

# Pengaturan Jarak Bola (Sphere Gap) Pembangkitan Tegangan Tinggi Impuls Secara Semi Otomatis

<sup>1\*</sup> Sonong, <sup>2</sup> Muhammad Yusuf Yunus, <sup>3</sup> Marhatang, <sup>4</sup> Makmur Saini,  
<sup>5</sup> Herman Nawir, <sup>6</sup> Muhammad Ruswandi Djalal

<sup>1,2,3</sup> Teknik Konversi Energi, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

<sup>4,5,6</sup> Teknik Pembangkit Energi, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

<sup>1</sup>sonong@poliupg.ac.id, <sup>2</sup>yusuf\_yunus@poliupg.ac.id, <sup>3</sup>marhatang@poliupg.ac.id, <sup>4</sup>makmur.saini@poliupg.ac.id,  
<sup>5</sup>herman.nawir@poliupg.ac.id, <sup>6</sup>wandi@poliupg.ac.id

## Article Info

### Article history:

Received January 5<sup>th</sup>, 2023

Revised January 16<sup>th</sup>, 2023

Accepted February 2<sup>nd</sup>, 2023

### Keyword:

Sphere Gap

Jarak Bola

Tegangan Tinggi Impuls

Otomatis

## ABSTRACT

An overhaul is a process of dismantling a problematic engine so that it can be examined more thoroughly. During the overhaul, the problematic engine components are replaced. The overhaul of the sphere gap setting of the semi-automatic high impulse voltage generation is also intended to maximize the K3 system and the level of accuracy when conducting research on impulse voltage generation. The current condition after the occurrence of damage to the automatic sphere gap adjustment machine. The sphere gap setting is done manually, causing the desired ball gap distance to be not very accurate, and the risk of work accidents is higher in the high voltage laboratory. In the first stage of work, an inspection and measurement were carried out to replace the capacitor and limit switch components because they could no longer be used. As well as improvements to the electromagnetic brake components. From the test results, it was found that the distance measurement was as expected and it can be proven that after an overhaul, the semi-automatic spacer can function normally again so it can make it easier to conduct high voltage impulse research. In addition, from a security point of view, it is better because the spacing between the balls is done outside the high-voltage impulse generation cage.

Copyright © 2023 Jurnal JEETech.

All rights reserved.

### Corresponding Author:

Sonong

Teknik Konversi Energi, Politeknik Negeri Ujung Pandang

Jl. Perintis Kemerdekaan KM.10, Makassar

Email: sonong@poliupg.ac.id

Abstrak—Overhaul adalah proses membongkar mesin yang bermasalah agar dapat diperiksa dengan lebih teliti. Dalam overhaul juga dilakukan penggantian terhadap komponen-komponen mesin yang bermasalah. Overhaul pengaturan sphere gap pembangkitan tegangan tinggi impuls secara semi otomatis ini juga dimaksudkan untuk memaksimalkan sistem K3 dan tingkat keakuratan ketika melakukan penelitian pembangkitan tegangan impuls. Kondisi yang ada saat ini setelah terjadinya kerusakan pada mesin pengaturan sphere gap secara otomatis. Pengaturan sphere gap dilakukan secara manual, menyebabkan jarak celah bola yang diinginkan tidak terlalu akurat, dan resiko terjadinya kecelakaan kerja semakin tinggi pada Laboratorium Tegangan tinggi. Tahap pertama pengerjaan dilakukan pemeriksaan dan pengukuran untuk mengganti komponen kapasitor dan limit switch karena tidak bisa dipergunakan lagi. Serta perbaikan pada komponen electromagnetic brake. Dari hasil pengujian didapatkan pengukuran jarak sudah sesuai dengan yang diharapkan dan dapat dibuktikan setelah dilakukan overhaul pada alat pengatur jarak semi otomatis sudah dapat berfungsi dengan normal kembali sehingga dapat mempermudah saat dilakukannya penelitian tegangan tinggi impuls. Selain itu dari segi keamanan lebih baik karena pengaturan jarak sela bola dilakukan di luar sangkar pembangkitan tegangan tinggi impuls.

