

**PENGUJIAN RANGKAIAN GENERATOR IMPULS RC UNTUK  
MEMBANGKITKAN TEGANGAN IMPULS PETIR**



**SKRIPSI**

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada  
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

**Oleh :**

**M SAGRA ALKAUTSAR**

**03041381621083**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2023**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PENGUJIAN RANGKAIAN GENERATOR IMPULS RC UNTUK  
MEMBANGKITKAN TEGANGAN IMPULS PETIR**



**Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada**

**Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik**

**Universitas Sriwijaya**

**Oleh :**

**M SAGRA ALKAUTSAR**

**03041381621083**

**Palembang, Juli 2023**

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan Teknik Elektro,**



**Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.**  
**NIP : 197108141999031005**

**Menyetujui,**

**Pembimbing Utama,**

**Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T.M.Eng., Ph.D.**  
**NIP : 197108141999031005**

Saya sebagai pembimbing dengan ini menyatakan bahwa Saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kualitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (S1).

Tanda Tangan : \_\_\_\_\_

Pembimbing Utama : Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D

Tanggal : \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

## **PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M Sagra Alkautsar  
NIM : 03041381621083  
Jurusan : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Universitas : Universitas Sriwijaya  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-Exclusive-Royalty- Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

### **PENGUJIAN RANGKAIAN GENERATOR IMPULS RC UNTUK MEMBANGKITKAN TEGANGAN IMPULS PETIR**

Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengolah dalam bentuk pangakalan data (database), merawat dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemilik hak cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Palembang

Pada tanggal 21 November 2023

Yang menyatakan,



M Sagra Alkautsar

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : M Sagra Alkautsar  
NIM : 03041381621083  
Fakultas : Teknik  
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro  
Universitas : Universitas Sriwijaya

Hasil pengecekan

Software/iThenticate/Turnitin: 13%

Menyatakan bahwa karya ilmiah dengan judul “Pengujian Rangkaian Generator Impuls RC Untuk Membangkitkan Tegangan Impuls Petir” merupakan karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari karya ilmiah ini merupakan hasil plagiat atas karya ilmiah orang lain, maka saya bersedia bertanggung jawab dan menerima sanksi yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Palembang, Juli 2023



M Sagra Alkautsar

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, nikmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Tugas akhir ini yang berjudul “Pengujian Rangkaian Generator Impuls RC Untuk Membangkitkan Tegangan Impuls Petir”. Shalawat serta salam tercurahkan kepada Rasulullah SAW, beserta keluarga, sahabat dan pengikutnya.

Tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi persyaratan mendapatkan gelar sarjana teknik pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua Orang Tua, Ayah (Alm) Ir. Akmal Edy dan Ibu ( Almh ) Ir. Susie Marita serta Adik adinda Syafa Nurjannata yang tersayang, terimakasih telah memberikan semua bentuk doa, dukungan penuh serta motivasi kepada penulis dan juga banyak pengorbanan selama proses perkuliahan mulai dari awal hingga akhir perkuliahan dan saat proses penyelesaian tugas akhir oleh penulis.
2. Bapak M. Irfan Jambak, S.T.,M. Eng., Ph. D selaku pembimbing tugas akhir yang telah memberikan bimbingan, arahan, nasihat dan bantuan kepada penulis hingga terselesaikannya tugas akhir ini.
3. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D selaku ketua jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya dan juga menjadi pembimbing tugas akhir memberikan arahan, nasihat dan bantuan kepada penulis hingga menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Elektro Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan mengenai teknik elektro.
5. Rekan Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Sriwijaya Angkatan 2016 yang banyak memberikan kenangan bersama, suka maupun duka, kebersamaan beberapa tahun menjalani perkuliahan dan disibukkan dengan skripsi masing-masing hingga penulis menyelesaikan skripsi ini. Banyak diantara kalian saat ini sudah menempuh jalan sukses masing-masing.

