

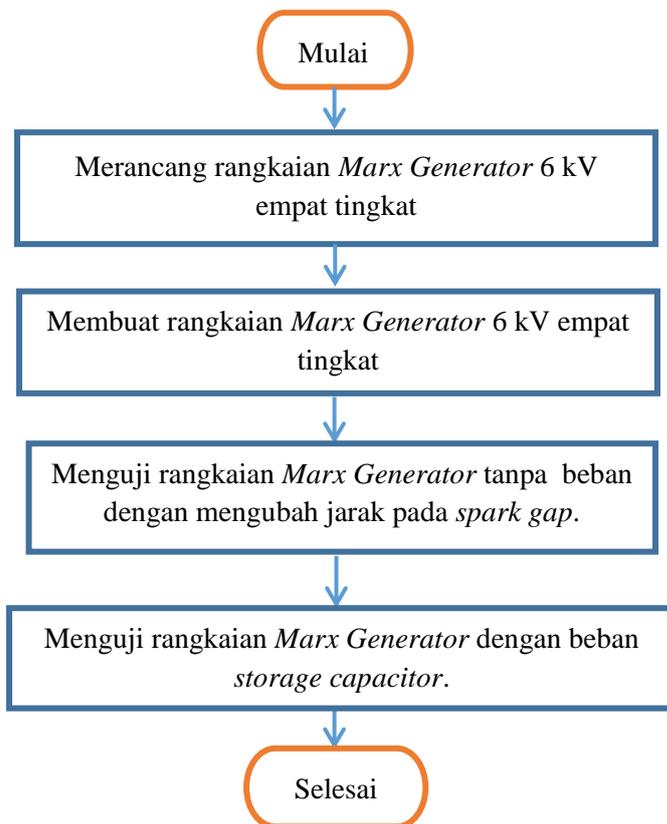
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

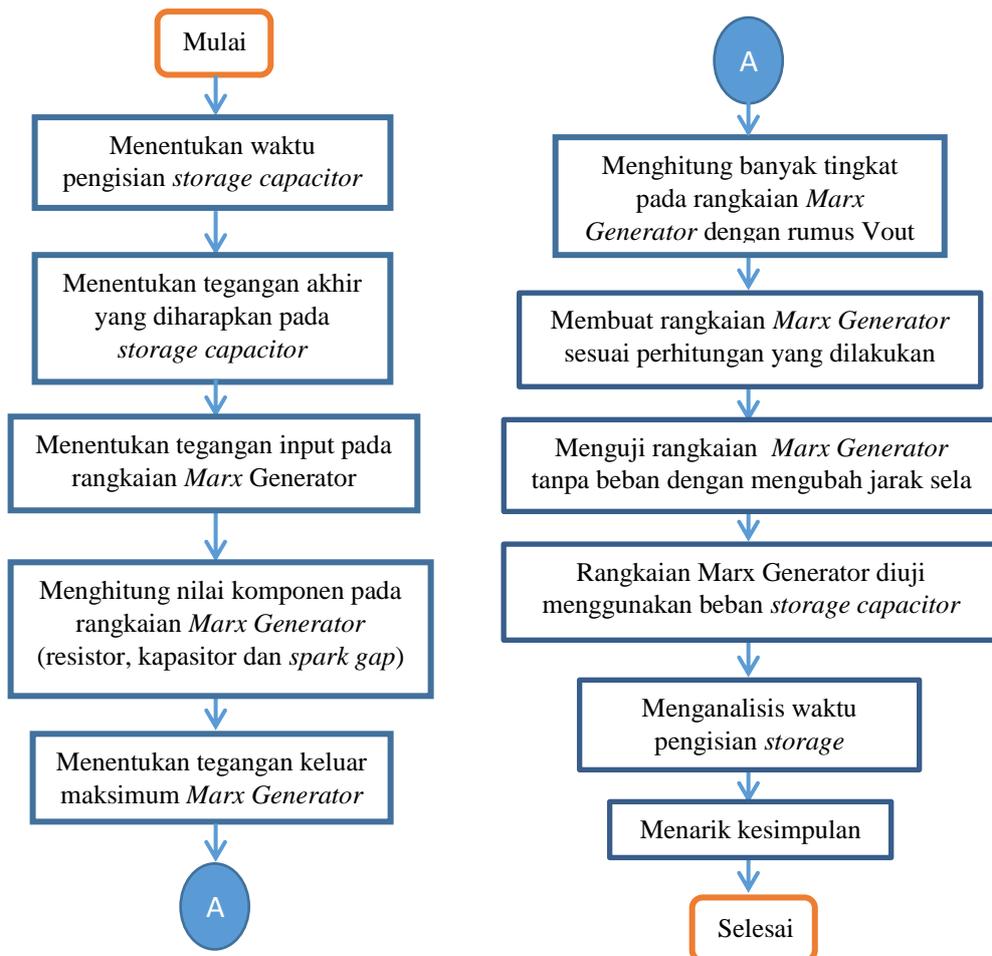
Metodologi penelitian yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini adalah dengan merancang rangkaian *Marx Generator* 6 kV empat tingkat yang dapat mengisi muatan *storage capacitor* dengan waktu maksimal sepuluh detik. Untuk itu langkah-langkah pelaksanaan penelitian ini akan mencakup perancangan dan pembuatan alat, pengujian dan analisis, serta penarikan kesimpulan.