## I. Latar Belakang

Pengujian tegangan tinggi adalah proses pengujian komponen sistem tenaga listrik yang digunakan pada tegangan tinggi. Jenis pengujian ini merupakan bagian dari teknik tegangan tinggi. Tujuan pengujian tegangan tinggi adalah menjamin keandalan peralatan tegangan tinggi selama tegangan tinggi diterapkan. Ada tiga jenis

tegangan tinggi yang akan diukur dalam pengujian tegangan tinggi, yaitu tegangan tinggi AC, tegangan tinggi DC, dan tegangan tinggi impuls [1]. Tegangan impuls merupakan gelombang tegangan yang besarnya naik secara pesat mencapai nilai tertentu kemudian drop menuju nilai nol. Tegangan impuls merupakan hal yang penting dalam pengujian isolasi dari sebuah sistem.

Tegangan impuls diperlakukan dalam pengujian tegangan tinggi untuk mensimulasi terpaan akibat tegangan lebih dalam dan luar serta untuk meneliti mekanisme tembus. Umumnya tegangan impuls dibangkitkan dengan meliuhakkan muatan kapasitor tegangan tinggi (melalui sela) pada suatu rangkaian resistor dan kapasitor, untuk itu sering digunakan rangkaian pengali tegangan. Nilai puncak dari tegangan impuls dapat ditentukan dengan bantuan sela ukur atau dengan rangkaian elektronik yang dikombinasikan dengan pembagi tegangan. Pengujian tegangan tinggi impuls [2].

Penerapan tegangan tinggi impuls telah banyak digunakan, pada [3] Pembangkit Tegangan Tinggi Impuls Untuk Aplikasi Pengolahan Limbah Cair Industri Minuman Ringan. [4] membahas tentang aplikasi pembangkit tegangan tinggi impuls untuk pembuatan reaktor ozon. [5] membahas tentang penerapan tegangan tinggi impuls sebagai pengolah limbah cair. [6] membahas tentang perancangan pembangkit tegangan tinggi impuls untuk mengurangi jumlah bakteri pada cairan susu perah. [7] membahas tentang aplikasi teknologi plasma menggunakan tegangan tinggi impuls untuk pengolahan air limbah rumah tangga. Beberapa penelitian tersebut menunjukkan contoh kasus penggunaan tegangan tinggi impuls.

Dalam dunia pendidikan pengujian pembangkitan dan pengukuran tegangan tinggi telah dikemas menjadi suatu modul praktikum untuk memudahkan mahasiswa dalam melakukan praktikum. Faktor yang berpengaruh terhadap keberhasilan proses belajar selain faktor *intern* dari peserta didik dan pendidik juga dipengaruhi faktor *ekstern* antara lain adalah sarana dan prasarana pembelajaran. Pada Program Studi Teknik Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang menyediakan media praktik berupa media pembelajaran Tegangan tinggi. Dari sekian banyak media yang disediakan, masih dijumpai beberapa yang kurang optimal dipergunakan. Salah satunya adalah Pengujian pembangkitan tegangan impuls yang sudah tidak dapat beroperasi normal karena berbagai kerusakan yang ada. Penelitian ini bertujuan memperbaiki pengaturan jarak bola (*sphere gap*) pembangkitan tegangan impuls secara semi otomatis. Perbaikan atau rekondisi yang dilakukan yaitu pada sistem utama mesin. Laboratorium Tegangan Tinggi milik konsentrasi energi jurusan Teknik Mesin Sekolah Vokasi Politeknik Negeri ujung Pandang direkondisi supaya dapat dimanfaatkan secara maksimal dalam Proses Belajar Mengajar antara dosen dengan mahasiswa.

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengupgrade peralatan pengujian tegangan tinggi, seperti [8] yang membahas implementasi Arduino pada pengujian tegangan tinggi. [9] membahas tentang perancangan pengukuran tegangan tinggi pada modul pembangkit tegangan tinggi impuls. [10] membahas tentang perancangan pembangkit tegangan tinggi impuls 11,20 kv dengan menerapkan zero voltage switching pada konverter flyback. [3] membahas tentang perancangan pembangkit tegangan tinggi impuls untuk aplikasi pengolahan limbah cair industry. Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan dapat disimpulkan bahwa rumusan masalah yaitu, bagaimana kinerja pengaturan jarak *sphere gap* pembangkitan tegangan tinggi impuls secara semi otomatis, setelah di *overhaul*.