6. Terima kasih juga kepada sanak keluarga Om dan Tante yang sudah banyak mensupport waktu, tenaga, fikiran dan juga materi kepada penulis dari awal perkuliahan hingga skripsi ini terselesaikan.
7. Ucapan terimakasih yang besar pula ingin penulis sampaikan kepada seorang yang special yang telah membantu penulis selama 1 tahun belakangan, Sely Tri Gustina. Terimakasih sudah banyak meluangkan waktu menemani setiap proses nya, mengerahkan tenaga dan fikiran serta materi dalam membantu penulis, mendengarkan banyak keluhan kesah dari penulis dan tidak pernah bosan dalam memberikan motivasi dan semangat di setiap hari nya kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari dalam pembuatan tugas akhir ini masih banyak kekurangan, hal ini dikarenakan keterbatasan penulis.

Palembang, Juli 2023



M Sagra Alkautsar

NIM.03041381621083

**ABSTRAK**  
**PENGUJIAN RANGKAIAN GENERATOR IMPULS RC UNTUK**  
**MEMBANGKITKAN TEGANGAN IMPULS PETIR**

(M Sagra AlKautsar, 03041381621083, 2023, xv + 67 hal)

---

Listrik merupakan salah satu kebutuhan masyarakat yang sangat penting dan sebagai sumber daya ekonomis yang paling utama yang dibutuhkan dalam suatu kegiatan rumah tangga hingga perindustrian. Penggunaan listrik merupakan faktor yang penting dalam kehidupan masyarakat, baik pada sektor rumah tangga, penerangan, komunikasi, industri dan sebagainya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai dari tegangan puncak, waktu muka dan waktu ekor pada gelombang impuls. Untuk mengetahui bagaimana rangkaian ekivalen dari sistem tubuh manusia dengan menggunakan aplikasi *Analysis Transient Program/Electromagnetic Transient Program (ATP/EMTP)*. Penelitian ini menggunakan metode kepustakaan dalam mengumpulkan data, pada perhitungan data menggunakan *Software ATP*. Hasil penelitian ini menunjukkan gelombang impuls yang didapatkan dari rangkaian Generator Impuls RC dengan tegangan puncak yang didapatkan sebesar 6,3 kV

**Kata Kunci :** Generator Impuls RC, Tegangan Impuls Petir



## ABSTRACT

### TESTING OF RC IMPULSE GENERATOR CIRCUIT FOR GENERATING LIGHTNING IMPULSE VOLTAGE

( M Sagra AlKautsar, 03041381621083, 2023, xv + 67 pages)

---

Electricity is one of the most important needs of society and as the most important economic resource needed in a household to industrial activities. The use of electricity is an important factor in people's lives, both in the household sector, lighting, communications, industry and so on. This study aims to determine the value of the peak voltage, front time and tail time on impulse waves. To find out how the equivalent circuit of the human body system uses the Analysis Transient Program/Electromagnetic Transient Program (ATP/EMTP) application. This study uses the library method in collecting data, in calculating data using ATP Software. The results of this study indicate that the impulse waves obtained from the RC Impulse Generator circuit with a peak voltage obtained of 6.3 kV

**Keywords:** RC Impulse Generator, Lightning Impulse Voltage

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR SINGKATAN.....	xiv
<b>BAB I .....</b>	<b>13</b>
1.1. Latar Belakang.....	13
1.2. Rumusan Masalah.....	14
1.3. Batasan Masalah .....	14
1.4. Tujuan Penelitian .....	14
1.5. Metodologi Penelitian.....	15
1.6. Sistematika Penulisan .....	15
<b>BAB II .....</b>	<b>17</b>
2.1 Sambaran Petir.....	17
2.2 Tegangan Lebih Transien.....	18
2.2.1 Surja Hubung .....	20
2.2.2 Surja Petir.....	20
2.2.3 Sambaran Petir Langsung Terhadap Tubuh Manusia .....	21
2.2.4 Model Rangkaian Tubuh .....	22
2.3 Tegangan Impuls.....	23
2.3.1 Impuls Petir .....	26
2.3.2 Impuls Hubung Buka ( <i>Impulse Switching</i> ).....	26
2.4 Generator Impuls .....	27
2.4.1 Generator Impuls RC .....	28

