

# Simulasi Bentuk Muka Gelombang Impulse Petir pada Generator Impuls RLC dan RC Menggunakan PSim

<sup>1</sup>Agnes Manik Sari Utami, <sup>2</sup>Bayu Setyo Wibowo, <sup>3</sup>Abdul Syakur

<sup>1,2,3</sup>Departemen Teknik Elektro Universitas Diponegoro  
E-mail : agnesmaniksu@gmail.com, setyobayu83@gmail.com, gakusei2003@yahoo.com

## Abstrak

Untuk membangkitkan tegangan tinggi impuls, diperlukan peralatan yang bentuknya besar-besar, berat dan harga peralatan yang mahal. Tegangan yang dihasilkan mencapai nilai lebih dari 1000 kV. Di laboratorium, pembangkitan tegangan tinggi impuls dapat dilakukan dengan menggunakan generator RC dan RLC. Namun jika belum ada peralatan tegangan tinggi di Laboratorium karena harga yang sangat mahal, pembangkitan tegangan tinggi impuls dapat dilakukan secara simulasi. Salah satu aplikasi yang menyediakan untuk keperluan analisis tegangan tinggi adalah *Power Simulator (PSim)*. Kelebihan adalah murah, praktis dan dapat digunakan untuk keperluan analisis bentuk gelombang yang dihasilkan. Pada makalah ini dirancang rangkaian pembangkitan tegangan impuls berbasis rangkaian RC dan RLC. Masing-masing rangkaian disusun untuk menghasilkan tegangan impuls petir yang sesuai standart IEC 60060-1. Pada rangkaian pembangkitan tegangan impuls RC dan tegangan impuls RLC, semakin besar nilai resistansi maka semakin kecil nilai tegangan maksimalnya namun semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk mencapai puncak gelombang. Pengaruh variasi induktor pada pembangkitan tegangan impuls RLC yaitu semakin besar nilai induktansi maka tegangan maksimum yang dicapai semakin rendah, namun waktu yang dibutuhkan untuk mencapai puncak tegangan semakin lama. Selain itu, pengaruh kenaikan nilai induktansi mempengaruhi bentuk tegangan muka gelombang mejadi semakin landai. Sementara perubahan nilai kapasitansi pada rangkaian berbanding lurus dengan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai puncak gelombang, namun tidak berbanding linear dengan nilai tegangan maksimum yang dihasilkan. Selain itu, pengaruh kenaikan nilai kapasitansi mempengaruhi bentuk tegangan ekor gelombang mejadi semakin landai.

**Kata kunci :** induktansi, impuls, kapasitansi, resistansi, tegangan tinggi

## Abstract

*To generate high voltage impulses, large-sized, heavy equipment and expensive equipment are needed. The resulting voltage reaches a value of more than 1000 kV. In the laboratory, the generation of high voltage impulses can be carried out using RC and RLC generators. But if there is no high voltage equipment in the Laboratory due to the very high price, the impulse high voltage generation can be done in a simulation. One application that provides for the purposes of high voltage analysis is the Power Simulator (PSim). The advantage is that it is inexpensive, practical and can be used for the analysis of the generated waveforms. In this paper the impulse voltage generation circuit is based on RC and RLC circuits. Each series is arranged to produce a lightning impulse voltage according to IEC 60060-1 standard. In the RC impulse voltage and RLC impulse voltage generation circuit, the greater the resistance value, the smaller the maximum voltage value but the longer the time needed to reach the peak of the wave. The effect of inductor variations on the generation of RLC impulse voltage is that the greater the inductance value, the lower the maximum voltage achieved, but the time needed to reach the peak voltage is longer. In addition, the effect of the increase in the value of the inductance influences the shape of the wavefront voltage becoming sloping. While the change in capacitance value in the circuit is directly proportional to the time needed to reach the peak of the wave, it is not linearly proportional to the maximum voltage value generated. In addition, the effect of increasing the capacitance value affects the shape of the tail wave voltage becoming increasingly gentle.*

