian seri resistor kapasitor (RSRC) dengan tegangan berbentuk impuls fungsi sinus positif.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini diharapkan:

1. Dapat mengkaji perilaku dinamik model rangkaian seri resistor kapasitor (RSRC) sederhana.
2. Dapat mengembangkan kajian ke model rangkaian serial resistor kapasitor (RSRC) yang lebih rumit dengan menggunakan solusi numerik.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, Y. K., 2017. *Analisis Persamaan Rangkaian Resistor, Induktor Dan Kapasitor Dengan Metode Runge-Kutta Dan Adams Bashforth Moulton*. Lampung: Universitas Lampung.
- Bisman, 2003. *Rancangan Kapasitansi Kapasitor Digital*. Sumatera Utara: Universitas Sumatera Utara.
- Boas, M. L., 1983. *Mathematical Methods In The Physical Sciences Second Edition*. United States of America: John Wiley & Sons.
- Fatah, M. A., 2011. *Perhitungan Dan Pengukuran Pengisian Dan Pengosongan Kapasitor*. Semarang: IAIN Walisongo Semarang.
- Giancoli, D. C., 2014. *Fisika Dasar 1*. Jakarta: Erlangga.
- Hariyanto, 1992. *Persamaan Diferensial Biasa*. Jakarta: Universitas Terbuka Depdikbud.
- Kusuma, B., 2018. *Solusi Eksak Muatan Kapasitor Dua Rangkaian Serial RC Terkopel Dengan Tegangan Penggerak Periodik*. Inderalaya: Universitas Sriwijaya.
- Muhammad, S. T., Erna, A. 2015. *Pengkajian Metode Extended Runge Kutta dan Penerapannya pada Persamaan Diferensial Biasa*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Mulyono, 2016. *Kajian Sejumlah Metode Untuk Mencari Solusi Numerik Persamaan Diferensial*. Jakarta: Universitas Negeri Jakarta.
- Munir, R., 2014. *Solusi Persamaan Diferensial Biasa*. Bandung: Institut Teknologi Bandung (ITB).
- Nababan, S. M., 2003. *Persamaan Diferensial Orde Satu*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Oktavera, D. T., 2018. *Solusi Numerik Muatan Kapasitor Dua Rangkaian Serial RC Terkopel dengan Tegangan Penggerak Periodik*. Inderalaya: Universitas Sriwijaya.
- Ramadhani, 2016. *Penyelesaian Numerik Dengan Metode Heun Pada Persamaan Predator-Prey Dengan Prey Harvesting*. Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Roni, 2011. *Modifikasi Metode Runge Kutta Orde 4 Berdasarkan Rata-Rata Geometri*. Pekanbaru: Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

- Santoso, F., 2011. *Analisis Perbandingan Metode Numerik Dalam Menyelesaikan Persamaan-Persamaan Serentak*. Jawa Timur: Universitas Katolik Widya Mandala Madiun.
- Supriyanto, 2006. *Metode Euler*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Triatmodjo, 2002. *Metode Numerik Dilengkapi dengan Program Komputer*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Trise Nurul Ain, T. N., dan Kurniasih, N., 2015. *Penyelesaian Persamaan Differensial Orde Dua dengan Metode Euler pada Rangkaian RLC*. Prosiding Simposium Nasional Inovasi dan Pembelajaran Sains 2015 (SNIPS 2015), Bandung: Indonesia.