2.5	Jenis – Jenis Alat Pelindung .....	29
2.5.1	Sela Batang .....	29
2.5.2	Arrester .....	29
2.5.3	Jenis-jenis Arrester .....	30
2.5.4	Bagian-Bagian Penting dari Arrester .....	32
2.5.5	Tingkat Pengenal dari Arrester ( <i>Rating Arrester</i> ) .....	32
2.5.6	Pemilihan Arrester .....	33
2.6	Komponen .....	34
2.6.4	Komponen Aktif .....	34
2.6.5	Komponen Pasif.....	34
2.7	Pengaruh Beban pada Generator Impuls.....	35
<b>BAB III.....</b>		<b>37</b>
3.1	Umum .....	37
3.2	Waktu Penelitian .....	37
3.3	Metode Pengumpulan Data .....	37
3.4	Langkah-Langkah Penelitian .....	38
3.5	Diagram Alur Penelitian .....	41
<b>BAB IV .....</b>		<b>42</b>
4.1	Data Penelitian.....	42
4.2	Analisis Bentuk Gelombang Impuls Petir Berdasarkan Standar <i>IEC</i> .....	43
4.3	Analisis Bentuk Gelombang Pada Rangkaian Tubuh Manusia .....	49
<b>BAB V .....</b>		<b>53</b>
5.1	Kesimpulan .....	53
5.2	Saran .....	53
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>54</b>
<b>LAMPIRAN</b>		

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Terjadinya Petir .....	15
Gambar 2.2 Model Rangkaian Tubuh Manusia .....	22
Gambar 2.3 Jenis Tegangan Impuls .....	23
Gambar 2.4 Tegangan Impuls Petir Berdasarkan Standar .....	25
Gambar 2.5 Bentuk Umum Tegangan <i>Impulse Switching</i> .....	27
Gambar 2.6 Rangkaian Generator Impuls RC.....	28
Gambar 2.7 Rangkaian Ekuivalen Generator Impuls RC .....	28
Gambar 2.8 Arrester Sela Batang.....	29
Gambar 2.9 Contoh Pemasangan Arrester .....	30
Gambar 2.10 Elemen-Elemen Arrester <i>Silicon Carbide</i> .....	31
Gambar 2.11 Elemen-Elemen Arrester <i>Metal Oxide</i> .....	31
Gambar 2.12 Rangkaian Generator Impuls RC dengan Beban Induktif L .....	35
Gambar 2.13 Rangkaian Ekuivalen Generator Impuls RC dengan Beban Induktif L.....	36
Gambar 2.14 Rangkaian Ekuivalen Generator Impuls RC dengan Bebabn Induktif L.....	38
Gambar 3.1 Tampilan ATP <i>draw</i> .....	38
Gambar 3.2 Tampilan PlotXY untuk Menjalankan Simulasi.....	39
Gambar 4.1 Rangkaian Generator Impuls yang Digunakan untuk Pengujian.....	43
Gambar 4.2 Nilai Sumber pada Generator Impuls .....	44
Gambar 4.3 Nilai Kapasitor pada Rangkaian.....	44
Gambar 4.4 Grafik Tegangan Impuls Rangkaian .....	48
Gambar 4.5 Simulasi Sambaran Terhadap Tubuh Manusia.....	49
Gambar 4.6 Grafik Tegangan pada Bagian Tubuh Manusia .....	52

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar Bentuk Tegangan Impuls Petir .....	26
Tabel 4.1 Nilai $\alpha$ dan $\beta$ untuk Berbagai Bentuk Gelombang .....	43

## DAFTAR SINGKATAN

IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
ATP/EMTP	<i>Analysis Transient Program/Electromagnetic Transient Program</i>
SUTM	Saluran Udara Tegangan Menengah
BIL	<i>Basic Insulation Level</i>
SiC	<i>Silicon Carbide</i>
ATP	<i>Analysis Transient Program</i>

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Listrik merupakan salah satu kebutuhan masyarakat yang sangat penting dan sebagai sumber daya ekonomis yang paling utama yang dibutuhkan dalam suatu kegiatan rumah tangga hingga perindustrian. Penggunaan listrik merupakan faktor yang penting dalam kehidupan masyarakat, baik pada sektor rumah tangga, penerangan, komunikasi, industri dan sebagainya. Pada saat beroperasi suatu sistem tenaga listrik tentu dapat mengalami beberapa gangguan salah satunya adalah tegangan lebih impuls yang disebabkan oleh adanya operasi hubung-buka (*switching operation*) ataupun karena sambaran petir (*lightning*) pada komponen sistem tenaga listrik tersebut karena kebutuhan akan listrik semakin lama semakin meningkat sejalan dengan perkembangan zaman.