## II. Metode Penelitian

Pada laboratorium teknik tegangan tinggi *sphere gap* digunakan untuk melindungi berbagai peralatan listrik yang ada pada instalasi listrik. Sehingga aman dalam proses pengambilan data di laboratorium. Pengaturan jarak bola (*sphere gap*) dapat di atur secara manual maupun semi otomatis. pada penyusunan penelitian ini kami hanya memfokuskan pada pengaturan semi otomatisnya saja. Pengaturan semi otomatis jarak bola (*sphere gap*) disebut sebagai *overhaul*.

*Overhaul* adalah proses dalam membongkar mesin yang bermasalah agar dapat diperiksa dengan lebih teliti. Dalam *overhaul* juga dilakukan penggantian terhadap komponen-komponen mesin yang bermasalah.

### A. Tempat dan Waktu Kegiatan

Lokasi perancangan dan pengujian akan dilaksanakan di Laboratorium Tegangan Tinggi Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang mulai dari february sampai dengan juni 2022.

### B. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam proses *Overhaul* yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Solder Listrik
2. Tool box
3. Timah
4. Obeng (+) dan (-)
5. Kunci pas
6. Multimeter
7. Majun

Bahan-bahan yang digunakan pada proses pembuatan prototipe yang akan dibuat adalah sebagai berikut :

1. Limit Switch
2. Kontaktor
3. Motor DC satu fasa
4. Kabel-kabel
5. Selector switch
6. Thermal Overload Relay

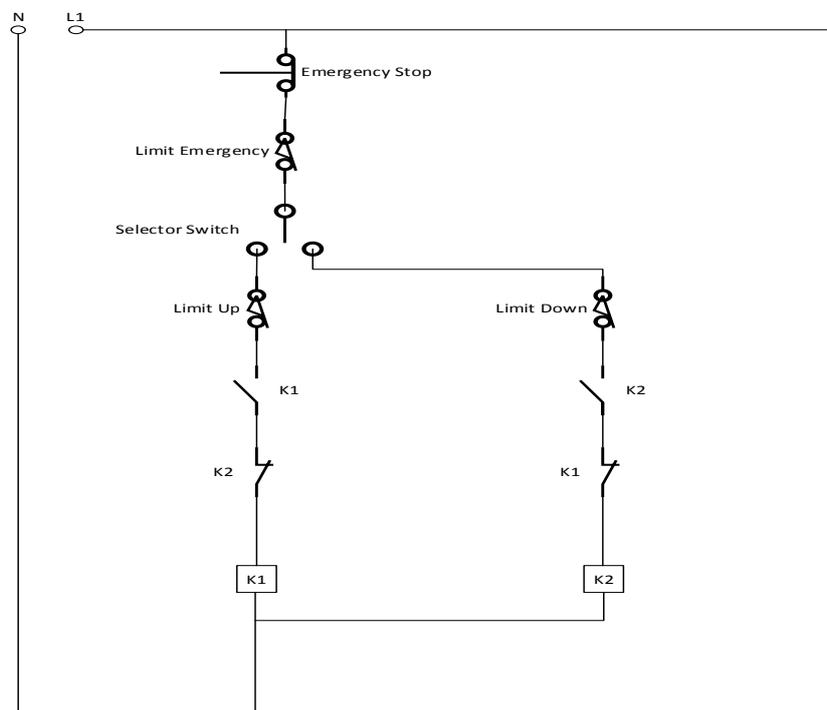
### C. Studi Literatur

Tahap perencanaan dilakukan studi literatur mengenai sistem yang dibuat dengan tujuan mengumpulkan informasi agar memudahkan dalam pengerjaan *overhaul*.