**Keywords :** inductance, impulse, capacitance, resistance, high voltage

## I.PENDAHULUAN

Tegangan tinggi impuls yang mengenai saluran transmisi dan jaringan distribusi listrik

dapat menimbulkan gangguan. Hal ini karena tegangan impulse memiliki amplitudo yang sangat besar. Tegangan tinggi impuls terjadi

akibat operasi pensaklaran (*switching operation*) pada sistem tenaga listrik atau karena sambaran petir[1]. Dalam perkembangannya, tegangan tinggi impuls ini dapat disimulasikan mengingat kendala untuk membangkitkan memerlukan peralatan yang sangat mahal, memerlukan ruang yang cukup luas. Di Laboratorium, tegangan tinggi impuls bisa dibangkitkan hingga mencapai nilai lebih dari 1000 kV[2]. Karakteristik dari gelombang tegangan tinggi impulse yang dihasilkan memiliki durasi muka yang pendek, berkisar antara nilai pecahan dengan satuan mikro detik sampai beberapa puluh mikro detik dan kemudian berkurang secara perlahan menuju nilai nol[3]. Tegangan tinggi impuls petir standar telah ditetapkan oleh IEC sebagai impuls aperiodik yang mencapai nilai puncak pada waktu 1,2 mikro-detik kemudian nilainya akan turun secara perlahan (berkisar antara 50 mikro-detik ) sampai setengah dari nilai puncaknya[4]. Untuk keperluan simulasi peralatan listrik, tegangan tinggi impuls bisa diperoleh dari alat pembangkitan tegangan tinggi impuls yang terdiri atas generator impuls RC, generator impuls RLC, dan generator impuls rangkaian Marx[1].

Pada skala laboratorium, pembangkitan tegangan tinggi impuls dapat dilakukan dengan menggunakan generator rangkaian RC dan dengan rangkaian RLC[5]. Tegangan keluaran dari rangkaian RC dan rangkaian RLC merupakan gelombang eksponensial ganda yang berbentuk menyerupai tegangan tinggi impuls. Nilai-nilai dari komponen penyusun rangkaian menentukan bentuk gelombang keluaran yang dihasilkan.[2]

Pada makalah ini dirancang simulasi pembangkitan tegangan tinggi impuls berbasis generator rangkaian RC dan rangkaian RLC yang dapat digunakan untuk praktikum teknik tegangan tinggi. Masing-masing rangkaian RC dan RLC tersebut disusun sehingga dapat menghasilkan tegangan tinggi impuls petir yang sesuai standart IEC 60060-1. Selanjutnya nilai parameter R, L, maupun C pada kedua rangkaian tersebut divariasikan untuk mengetahui pengaruhnya pada karakteristik gelombang yang dihasilkan.

## II. METODE PENELITIAN

### 2.1. Perancangan Simulasi

Perancangan simulasi terdiri dari rangkaian sumber tegangan AC 1 fasa, rangkaian pembangkit tegangan tinggi DC dan rangkaian pembangkit tegangan tinggi impuls. Diagram blok perangkat keras yang dirancang pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.



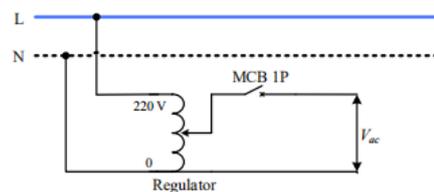
Gambar 1. Diagram blok perangkat keras

Spesifikasi simulasi yang telah dirancang pada penelitian ini berdasarkan Gambar 1 adalah sebagai berikut :

1. Sumber tegangan AC 1 Fasa sebagai sumber tegangan masukan untuk menghasilkan tegangan tinggi AC lalu menjadi sumber untuk rangkaian pembangkitan tegangan tinggi DC.
2. Rangkaian pembangkitan tegangan tinggi DC digunakan untuk menghasilkan tegangan tinggi DC yang akan menjadi suplai bagi blok rangkaian pembangkitan tegangan tinggi impuls.
3. Rangkaian pembangkitan tegangan tinggi impuls sebagai pembentuk gelombang impuls.

#### 2.1.1. Sumber Tegangan AC 1 Fasa

Suplai AC satu fasa yang digunakan berasal dari jala – jala PLN dengan tegangan 220 V *Line to Neutral* dengan frekuensi 50 Hz seperti ditunjukkan pada gambar 2.



