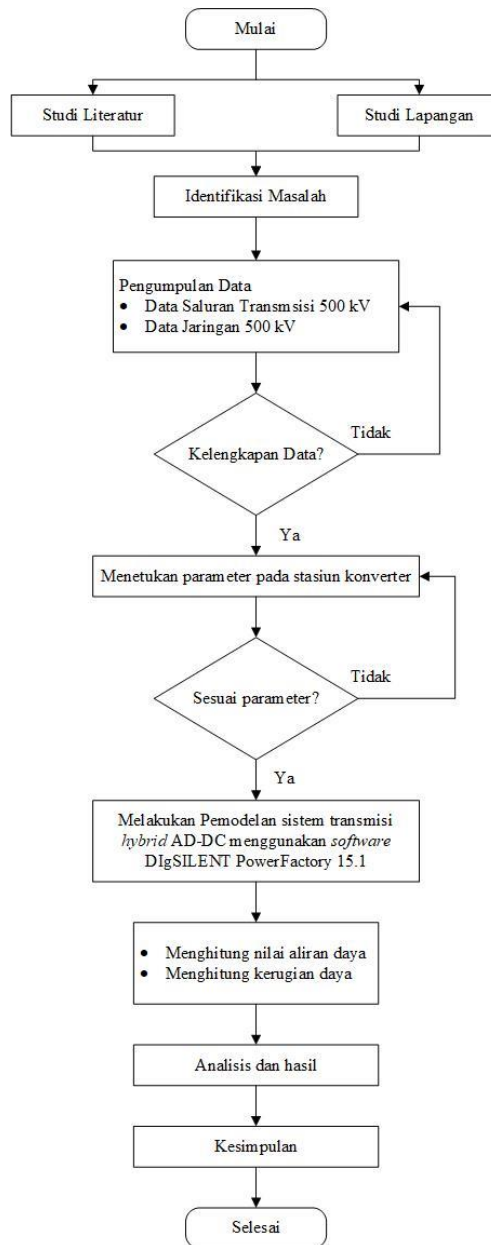


BAB III METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini langkah langkah penelitian dibuat dalam diagram alur penelitian seperti gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

Diagram alur penelitian diatas diawali dengan melakukan studi literatur dan studi lapangan guna mendapatkan teori untuk digunakan dalam penelitian. Selanjutnya menentukan permasalahan apa saja yang nanti akan dianalisis. Setelah itu melakukan pengumpulan data yang terkait untuk mendukung penelitian yang akan dilakukan, data tersebut meliputi data saluran transmisi 500 kV dan data jaringan 500 kV. Selanjutnya menentukan parameter untuk stasiun konverter, parameter tersebut harus disesuaikan dengan sistem yang ada. Setelah data terkumpul dan parameter stasiun konverter sudah sesuai, selanjutnya lakukan simulasi pemodelan sistem transmisi *hybrid* 500 kV menggunakan software DIgSILENT PowerFactory 15.1. Setelah itu analisis nilai aliran daya dan kerugian daya pada sistem tersebut. Terakhir berikan kesimpulan pada hasil yang telah dianalisis.

3.1 Desain Penelitian

Desain penelitian merupakan suatu rencana atau pedoman yang disusun secara terstruktur untuk memperoleh jawaban terhadap pertanyaan penelitian. Desain penelitian ini memiliki kedudukan yang sangat penting karena membuat penelitian menjadi lebih terarah dan terencana sehingga dapat memberikan kemudahan terhadap tujuan yang akan dicapai. Metode penelitian merupakan cara ilmiah yang bertujuan untuk mendapatkan hasil dari pengolahan data dengan tujuan tertentu. Penelitian yang akan dilaksanakan harus berdasarkan keilmuan yang berkaitan, antara lain: rasional, empiris, dan sistematis.

Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif, yaitu penelitian yang menekankan analisisnya pada data data numerikal yang diolah untuk menjadi suatu informasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa hasil dari pemodelan sistem transmisi *hybrid* Jawa Bali dengan menggunakan *Software* DIgSILENT PowerFactory 15.1.

3.2 Tempat Penelitian

Lokasi penelitian yang diteliti oleh peneliti berada di jalur Selatan saluran transmisi tegangan ekstra tinggi 500 kV Jawa - Bali. Lebih spesifik, jalur yang dilewati meliputi daerah seperti Paiton, Kediri, Pedan, Kesugihan, Tasikmalaya baru, dan yang terakhir Depok.