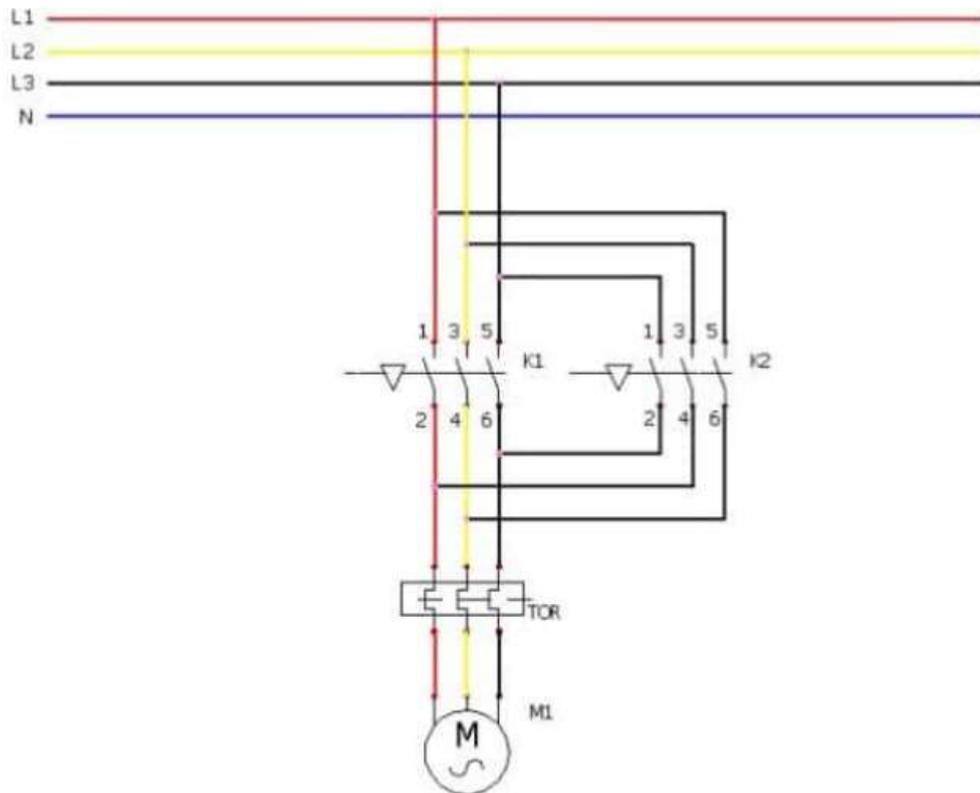
### D. Pembongkaran dan Perbaikan

Prosedur pembongkaran dan perbaikan pengatur jarak bola (*sphere gap*) semi otomatis yaitu sebagai berikut:

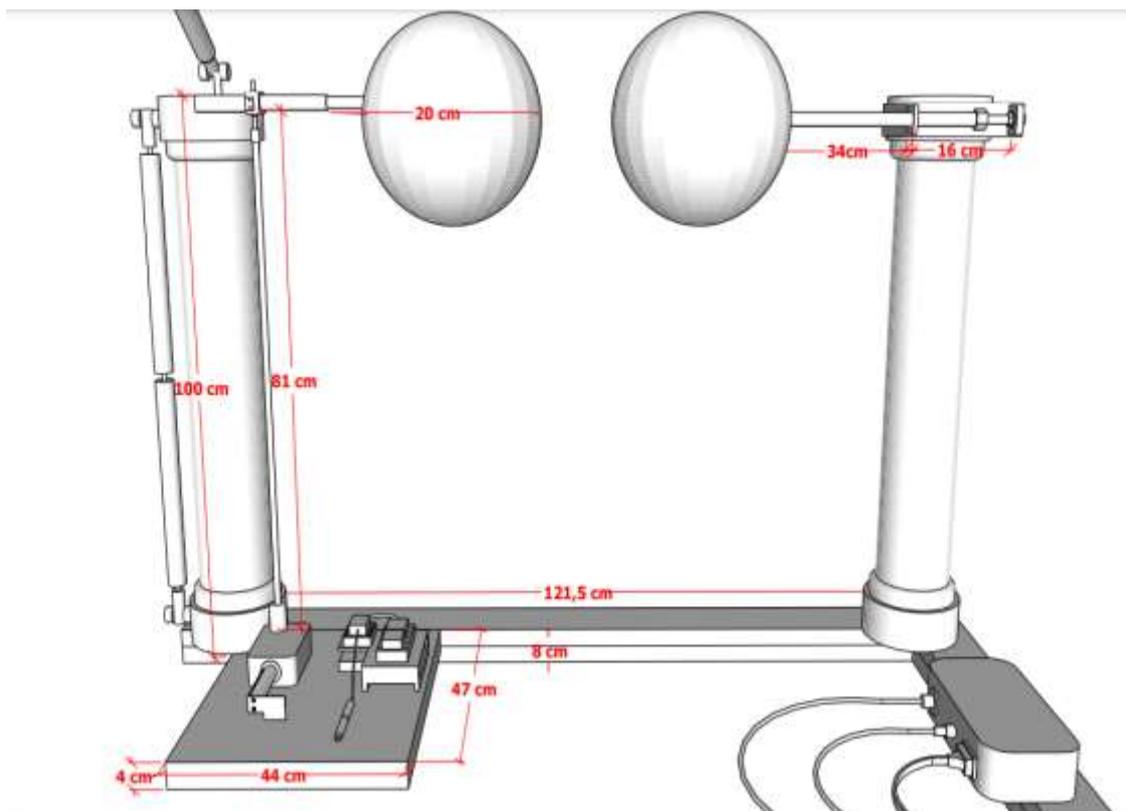
- 1) Menyiapkan semua alat dan bahan yang akan digunakan.
- 2) Memastikan setiap komponen tidak dialiri arus listrik sebelum melakukan pembongkaran.
- 3) Melepas kabel instalasi listrik pada setiap komponen.
- 4) Memeriksa setiap kabel untuk mengetahui apakah adanya kabel yang putus.
- 5) Memeriksa setiap komponen apakah ada komponen yang rusak atau hilang pada objek.
- 6) Mengganti setiap komponen yang rusak maupun hilang.
- 7) Memasang kembali kabel instalasi listrik pada setiap komponen.