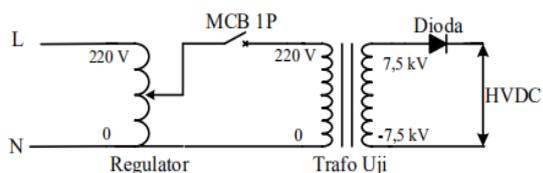
Gambar 2. Rangkaian suplai tegangan 1 fasa

Regulator digunakan untuk memvariasikan tegangan. Regulator yang digunakan memiliki spesifikasi tegangan masukan maksimal 250 V dengan arus maksimal 5 A. Sumber tegangan AC satu fasa digunakan sebagai sumber tegangan

untuk mensuplai rangkaian pembangkit tegangan tinggi DC.

### 2.1.2. Pembangkitan Tegangan Tinggi DC

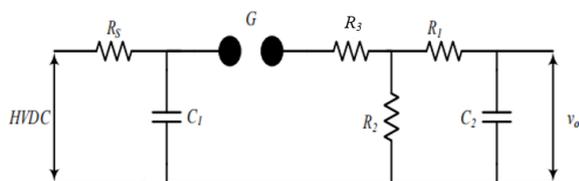
Pada simulasi ini digunakan rangkaian penyearah setengah gelombang dengan tegangan output akan dibatasi pada nilai 8 kV. Gambar 3 menunjukkan rangkaian penyearah setengah gelombang. Pada rangkaian digunakan sebuah diode tegangan tinggi. Sumber tegangan tinggi AC 1 fasa yang digunakan diperoleh dari trafo uji yang terhubung dengan regulator tegangan.



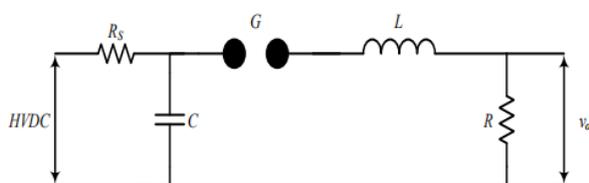
Gambar 3. Tegangan tinggi AC disearahkan

### 2.1.3. Pembangkitan Tegangan Tinggi Impuls

Pembangkitan tegangan tinggi impuls dapat dihasilkan melalui berbagai topologi. Pada simulasi ini akan dibahas dan dibuat rangkaian pembangkit tegangan tinggi impuls berbasis rangkaian RC dan RLC[3]. Gambar 4 dan Gambar 5 merupakan rangkaian yang akan direalisasikan dengan simulasi pada software PSIM. Masing-masing rangkaian terhubung dengan rangkaian pembangkit tegangan tinggi DC melalui tahanan pengisian  $R_s$ . Tahanan pengisian berfungsi untuk membatasi muatan dari sumber tegangan tinggi DC supaya tidak mengisi kapasitor pengisian saat terjadi *breakdown* pada sela udara G, sehingga muatan yang mengalir menuju rangkaian pembentuk gelombang hanya muatan yang berasal dari kapasitor pengisian. Besarnya  $R_s$  dapat diperoleh melalui simulasi.



Gambar 4. Rangkaian pembangkit tegangan tinggi impuls RC



Gambar 5. Rangkaian pembangkit tegangan tinggi impuls RLC

TABEL 1. DAFTAR NILAI PARAMETER KOMPONEN PENYUSUN RANGKAIAN PEMBANGKIT TEGANGAN TINGGI IMPULS.

Impulse Shape ( $\mu$ s)	$C_1$ (nF)	$C_2$ (nF)
1,2/50	10	1,2
1,2/50	25	1,2
1,2/50	50	1,2

Tegangan tinggi impuls yang dibangkitkan adalah tegangan tinggi impuls petir yang sesuai dengan standar IEC, yaitu memiliki waktu muka (tf) 1,2  $\mu$ s dan waktu ekor (tt) 50  $\mu$ s. Berdasarkan Tabel 1, ditetapkan nilai variasi kapasitor yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu sebesar 10 nF, 25 nF, dan 50 nF dengan perbandingan waktu muka dan waktu ekor sebesar 1,2/50  $\mu$ s, sedangkan nilai resistornya akan didapatkan melalui perhitungan.