3.3 Pengumpulan data

Pada penelitian ini terdapat beberapa data yang digunakan untuk pengolahan data. Data yang didapat berupa data saluran transmisi 500 kV Jawa Bali dan data konduktor 500 kV. Berikut merupakan data data saluran transmisi 500 kV.

3.3.1 Data Saluran Transmisi 500 kV Jawa Bali

Data saluran transmisi tegangan ekstra tinggi yang digunakan adalah topologi jaringan, letak gardu induk dan panjang saluran. Data ini nantinya akan digunakan untuk menentukan panjang dan kapasitas sistem transmisi HVDC. Data ini juga digunakan untuk memodelkan sistem transmisi *hybrid* jawa bali pada *software* DIgSILENT.

Tabel 3.1 Data konduktor 500 kV

	OHL-500kV-ACSR- GANNET 4X392.8mm (2400A)	OHL-500kV-ACSR- DOVE 4X327.9mm (1980A)
Rtd voltage (kV)	500	500
Rtd Current (kA)	2.4	1.98
System type	AC	AC
Phase	3	3
R1 (ohm/km)	0.0251	0.0293
X1 (ohm/km)	0.2808	0.2815
R0 (ohm/km)	0.1751	0.1793
X0 (ohm/km)	0.8424	0.8445

Tabel 3.1 merupakan data parameter konduktor yang digunakan untuk transmisi 500 kV. Dari tabel 3.1 terlihat bahwa ada dua jenis konduktor yang digunakan yaitu konduktor ACSR GANNET, dan ACSR DOVE. Kedua jenis konduktor tersebut memiliki perbedaan ukuran diameter dan seberapa besar arus maksimal yang bisa dihantarkan. Selain itu perbedaan pada kedua konduktor tersebut adalah tahanan jenisnya dimana ACSR GANNET memiliki tahanan jenis sebesar 0.0251 (ohm/km) sedangkan ACSR DOVE memiliki tahanan jenis sebesar 0.0293 (ohm/km).

Tabel 3.2 Data Saluran Transmisi 500 kV Jawa Bali

Dari	Ke	Konduktor	Panjang (KM)	R (ohm)	X (ohm)	Z (ohm)
Paiton	Kediri	GANNET	204.5	5.13295	57.4236	57.65256
Kediri	Pedan	GANNET	204.5	5.13295	57.4236	57.65256
Pedan	Kesugihan	GANNET	196	4.9196	55.0368	55.25624
Kesugihan	Tasik Baru	GANNET	108.5	2.72335	30.4668	30.58828
Tasik Baru	Depok	GANNET	279.5	7.01545	78.4836	78.79652

Tabel 3.2 menunjukkan data saluran transmisi 500 kV Jawa Bali. Data tersebut memuat data seperti jenis konduktor yang digunakan, jarak konduktor yang menghubungkan antar gardu induk, dan juga menunjukkan data untuk nilai impedansi pada saluran transmisi 500 kV Jawa Bali jalur selatan.

3.4 Prosedur Penelitian

Dalam penelitian mengenai Pengaruh pengembangan sistem transmisi *hybrid* AC-DC tegangan ekstra tinggi pada kelistrikan Jawa Bali ada beberapa langkah kegiatan yang penulis lakukan, adapun kegiatan tersebut adalah:

a) Observasi (Pengamatan Langsung)

Pengambilan data dengan metode observasi atau pengamatan langsung di lokasi penelitian bertujuan untuk mendapatkan data secara nyata dan juga mendapatkan data terbaru.

b) Wawancara

Pengambilan data dengan metode wawancara dilakukan dengan cara tanya jawab sepihak dengan pihak terkait yang dilakukan secara sistematis dan berlandaskan tujuan penelitian. Wawancara dilakukan dengan karyawan dari PT. PLN (persero) P2B di Gandul, Depok.

c) Studi Literatur

Pengambilan data dengan metode studi literatur dimaksudkan untuk mengumpulkan data atau materi materi yang berkaitan dengan penelitian ini, dengan melakukan kegiatan kepastakaan melalui buku, internet, jurnal, penelitian terkait dan lain sebagainya.

d) Bimbingan

Studi bimbingan berupa tanya jawab dan diskusi dengan dosen pembimbing di Departemen Pendidikan Teknik Elektro UPI mengenai hal-hal yang dirasa sulit selama mengerjakan tugas akhir.