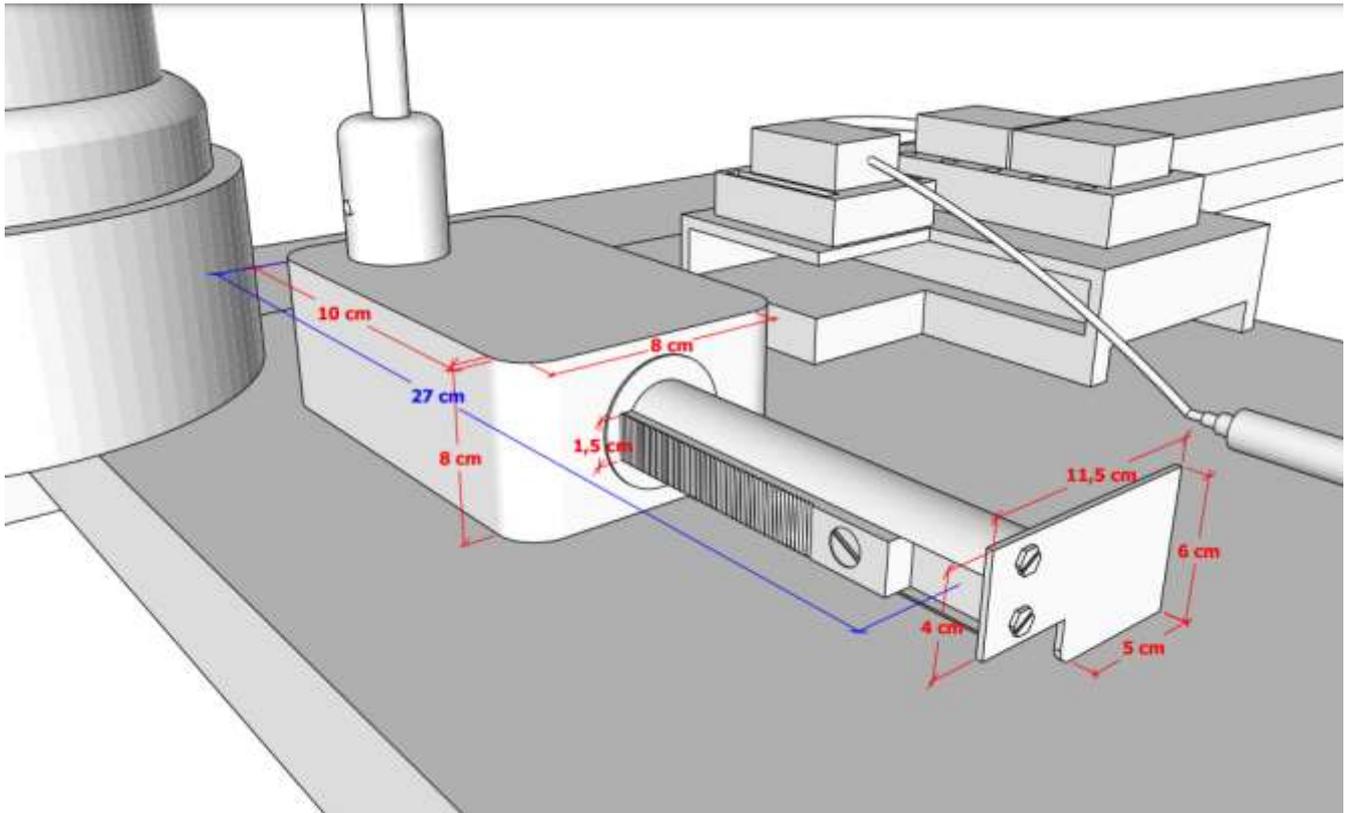
Gambar 1. Rangkaian Pengawatan



Gambar 2. Rangkaian Daya



Gambar 3. Alat Pembangkit Tegangan Impuls



Gambar 4. Alat pengontrol jarak bola sphere gap

#### E. Prosedur Pengujian Alat

Membandingkan alat sebelum dan sesudah melakukan perbaikan pada alat, dengan cara melakukan pengujian dan pengukuran dengan prosedur sebagai berikut:

- 1) Menyiapkan peralatan pengujian tegangan tinggi impuls.
- 2) Mengukur bentuk tegangan dengan sebuah osiloskop dengan skala berbeda (0.5.10 us/div) pada sekitar 50 % dari tegangan maksimum pengisian (charging). Gunakan tahanan depan dan belakang untuk lighting impulse 1.2/50 ms.
- 3) Mengukur tegangan impuls dengan rata-rata jarak daerah dari divider.
- 4) Membuat kesimpulan tentang kinerja alat setelah dilakukan overhaul.
- 5) Pengujian selesai

### III. Hasil dan Pembahasan

Setelah proses *Overhaul* Pengaturan Jarak Bola (*Sphere Gap*) Pembangkitan Tegangan Tinggi Impuls Secara Semi Otomatis telah dilakukan dan diselesaikan untuk selanjutnya dilakukan proses pengujian kinerja pengaturan jarak bola yang meliputi pengukuran jarak minimum dan maksimum sela bola, dan pengujian pembangkitan tegangan tinggi impuls.

Pengujian kinerja dilakukan bertujuan untuk mengetahui apakah pembangkitan tegangan tinggi impuls di laboratorium tegangan tinggi dapat bekerja dengan normal sesuai dengan standar setelah dilakukan *overhaul* pada mesin tersebut, jika belum sesuai maka perlu dilakukan rekondisi kembali.