## 2.2. Menentukan Nilai Komponen Rangkaian Pembangkitan Tegangan Tinggi Impuls

### 2.2.1. Perhitungan Nilai Komponen Rangkaian Pembangkit Tegangan tinggi impuls RC

Perhitungan pada rangkaian RC dengan nilai  $C_1 = 10$  nF,  $C_2 = 1,2$  nF,  $\alpha = 6,4$  dan  $\theta = 5,26$   $\mu$ s.

Perhitungan nilai x

$$X = \frac{1}{4\alpha^2} \left( 1 + \frac{C_1}{C_2} \right) \left( 1 + \frac{C_2}{C_1} \right)$$

$$X = 0,2667$$

Perhitungan nilai R1

$$R_1 = \frac{2\alpha\theta}{C_1 + C_2} (1 - \sqrt{1 - X})$$

$$X = 188,9\Omega$$

Perhitungan nilai R2

$$R_2 = \frac{2\alpha\theta}{C_1 + C_2} (1 + \sqrt{1 - X})$$

$$X = 1126,1\Omega$$

Dengan cara yang sama seperti perhitungan di atas, diperoleh hasil perhitungan R1 dan R2 menggunakan nilai kapasitor 25 nF dan 10 nF pada Tabel 2.

TABEL 2. HASIL PERHITUNGAN KOMPONEN  $R_1$  DAN  $R_2$  RANGKAIAN RC

$C_1$ (nF)	$R_1$ ( $\Omega$ )	$R_2$ ( $\Omega$ )
10	190	1125
25	190	2380
50	190	5820

2.2.2. Perhitungan Nilai Komponen Rangkaian Pembangkit Tegangan tinggi impuls RLC

Perhitungan pada rangkaian RLC dengan nilai  $C = 50 \text{ nF}$ ,  $\alpha = 6,4$  dan  $\theta = 5,26 \mu\text{s}$ .

Perhitungan nilai L

$$L = \frac{\theta^2}{C}$$

$$L = 553 \mu\text{H}$$

Perhitungan nilai R

$$R1 = \frac{2\alpha\theta}{C1}$$

$$R = 1346 \Omega$$

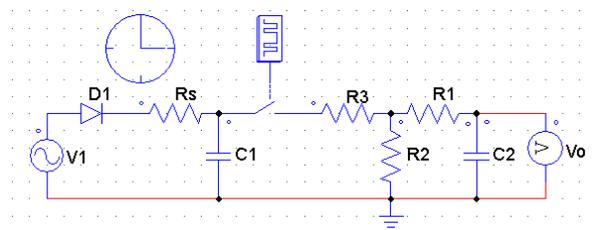
Dengan cara yang sama seperti perhitungan diatas, diperoleh hasil perhitungan R dan L menggunakan nilai kapasitor 25nF dan 10 nF pada Tabel 3.

TABEL 3. HASIL PERHITUNGAN KOMPONEN  $R_1$  DAN  $R_2$  RANGKAIAN RLC

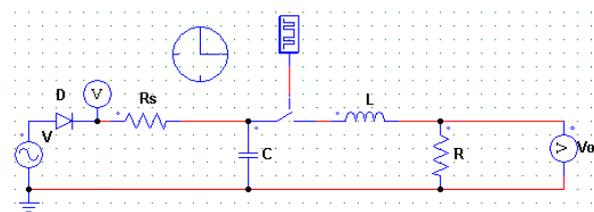
C (nF)	L ( $\mu\text{H}$ )	R ( $\Omega$ )
10	550	1350
25	1100	2700
50	2770	6730

2.2.3. Simulasi Rangkaian Pembangkitan Tegangan Tinggi Impuls

Software PSIM dapat digunakan untuk mengetahui kinerja rangkaian dan untuk menentukan komponen  $R_s$ . Pada kondisi ideal sumber tegangan arus searah harus terlepas dari kapasitor pengisian saat proses *discharge* pembentukan gelombang terjadi. Namun hal tersebut sulit dilaksanakan karena waktu *switching* yang sangat cepat dan tegangan yang relatif tinggi.