3.5 Analisis Data

Dari informasi data yang diperoleh, selanjutnya adalah melakukan pengolahan data. Pengolahan data disini merupakan proses analisis dari data yang telah diperoleh di lapangan. Dan berdasarkan data-data input yang didapatkan maka dapat dianalisis antara lain:

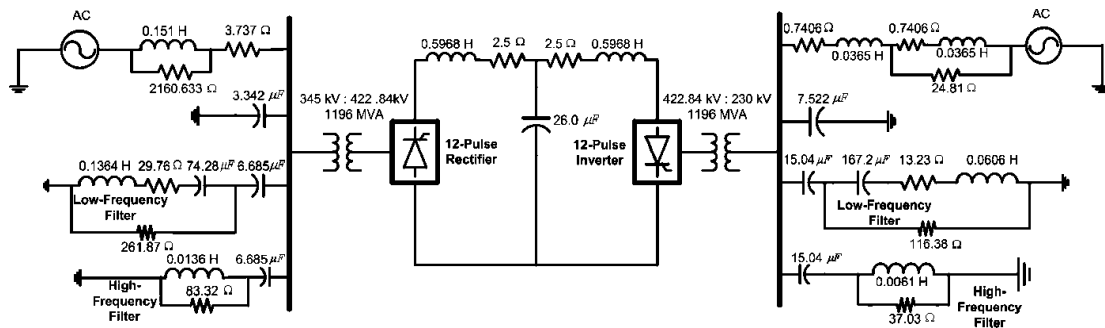
1. Melakukan studi literatur dan studi lapangan mengenai materi-materi yang berhubungan dengan Sistem transmisi *hybrid* AC-DC.
2. Menentukan parameter parameter untuk stasiun konverter.
3. Menghitung parameter parameter untuk stasiun konverter.
4. Membuat pemodelan sistem transmisi *hybrid* menggunakan *software* DIgSILENT PowerFactory 15.1.
5. Menghitung aliran daya sebelum dan sesudah pemasangan sistem transmisi *hybrid* menggunakan *software* DIgSILENT PowerFactory 15.1.
6. Menghitung *Losses* atau rugi rugi daya sebelum dan sesudah pemasangan sistem transmisi *hybrid* menggunakan *software* DIgSILENT PowerFactory 15.1.

3.6 Pemodelan Stasiun Converter HVDC

Pada pembuatan sistem transmisi *hybrid* AC DC, hal yang perlu diperhatikan adalah pembuatan stasiun konverter HVDC. Dalam stasiun *converter* tersebut terdiri dari beberapa komponen, seperti *converter (rectifier/inverter)*, *shunt filter*, dan *series reactor*. Konfigurasi sistem transmisi HVDC yang akan digunakan adalah konfigurasi Bipolar.

Stasiun konverter ini menggunakan nilai parameter berdasarkan *CIGRE HVDC Benchmark Model*, dimana model tersebut merupakan salah satu standar nilai parameter yang umumnya digunakan pada sistem HVDC (Faruque et al., 2006).

:



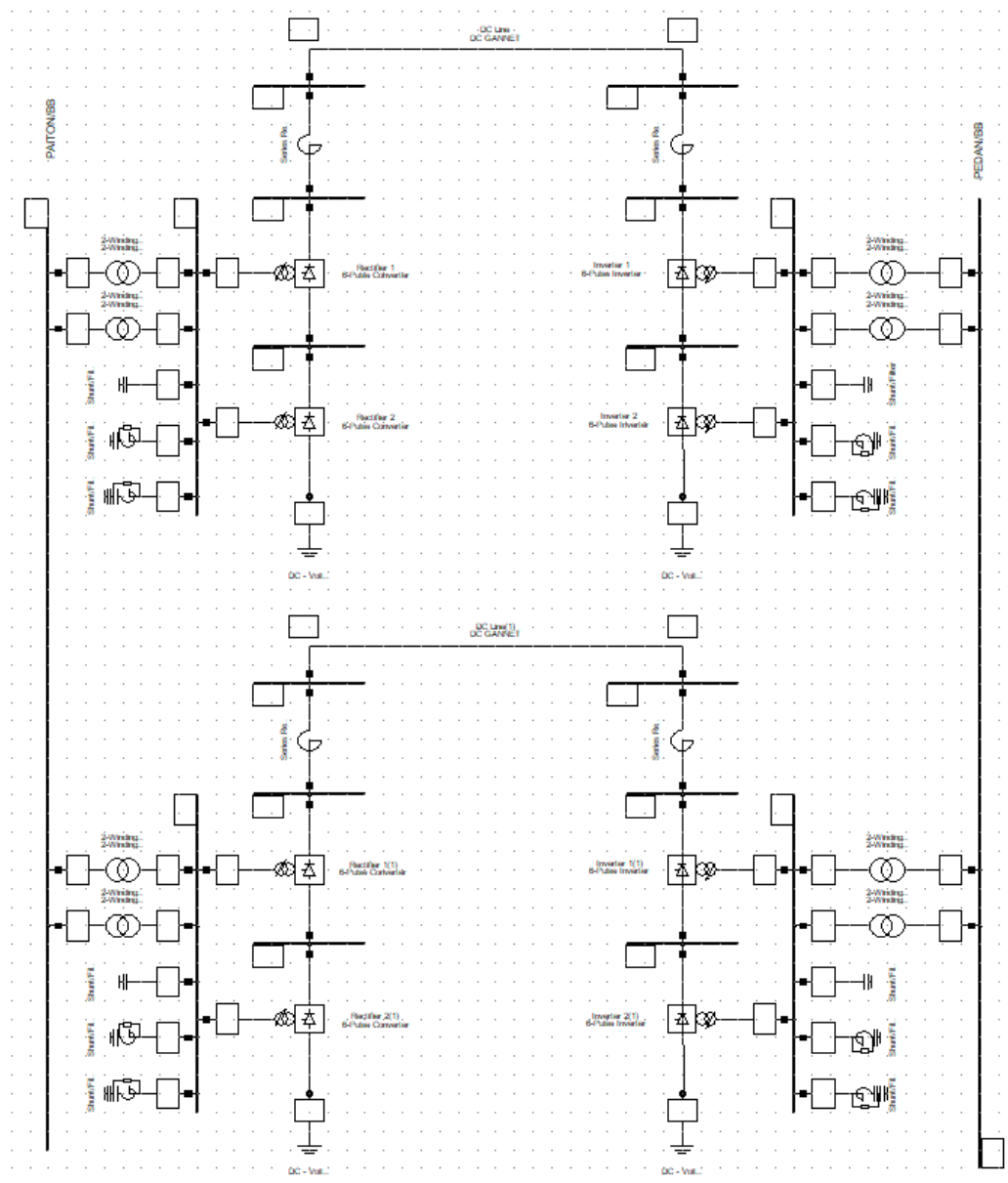
Gambar 3.2 CIGRE HVDC Benchmark Model

Gambar 3.2 merupakan pemodelan stasiun konverter dari *CIGRE HVDC Benchmark Model*. Dalam model ini terdapat referensi untuk nilai parameter dari komponen stasiun konverter seperti *rectifier*, *inverter*, filter harmonisa dan *series reactor*.

3.6.1 Single Line Diagram Stasiun Konverter

Perancangan *single line diagram* dari stasiun konverter HVDC dilakukan dengan menggunakan *software* DIgSILENT PowerFactory 15.1. Stasiun ini akan menggunakan konfigurasi Bipolar, yang dimana konfigurasi ini memiliki 2 kutub,

satu positif dan satu lagi negatif. Untuk *Single line diagram* stasiun konverter bisa dilihat di Gambar 3.3.



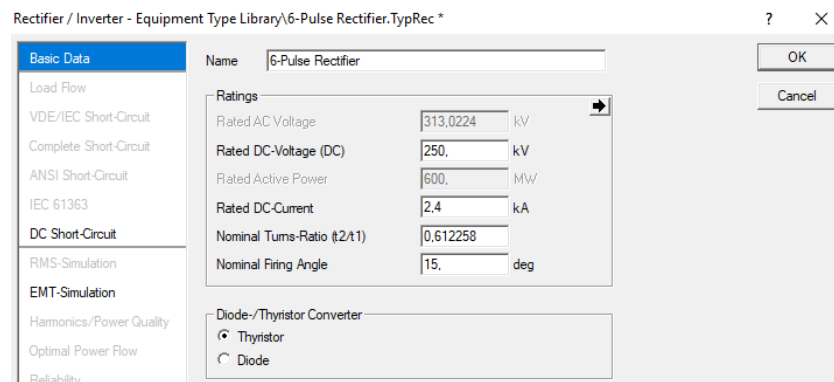
Gambar 3.3 *Single line diagram* stasiun konverter bipolar