Prosedur pengujian dilakukan sesuai dengan ketentuan yang berlaku pada masing-masing pengujian. Adapun prosedur pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- a. Pengukuran jarak minimum dan maksimum sela bola
  - 1) Mengatur secara manual jarak sela bola hingga 0 mm.
  - 2) Menyalakan alat praktikum pembangkit tegangan tinggi.
  - 3) Lakukan kalibrasi terhadap alat ukur.
  - 4) Menurunkan saklar pilih untuk memperbesar jarak sela bola hingga menyentuh atau mengaktifkan *limit switch* untuk menentukan jarak maksimum sela bola.
  - 5) Menaikkan saklar pilih untuk memperkecil jarak sela bola hingga menyentuh atau mengaktifkan *limit switch* untuk menentukan jarak minimum sela bola.
- b. Pengujian pembangkitan tegangan tinggi impuls
  - 1) Menyiapkan peralatan pengujian tegangan tinggi impuls.
  - 2) Menyalakan alat pembangkitan tegangan tinggi impuls.
  - 3) Lakukan kalibrasi pada alat ukur.
  - 4) Mengukur bentuk tegangan dengan sebuah osiloskop dengan skala berbeda (0.5.10 us/div) pada sekitar 50 % dari tegangan maksimum pengisian (charging). Gunakan tahanan depan dan belakang untuk lighting impulse 1.2/50 ms.
  - 5) Mengukur tegangan impuls dengan rata-rata jarak daerah dari divider.