(a) Rangkaian RC



(b) Rangkaian RLC

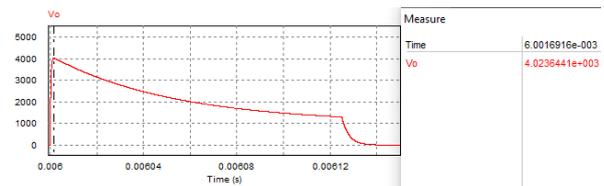
Gambar 6. Rangkaian pembangkitan tegangan impuls

Untuk mengatasi hal tersebut dapat dilakukan dengan menempatkan resistor di antara sumber tegangan tinggi DC dan kapasitor pengisian. Resistor akan menahan muatan yang mengalir menuju ke kapasitor pengisian. Namun penambahan resistor akan menyebabkan perubahan pada bentuk gelombang tegangan tinggi impuls. Diperlukan pemilihan yang tepat supaya gelombang yang dihasilkan tetap sesuai.

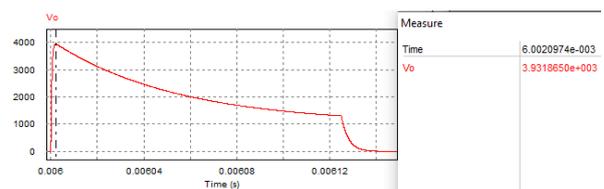
III.HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Simulasi dengan Tegangan Masukan 4 kV dengan variasi nilai R untuk Rangkaian RC

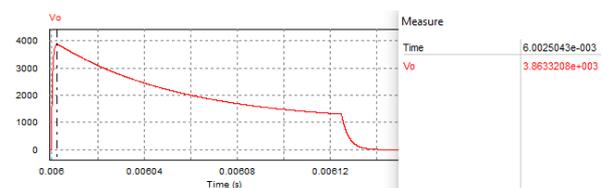
Simulasi ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi resistor terhadap gelombang keluaran rangkaian pembangkit tegangan tinggi impuls. Gambar 7, Gambar 8 dan Gambar 9 adalah gelombang keluaran tegangan tinggi impuls yang dihasilkan dari rangkaian Simulasi. Dalam Simulasi juga dilakukan variasi nilai resistor 1 dan resistor 3 yaitu sebesar  $140 \Omega$ ,  $190 \Omega$  dan  $230 \Omega$ . Data hasil Simulasi ditampilkan pada Tabel 4.



Gambar 7. Gelombang keluaran rangkaian pembangkit tegangan tinggi impuls RC dengan resistor  $140 \Omega$



Gambar 8. Gelombang keluaran rangkaian pembangkit tegangan tinggi impuls RC dengan resistor  $190 \Omega$



Gambar 9. Gelombang keluaran rangkaian pembangkit tegangan tinggi impuls RC dengan resistor  $230 \Omega$

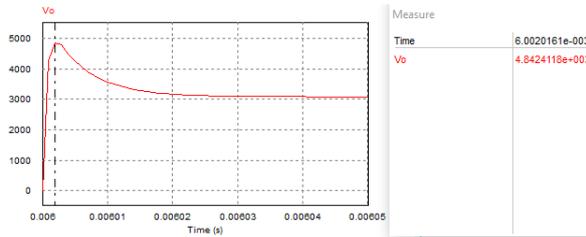
Berdasarkan hasil simulasi rangkaian pembangkitan tegangan tinggi impuls RC dengan mengubah besaran resistor didapatkan hasil bahwa semakin besar nilai resistansi maka semakin kecil nilai tegangan maksimalnya namun semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk mencapai puncak gelombang. Perubahan nilai resistansi tidak terlalu mempengaruhi bentuk gelombang keluaran yang dihasilkan.

TABEL 4. HASIL SIMULASI TEGANGAN TINGGI IMPULS DENGAN TEGANGAN MASUKAN 4 KV DENGAN MEMVARIASI NILAI R PADA RANGKAIAN RC

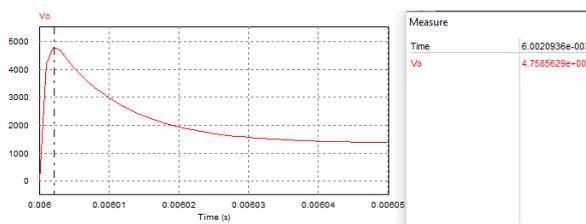
No	R <sub>1</sub> (Ω)	R <sub>2</sub> (Ω)	R <sub>3</sub> (Ω)	C (nF)	V <sub>max</sub> (V)	Waktu puncak (ms)
1	140	2380	140	25	4023	6.00169
2	190	2380	190	25	3932	6.00209
3	230	2380	230	25	3863	6.00250