3.1 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian ini disajikan pada Gambar 3.2 dan secara umum disajikan dalam Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Umum Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

3.1.1 Penentuan Waktu Pengisian *Storage Capacitor*

Pembangkit impuls kombinasi tegangan dan arus bekerja berulang-ulang dalam waktu yang singkat. Sistem pengisian ini diharapkan dapat mencapai tegangan tersebut dalam waktu maksimal seperti alat yang sudah ada dan memenuhi standar yaitu 10 detik. Alat tersebut yaitu *havely hipotronics 1.2/50us* dan *8/20us Combination Wave Impulse Module*.

3.1.2 Penentuan Tegangan Akhir yang Diharapkan pada *Storage Capacitor*

Penentuan tegangan akhir yang diharapkan pada *storage capacitor* berdasarkan standar pembangkit kombinasi tegangan dan arus impuls. Standar yang dimaksud yaitu IEC (International Electrotechnical Commission) 61000-4-5. Standar ini menetapkan bentuk gelombang tegangan impuls adalah $1.2/50 \mu\text{s}$ dan bentuk gelombang arus impuls $8/20 \mu\text{s}$. Selain bentuk gelombang juga ditetapkan nilai komponen-komponen pembentuk gelombang. Komponen-komponen yang dimaksud adalah kapasitor dan resistor.

Pada penelitian ini dipilih standar kelas 4. Kelas yang dipilih yaitu kelas yang memiliki rating tegangan terbesar dibandingkan kelas yang lain yaitu 4 kV. Dengan

merancang kelas ini maka alat pengisian dapat pula digunakan untuk pengisian kelas yang lain.

3.1.3 Penentuan Tegangan *Input* pada Rangkaian Pelipat Tegangan *Marx Generator*

Tegangan *input* yang digunakan menyesuaikan ketersediaan catu daya di laboratorium. Catu daya ini terdiri dari sumber jala-jala PT. PLN yang terhubung pada AC *voltage regulator* dan *transformator microwave*.

Catu tegangan pada rangkaian pelipat *Marx Generator* berasal dari tegangan arus bolak-balik (AC). Tegangan AC ini akan disearahkan terlebih dahulu menjadi tegangan DC menggunakan penyearah yang sudah tersedia di Laboratorium. Tegangan DC ini dilipatgandakan menjadi tegangan impuls yang lebih tinggi dengan rangkaian *Generator*.

Tegangan maksimal transformator pada Laboratorium adalah 2 kV. Nilai tegangan *input* ini berbanding lurus pada tegangan maksimum kapasitor pelipat yang dibutuhkan, tegangan *output*, serta jumlah tingkat pada rangkaian *Generator*. Oleh karena itu, penulis menggunakan nilai 1,5 kV sebagai tegangan *input Generator*.

3.1.4 Penentuan Nilai Komponen Rangkaian *Marx Generator*

Nilai komponen yang ditentukan yaitu kapasitor pelipat, resistor dan *spark gap*. Kapasitansi kapasitor pelipat yang digunakan berorde sama dengan *storage capacitor*. Hal tersebut bertujuan untuk mengalirkan arus yang cukup besar dari kapasitor pelipat menuju *storage capacitor*.

A. Penentuan Nilai Kapasitor

Kapasitor pelipat yang digunakan memiliki nilai kapasitansi dan nilai tegangan maksimum. Dengan mempertimbangkan nilai kapasitansi dari *storage capacitor*, yaitu 25 μF maka kapasitor yang digunakan juga harus memiliki orde yang sama dengan *storage capacitor*. Jenis kapasitor pelipat tegangan yang digunakan pada rangkaian ini adalah kapasitor tegangan tinggi yang memiliki nilai kapasitansi 10 nF. Sepuluh buah kapasitor akan disusun secara paralel untuk menghasilkan nilai kapasitansi yang lebih besar, sehingga nilai kapasitansi menjadi 100 nF atau 0,1 μF .

Nilai tegangan maksimum pada rangkaian *Marx Generator* bergantung pada tegangan input yang digunakan. Pada penelitian ini, input yang digunakan adalah 1,5 kV. Maka tegangan efektif yang harus dimiliki oleh kapasitor pelipat adalah $\sqrt{2} \times 1,5 \text{ kV}$. Sehingga, kapasitor pelipat yang digunakan adalah 100nF/3kV.