### Hasil pengujian

Hasil pengukuran jarak minimum dan maksimum sela bola yaitu Jarak maksimum sela bola adalah 78 mm, dan jarak minimum sela bola adalah 0 mm. Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian pembangkitan tegangan tinggi impuls.

Tabel 1. Hasil pengujian pembangkitan tegangan tinggi impuls

No	Jarak (mm)	Veff (kv)	Veff (kv)	Vimp (kv)	Vimp (kv)
1	1	3,1	3,03	2,3	2,3
		3		2,4	
		3		2,2	
2	2	4,2	4,13	4,7	5
		4,1		5,1	
		4,1		5,2	
3	3	5,8	5,5	9,7	9,93
		5,4		10,2	
		5,3		9,9	
4	4	7,2	7,5	11,7	11,44
		7,5		11,6	
		7,8		11,02	
5	5	12,1	11,4	13,2	12,9
		10,8		12,9	
		11,3		12,6	

### Pembahasan Hasil Rekondisi Alat

Dalam rekondisi Pengatur Jarak bola (*Sphere Gap*) Pembangkitan Tegangan Tinggi Impuls, tinjauan komponen utama yang meliputi motor listrik, gear, kontaktor, TOR, kapasitor, *linear position transducer*, *electromagnetic brake*, kapasitor, dan *limit switch* ada beberapa hal yang perlu dibahas, diantaranya adalah *electromagnetic brake*, kapasitor, dan *limit switch*.

Pada *electromagnetic brake* terjadi kerusakan dimana kabel sambungan dari motor listrik ke *electromagnetic brake* terputus, sehingga *electromagnetic brake* melakukan pengereman pada motor listrik karena *electromagnetic brake* tidak menerima suplai listrik dari motor listrik, sehingga menyebabkan motor listrik tidak dapat berputar, sehingga perlu dilakukan penyambungan kabel dengan cara menyolder dengan timah sehingga dapat terhubung kembali dan berfungsi dengan normal.

Pada kapasitor terjadi kerusakan sehingga tidak dapat berfungsi dengan normal, sehingga perlu dilakukan penggantian kapasitor dengan spesifikasi yang sama dengan standar alat.

Pada salah satu dari 2 unit *limit switch* terjadi kerusakan sehingga tidak dapat berfungsi, sehingga perlu dilakukan penggantian pada salah satu *limit switch* yang rusak, sehingga alat dapat berfungsi dengan normal kembali.

### Pembahasan Proses Pengujian

Pengujian kinerja Pengaturan Jarak Bola (*Sphere Gap*) Pembangkitan Tegangan Tinggi Impuls Secara Semi Otomatis. Hasil dari pengujian ini menunjukkan hasil dari rekondisi yang telah dilakukan, berikut ini pembahasannya.

#### 1. Pengukuran Jarak

Dari hasil pengukuran jarak, sudah sesuai dengan yang diharapkan dan dapat dibuktikan setelah dilakukan *overhaul* pada alat pengatur jarak semi otomatis sudah dapat berfungsi dengan normal kembali sehingga dapat mempermudah saat dilakukannya praktikum tegangan tinggi impuls.

#### 2. Pengujian Pembangkitan Tegangan Tinggi Impuls

Dari hasil pengujian pembangkitan tegangan tinggi impuls dapat dilihat bahwa setelah dilakukan *overhaul*, tidak terjadi masalah pada pembangkitan tegangan tinggi impuls dan berfungsi dengan normal. Dengan data pengujian sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Pengujian

No	Jarak (mm)	V <sub>eff</sub> (kv)	V <sub>imp</sub> (kv)
1	1	3,03	2,3
2	2	4,13	5
3	3	5,5	9,93
4	4	7,5	11,44
5	5	11,4	12,9

Dapat disimpulkan sudah tidak terjadi lagi kerusakan pada alat pembangkit tegangan tinggi impuls, dan dalam melakukan praktikum yang sebelum dilaksanakannya *overhaul*, dimana dalam memberikan jarak sela bola dilakukan dengan cara manual didalam sangkar, kedepannya dapat dilakukan dengan semi otomatis diluar sangkar.