### 3.2. Simulasi dengan Tegangan Masukan 4 kV dengan variasi nilai R untuk Rangkaian RLC

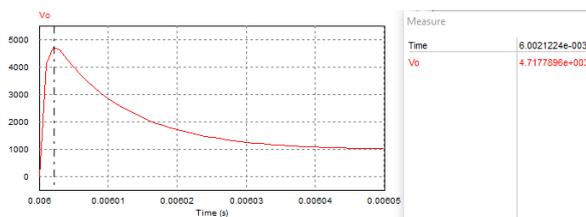
Simulasi ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi resistor terhadap gelombang keluaran rangkaian pembangkit tegangan tinggi impuls RLC.



Gambar 7. Gelombang keluaran rangkaian pembangkit tegangan tinggi impuls RLC dengan resistor 1000 Ω



Gambar 8. Gelombang keluaran rangkaian pembangkit tegangan tinggi impuls RLC dengan resistor 4000 Ω



Gambar 9. Gelombang keluaran rangkaian pembangkit tegangan tinggi impuls RLC dengan resistor 6000 Ω

Gambar 10, Gambar 11 dan Gambar 12 adalah gelombang keluaran tegangan tinggi impuls yang dihasilkan dari rangkaian Simulasi. Variasi nilai resistor yang digunakan yaitu sebesar 1000 Ω, 4000 Ω dan 6000 Ω. Data hasil Simulasi ditampilkan pada Tabel 5.

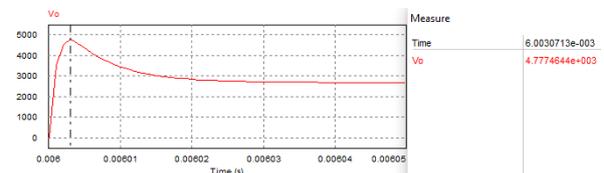
TABEL 5. HASIL SIMULASI TEGANGAN TINGGI IMPULS DENGAN TEGANGAN MASUKAN 4 KV DENGAN MEMVARIASI NILAI R PADA RANGKAIAN RLC

No	R <sub>s</sub> (Ω)	L (μH)	C (nF)	V <sub>max</sub> (V)	Waktu puncak (ms)
1	1000	5000	10	4842	6.00201
2	4000	5000	10	4758	6.00209
3	6000	5000	10	4717	6.00212

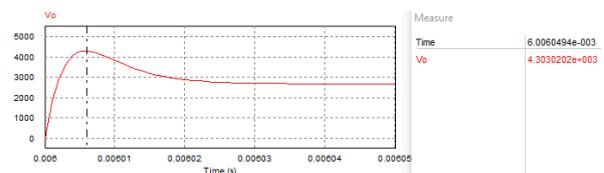
Berdasarkan hasil simulasi rangkaian pembangkitan tegangan tinggi impuls RLC dengan mengubah besaran resistor didapatkan hasil bahwa nilai resistansi berbanding terbalik dengan nilai Vmax, namun nilai resistansi berbanding lurus dengan nilai waktu puncak. Terlihat bahwa semakin besar nilai resistansi maka nilai Vmax semakin kecil, namun waktu yang dibutuhkan untuk mencapai puncak gelombang semakin lama. Perubahan nilai resistansi tidak terlalu mempengaruhi bentuk gelombang keluaran yang dihasilkan.

### 3.3. Simulasi dengan Tegangan Masukan 4 kV dengan variasi nilai L untuk Rangkaian RLC

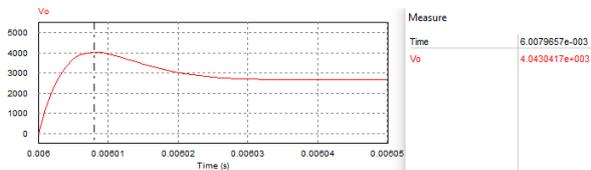
Simulasi ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi nilai induktor terhadap gelombang keluaran rangkaian pembangkit tegangan tinggi impuls.