Oleh karena itu, kualitas dari variabel energi listrik tersebut juga harus diperhatikan. Di dalam ruang lingkup tenaga listrik tegangan tinggi merupakan tegangan yang cukup tinggi oleh para ahli listrik sehingga diperlukan pengujian dan pengukuran yang semuanya bersifat khusus dan memerlukan teknik tertentu. Selain tegangan lebih dalam ada juga tegangan lebih luar, yaitu tegangan tinggi yang disebabkan oleh pelepasan muatan petir. Peralatan pembangkit kombinasi tegangan dan arus impuls saat ini masih jarang digunakan karena faktor biaya yang cukup mahal, namun kebutuhan akan peralatan tersebut untuk pengujian peralatan pengaman terhadap sambaran petir sangat dibutuhkan, baik pada saat pengujian maupun pada saat proses perancangan.

Pembangkit kombinasi ini harus mengikuti standar yang ditetapkan, yaitu IEC (*International Electrotechnical Commission*) dalam hal ini generator impuls dapat digunakan untuk pengujian peralatan pengaman petir seperti yang akan dilakukan penulis pada pengujian ini. Parameter-

parameter utama yang perlu ditetapkan di dalam perancangan sumber pembangkit arus impuls antara lain adalah waktu muka dan waktu punggung. Kedua parameter ini berguna untuk menentukan nilai komponen utama rangkaian *RC*. Hal terpenting dari penentuan nilai-nilai tersebut adalah pada saat generator harus membangkitkan gelombang dari sebuah rangkaian tunggal, yaitu gelombang tegangan yang akan didapat setelah menentukan nilai-nilai komponen dan pengujian.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam perancangan generator impuls untuk simulasi ketahanan sistem kelistrikan terhadap tegangan tinggi adalah sebagai berikut:

1. Mensimulasikan tegangan impuls yang dihasilkan dari rangkaian generator impuls *RC*
2. Mendesain dan membuat rangkaian tubuh manusia menggunakan aplikasi *ATP/EMTP*.
3. Mensimulasikan sambaran petir terhadap tubuh manusia menggunakan aplikasi *ATP* dengan gelombang impuls.

## **1.3. Batasan Masalah**

1. Rangkaian generator impuls yang dikaji adalah generator impuls *RC*.
2. Bentuk gelombang yang dihasilkan dari rangkaian generator impuls *RC* menurut standar *IEC*.

## **1.4. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penulisan ini adalah:

1. Untuk mengetahui nilai dari tegangan puncak, waktu muka dan waktu ekor pada gelombang impuls.
2. Untuk mengetahui bagaimana rangkaian ekivalen dari sistem tubuh manusia dengan menggunakan aplikasi *Analysis Transient Program/Electromagnetic Transient Program (ATP/EMTP)*.



## 1.5. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan dalam menyusun Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

### 1. Studi Literatur

Mempelajari dan memahami buku serta jurnal yang telah ada sebelumnya untuk dijadikan sebagai acuan dan referensi guna membantu penyelesaian Tugas Akhir ini.

### 2. Analisis Data

Metode ini dimulai dengan menentukan parameter-parameter yang ada pada generator impuls petir. Parameter tersebut meliputi nilai resistansi dan kapasitansi pada generator impuls petir dan kemudian dilanjutkan dengan menampilkan bentuk gelombang impuls petir dari hasil pengujian dan disimulasikan berdasarkan parameter yang telah dihitung sebelumnya sehingga dapat diperoleh tegangan impuls petir sesuai dengan standar yang diinginkan.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini ditulis dan disusun dalam urutan sebagai berikut:

### **BAB I**

#### **PENDAHULUAN**

Bab ini berisikan latar belakang, tujuan penulisan, rumusan masalah, batasan masalah, metode penulisan dan sistematika penulisan.