#### IV. Kesimpulan

Berdasarkan dari proses overhaul dan hasil pengujian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan data pemeriksaan dan pengukuran maka dapat disimpulkan komponen mana yang dapat diperbaiki dan yang harus diganti. Komponen yang harus diganti adalah kapasitor karena tidak bisa dipergunakan lagi. Dan komponen yang harus diganti lainnya yaitu limit switch. Sedangkan komponen yang harus diperbaiki adalah electromagnetic brake.
2. Berdasarkan hasil pengukuran jarak, sudah sesuai dengan yang diharapkan dan dapat dibuktikan setelah dilakukan *overhaul* pada alat pengatur jarak semi otomatis sudah dapat berfungsi dengan normal kembali sehingga dapat mempermudah saat dilakukannya praktikum tegangan tinggi impuls.
3. Dari hasil pengujian pembangkitan tegangan tinggi impuls dapat dilihat bahwa setelah dilakukan *overhaul*, tidak terjadi masalah pada pembangkitan tegangan tinggi impuls dan berfungsi dengan normal.
4. Sudah tidak terjadi lagi kerusakan pada alat pembangkit tegangan tinggi impuls, dan dalam melakukan praktikum yang sebelum dilaksanakannya *overhaul*, dimana dalam memberikan jarak sela bola dilakukan dengan cara manual didalam sangkar, kedepannya dapat dilakukan dengan semi otomatis diluar sangkar.

#### V. Daftar Pustaka

- [1] I. S. Poniman, S. Poniman, N. K. T. SUANDAYANI, and N. K. T. SUANDAYANI, "Teknik Pengukuran Tegangan Tinggi Sistem Pelipat Tegangan Mesin Berkas Elektron," 2017.
- [2] S. Makmur, N. Herman, S. Sonong, and R. D. Muhammad, "Buku Ajar Teori Dan Praktik Teknik Tegangan Tinggi," ed: Deepublish, 2022.
- [3] A. Warsito, "Perancangan Pembangkit Tegangan Tinggi Impuls Untuk Aplikasi Pengolahan Limbah Cair Industri Minuman Ringan Dengan Teknologi Plasma Lucutan Korona," University Diponegoro, 2011.
- [4] Y. Baharudin, A. Warsito, A. Syakur, and I. N. Widiasta, "Aplikasi Pembangkit Tegangan Tinggi Impuls Untuk Pembuatan Reaktor Ozon," Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik, 2011.
- [5] G. Susilowati, A. Warsito, and A. Syakur, "Perbandingan Konfigurasi Geometri Elektroda Pada Reaktor Plasma Lucutan Korona Tegangan Tinggi Impuls dan Aplikasinya sebagai Pengolah Limbah Cair," Diponegoro University, 2011.
- [6] I. L. Purba, M. Facta, and A. J. T. J. I. T. E. Syakur, "PERANCANGAN PEMBANGKIT TEGANGAN TINGGI IMPULS UNTUK MENGURANGI JUMLAH BAKTERI PADA CAIRAN SUSU PERAH," vol. 2, no. 3, pp. 720-727, 2013.
- [7] H. Harbeno, I. N. Anggraini, and R. S. Rinaldi, "APLIKASI TEKNOLOGI PLASMA MENGGUNAKAN TEGANGAN TINGGI IMPULS UNTUK PENGOLAHAN AIR LIMBAH RUMAH TANGGA," Universitas Bengkulu.
- [8] A. A. Marpaung, "Studi Pendahuluan Penggunaan Arduino untuk Pengujian Tegangan Tinggi (Aplikasi Laboratorium Tegangan Tinggi USU)," 2018.
- [9] C. D. C. Pravitasari, A. Syakur, and B. J. T. J. I. T. E. Setiyono, "PERANCANGAN PENGUKURAN TEGANGAN TINGGI PADA MODUL PEMBANGKIT TEGANGAN TINGGI IMPULS," vol. 7, no. 4, pp. 1002-1009, 2019.

- [10] N. A. Pratiwi, A. Syakur, and K. J. T. J. I. T. E. Karnoto, "Perancangan Pembangkit Tegangan Tinggi Impuls 11, 20 kV dengan Menerapkan Zero Voltage Switching (ZVS) pada Konverter Flyback," vol. 20, no. 1, pp. 8-14, 2018.