Gambar 10. Gelombang keluaran rangkaian pembangkit tegangan tinggi impuls RLC dengan induktor 1000 μH



Gambar 11. Gelombang keluaran rangkaian pembangkit tegangan tinggi impuls RLC dengan induktor 3000  $\mu\text{H}$



Gambar 12. Gelombang keluaran rangkaian pembangkit tegangan tinggi impuls RLC dengan resistor 5000  $\mu\text{H}$

Gambar 10, Gambar 11 dan Gambar 12 adalah gelombang keluaran tegangan tinggi impuls yang dihasilkan dari rangkaian Simulasi. Variasi nilai induktor yang digunakan yaitu sebesar 1000  $\mu\text{H}$ , 4000  $\mu\text{H}$  dan 6000  $\mu\text{H}$ . Data hasil Simulasi ditampilkan pada Tabel 6.

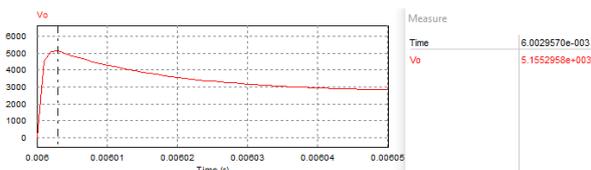
TABEL 6. HASIL SIMULASI TEGANGAN TINGGI IMPULS DENGAN TEGANGAN MASUKAN 4 kV DENGAN MEMVARIASI NILAI L

No	$R_s$ ( $\Omega$ )	L ( $\mu\text{H}$ )	C (nF)	$V_{\text{max}}$ (V)	Waktu puncak (ms)
1	1350	1000	10	4777	6.00307
2	1350	3000	10	4303	6.00604
3	1350	5000	10	4043	6.00796

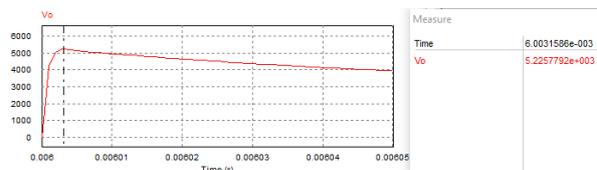
Berdasarkan dari tabel 6 setelah melakukan 3 simulasi rangkaian pembangkitan tegangan tinggi impuls RLC dengan mengubah besaran induktor didapatkan hasil bahwa nilai induktansi berbanding terbalik dengan nilai tegangan maksimum, namun berbanding lurus dengan waktu puncak. Hal tersebut terlihat di tabel, ketika nilai induktansi semakin besar maka tegangan maksimum yang dicapai semakin rendah, namun waktu yang dibutuhkan untuk mencapai puncak tegangan semakin lama. Pengaruh kenaikan nilai induktansi mempengaruhi bentuk tegangan muka gelombang mejadi semakin landai.

### 3.4. Simulasi dengan Tegangan Masukan 4 kV dengan variasi nilai C untuk Rangkaian RLC

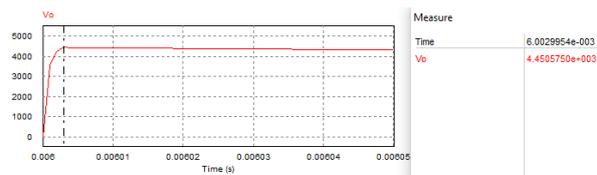
Simulasi ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi nilai kapasitor terhadap gelombang keluaran rangkaian pembangkit tegangan tinggi impuls.



Gambar 13. Gelombang keluaran rangkaian pembangkit tegangan tinggi impuls RLC dengan kapasitor 25 nF



Gambar 14. Gelombang keluaran rangkaian pembangkit tegangan tinggi impuls RLC dengan kapasitor 100 nF



Gambar 15. Gelombang keluaran rangkaian pembangkit tegangan tinggi impuls RLC dengan kapasitor 1000 nF

Gambar 13, Gambar 14 dan Gambar 15 adalah gelombang keluaran tegangan tinggi impuls yang dihasilkan dari rangkaian simulasi. Variasi nilai kapasitor yang digunakan yaitu sebesar 25 nF, 100 nF dan 1000 nF. Data hasil Simulasi ditampilkan pada Tabel 7.