### **BAB II**

#### **TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini membahas tentang pengertian tegangan impuls, cara menentukan parameter generator impuls serta pengaruh yang akan dicapai dari suatu penelitian dapat memenuhi kaidah ilmiah.

### **BAB III**

#### **METODE PENELITIAN**

Bab ini membahas tentang cara yang harus ditempuh dalam kegiatan penelitian agar pengetahuan yang

akan dicapai suatu penelitian dapat memenuhi kaidah ilmiah.

#### **BAB IV**

#### **HASIL PENELITIAN**

Bab ini membahas menampilkan perhitungan parameter generator impuls dan analisis bentuk gelombang impuls petir yang dibangkitkan

#### **BAB V**

#### **PENUTUP**

Bab ini berisikan beberapa kesimpulan dan saran yang diperoleh dari penulisan Tugas Akhir ini

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sariana, I Made., I Made Asna dan I Wayan Sugarayasa. (2020). *Analisis Konstruksi Posisi Lighting Arrester di Gardu Distribusi KM 0003 Penyulang Subagan Wilayah Kerja PT PLN (Persero) ULP*. Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Pendidikan Nasional vol. 3 No. 1, 35.
- [2] Hajar, Ibnu dan Eko Rahman. (2017). *Kajian Pemasangan Lightning Arrester Pada Sisi HV Transformator Daya Unit Satu Gardu Induk Teluk*. Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknik PLN Jakarta vol. 9 No. 2, 169.
- [3] Halim, Wangto Ratta dan Syahrawardi (2014). *Analisa rangkaian Generator Impuls untuk membangkitkan Tegangan Impuls Petir menurut berbagai standar*. Teknik Energi Listrik Universitas Sumatera Utara vol. 8 No. 1, 1-2.
- [4] Pramono, Wahyudi Budi, dkk. (2016). *Rancang Bangun Generator Impuls 28 KV*. Jurusan Teknik Elektro FT Universitas Mataram, 172.
- [5] Muskita, Halomoan Mathin, Wijono , Suyono Hadi , Moch Dhohir.2013. *Rancang Bangun Generator Arus Impuls Tipe 8/20 $\mu$ s*. Jurnal EECIS vol 7, No 2.
- [6] T. Hirai, S. Okabe, dkk. (2006). *Observation of Lighting Phenomena on Distribution Lines Using Composite Techniques*. *Elect. Eng. Japan (English Transl. Denki Gakkai Ronbunshi)*, vol. 157 No. 1, 10-19.
- [7] J. A. Edminister. (1965). *Schaum's Outline Series: Theory and Problems of Electrical Circuits*. New Yorks: McGraw-Hill Book Company.

- [8] M. Sabdullah, T. Haryono, dan S.P. Hadi. (2005). *Analisa Distribusi Tegangan Lebih Akibat Sambaran Petir Untuk Pertimbangan Proteksi Peralatan Pada Jaringan Tegangan Menengah 20kV di Yogyakarta*. Seminar Nasional Teknik Ketenagalistrikan, pp. 24-25.
- [9] A. Arismunandar. (1975). *Teknik Tegangan Tinggi*, Edisi 3. Jakarta:Pradnya Paramita
- [10] Hasyim, Syahrudin Nizam Md Arshad, dkk. (2018). *Pemodelan dan Analisis Sambaran Petir Langsung ke Tubuh Manusia*. IEEE 7<sup>th</sup> International Conference on Power and Energy, 184-185.
- [11] Sutherland, Peter E. (2015). *Ebook: PRINCIPLES OF ELECTRICAL SAFETY*. Edisi Pertama, 90.
- [12] Yusmartanto, Nasution R. (2020). *Menentukan Parameter Generator Impuls Untuk Gelombang Impuls Petir*. Journal of Electrical Technology, vol. 5 No. 3, 128-136.