B. Penentuan Nilai Resistor

Resistor yang akan digunakan memiliki nilai resistansi dan daya yang harus ditentukan. Berdasarkan jurnal yang ditulis oleh M.S Naidu dan V. Kamaraju pada tahun 2009 resistor yang digunakan memiliki *range* nilai resistansi antara 10 Ω sampai 100 k Ω . Penulis menggunakan resistor yang memiliki resistansi 10 k Ω dengan pertimbangan agar tidak terjadi peluahan muatan karena nilai resistansi yang terlalu kecil serta agar mempercepat pengisian *storage capacitor* karena resistansi yang tidak terlalu besar.

Penentuan nilai daya resistor adalah berdasarkan analisis rangkaian elektrik menggunakan Laplace yang dijabarkan pada Lampiran 3. Nilai daya maksimal berdasarkan perhitungan adalah 0,003979 Watt. Pada penelitian ini penulis menggunakan resistor yang memiliki nilai resistansi 10 k Ω dengan daya maksimum 5 Watt.

C. Penentuan *Spark Gap*

Spark gap yang digunakan berupa dua elektroda baut yang keduanya dipisahkan oleh bahan isolasi berupa gas (udara). Elektroda baut yang digunakan untuk *spark gap* pada penelitian ini memiliki diameter 5 mm dengan panjang 5 cm dan 6 cm.

3.1.5 Penentuan Tegangan Keluaran Maksimum pada Rangkaian Pelipat Tegangan *Marx Generator*

Tegangan keluaran yang dihasilkan rangkaian *Marx Generator* berbentuk impuls yang sangat singkat. Nilai tegangan keluaran maksimum yang diharapkan pada rangkaian pelipat tegangan ini adalah 6 kV.

3.1.6 Perhitungan Banyak Tingkat pada Rangkaian Pelipat Tegangan *Marx Generator*

Berdasarkan nilai tegangan *input* dan tegangan maksimum diatas, maka banyak tingkat dari rangkaian pelipat tegangan *Marx Generator* dapat ditentukan. Penentuan ini dengan menganggap komponen-komponen penyusun ideal. Penentuan komponen ideal dikarenakan tidak tersedianya datasheet pada komponen yang digunakan.

Pada penelitian ini, sumber catu tegangan yang digunakan adalah 1,5 kV, maka untuk mencapai 6 kV diperlukan empat tingkat sesuai persamaan 2-2 yaitu $V_o = n \times V_{in}$.

3.1.7 Pengukuran Tegangan Maksimum pada Pelipat Tegangan *Marx Generator* dan Waktu Pengisian *Storage Capacitor*

Pengambilan data tegangan maksimum pada *Marx Generator* dilakukan dengan mengubah parameter jarak antar elektroda *spark gap* pada kondisi *Marx Generator* tanpa beban. Pengukuran parameter-parameter tegangan tinggi dapat dilakukan dengan

menggunakan probe tegangan tinggi. Hasil tegangan maksimum pada pelipat tegangan *Marx Generator* dan waktu pengisian *storage capacitor* diukur dengan probe tegangan tinggi yang dihubungkan dengan osiloskop.

3.2 Target Penelitian

Berdasarkan teori yang ada, maka target dalam penelitian ini antara lain:

- 1).Tegangan *output* pelipat tegangan *Marx Generator* pada kondisi tanpa *storage capacitor* adalah 6 kV.
- 2).Durasi waktu pengisian *storage capacitor* maksimum sebesar sepuluh detik.
- 3).Jarak antar elektroda *spark gap* berpengaruh terhadap nilai tegangan tembus pada *spark gap*.

3.3 Pengujian dan Pengambilan Data

Terdapat dua kali pengujian untuk pengambilan data, pengambilan data yang pertama ialah pengambilan data tegangan keluaran maksimum tanpa beban pada tiap tingkatan dengan mengubah jarak *spark gap*. Pengambilan data kedua ialah pengambilan data tegangan maksimum dan durasi waktu pengisian *storage capacitor* 25 μ F.

3.4 Perhitungan dan Analisis

Setelah melakukan pengujian didapat data berupa nilai tegangan *output* maksimum rangkaian *Marx Generator* kondisi tanpa beban dengan variasi jarak antar elektroda *spark gap*. Saat *Generator* diuji menggunakan beban *storage capacitor*, diperoleh nilai tegangan dan durasi waktu pengisian *storage capacitor*. Pada penelitian ini data yang telah didapat dari percobaan tanpa beban dan berbeban dimasukkan ke dalam tabel dan grafik. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dan dibahas mengapa terjadi perbedaan tegangan maksimum secara teori dan percobaan jika terjadi perbedaan.

3.5 Penarikan Kesimpulan dan Saran

Dari analisis dan pembahasan dapat ditarik suatu kesimpulan yang merupakan intisari dari penulisan skripsi ini dan disertakan pula saran dari penulis untuk mengembangkan penelitian ke depan yang terkait dengan permasalahan ini dan menemukan solusi untuk permasalahan ini.