TABEL 7. HASIL SIMULASI TEGANGAN TINGGI IMPULS DENGAN TEGANGAN MASUKAN 4 kV DENGAN MEMVARIASI NILAI L

No	$R_s$ ( $\Omega$ )	L ( $\mu\text{H}$ )	C (nF)	$V_{\text{max}}$ (V)	Waktu puncak (ms)
1	1350	550	25	5155	6.00295
2	1350	550	100	4813	6.01700
3	1350	550	1000	4406	6.02298

Berdasarkan dari tabel 7 setelah melakukan 3 percobaan simulasi rangkaian pembangkitan tegangan tinggi impuls RLC dengan mengubah besaran kapasitor didapatkan hasil bahwa nilai kapasitor berbanding lurus dengan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai puncak gelombang, sedangkan pada nilai  $V_{\text{max}}$  tidak berpengaruh secara linear. Nilai kapasitor mempengaruhi bentuk gelombang yang dihasilkan. Semakin besar nilai kapasitansi maka ekor gelombang semakin landai.

## IV. KESIMPULAN

Simulasi pembangkitan tegangan tinggi impuls menggunakan rangkaian RC dan RLC yang dibuat mampu menghasilkan tegangan tinggi

impuls, dapat menghasilkan gelombang keluaran dengan hasil simulasi dan perhitungan. Masing-masing rangkaian RC dan RLC disusun untuk menghasilkan tegangan tinggi impuls petir yang sesuai standart IEC 60060-1. Pada rangkaian pembangkitan tegangan tinggi impuls RC dan tegangan tinggi impuls RLC, semakin besar nilai resistansi maka semakin kecil nilai tegangan maksimalnya namun semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk mencapai puncak gelombang. Pengaruh variasi induktor pada pembangkitan tegangan tinggi impuls RLC yaitu semakin besar nilai induktansi maka tegangan maksimum yang dicapai semakin rendah, namun waktu yang dibutuhkan untuk mencapai puncak tegangan semakin lama. Selain itu, pengaruh kenaikan nilai induktansi mempengaruhi bentuk tegangan muka gelombang mejadi semakin landai. Sementara perubahan nilai kapasitansi pada rangkaian berbanding lurus dengan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai puncak gelombang, namun tidak berbanding linear dengan nilai tegangan maksimum yang dihasilkan. Selain itu, pengaruh kenaikan nilai kapasitansi mempengaruhi bentuk tegangan ekor gelombang mejadi semakin landai. Rangkaian pembangkit tegangan tinggi impuls RLC dapat menghasilkan tegangan tinggi impuls maksimal yang lebih besar dari rangkaian pembangkit tegangan tinggi impuls RLC dengan tegangan masukan yang sama. Rangkaian

pembangkit tegangan tinggi impuls RLC memiliki bentuk gelombang yang lebih baik dari rangkaian pembangkit tegangan tinggi impuls RLC.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Fernando, Dian Dedy. “Rancang Bangun Pembangkitan Tegangan Tinggi Impuls Menggunakan Rangkaian RLC” Laporan Tugas Akhir, Universitas Lampung. 2019.
- [2]. Bimatara, Topan. “Kinerja Rangkaian RC Dan RLC Dalam Pembangkitan Tegangan Tinggi Impuls” Laporan Tugas Akhir, Universitas Diponegoro. 2016.
- [3]. Tobing, Bonggas L, Dasar Teknik Simulasi Tegangan Tinggi, Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 2003.
- [4]. Kind, Dieter, Pengantar Teknik Eksperimental Tegangan Tinggi. Bandung,. Indonesia: ITB, 1993.
- [5]. Salam, Mazen Abdel, dkk , High Voltage Engineering Theory and Practice. Second Edition, Revised, expanded, Marcel Dekker, Basel, 2000.
- [6]. Wadhwa, C. L. High Voltage Engineering. Second Edition. New Delhi: New Age International (P) Limited, Publisher. 2007.
- [7]. Purba, Irpan Logitra. “Perancangan Pembangkit Tegangan Tinggi Impuls Untuk Mengurangi Jumlah Bakteri pada Susu Perah” Laporan Tugas Akhir, Universitas Diponegoro. 2013.