Gambar 3.3 adalah *single line diagram* stasiun konverter yang akan digunakan pada sistem transmisi *hybrid* 500 kV Jawa Bali. Stasiun konverter ini akan dibuat sebanyak 2 stasiun, dimana nantinya akan dibuat untuk menghubungkan GI Paiton sampai dengan GI Pedan, dengan jarak saluran transmisi sekitar 409 km dan GI Pedan sampai dengan GI Depok, dengan jarak saluran transmisi sekitar 584 km.

3.6.2 Nilai parameter stasiun konverter

1. *Rectifier*

Rectifier merupakan komponen pada stasiun konverter yang berfungsi untuk mengubah arus AC menjadi DC. Komponen ini digunakan pada sisi kirim di penyaluran daya sistem transmisi HVDC.

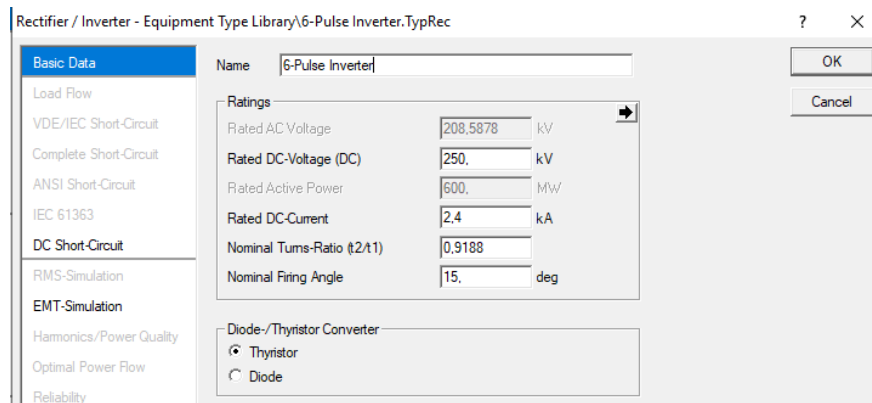


Gambar 3.4 Nilai parameter 6 pulse rectifier

Pada converter rectifier masukan nilai *Ratings rectifier* sesuai dengan sistem yang akan digunakan. Pada penelitian ini nilai yang digunakan adalah sebesar 250 kV untuk *rated AC voltage* dan 2.4 kA untuk *rated DC Current*. Untuk jenis converternya menggunakan *Thyristor Converter*.

2. Inverter

Inverter merupakan komponen pada stasiun konverter yang berfungsi untuk mengubah arus DC menjadi AC. Komponen ini digunakan pada sisi terima di penyaluran daya sistem transmisi HVDC

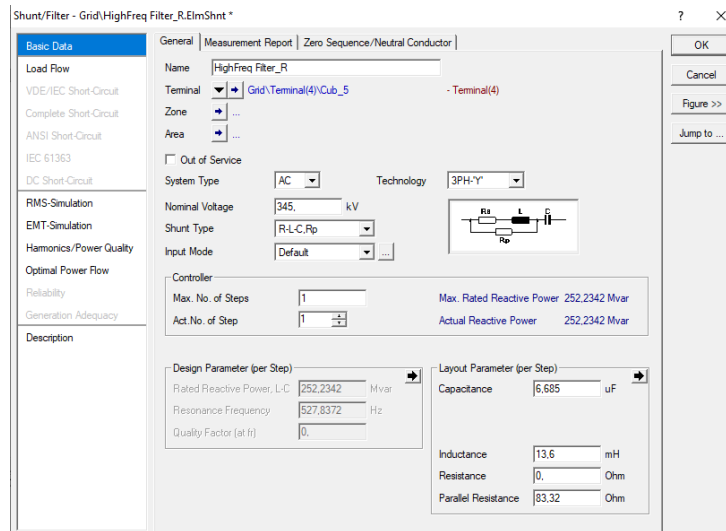


Gambar 3.5 Nilai parameter 6 pulse rectifier

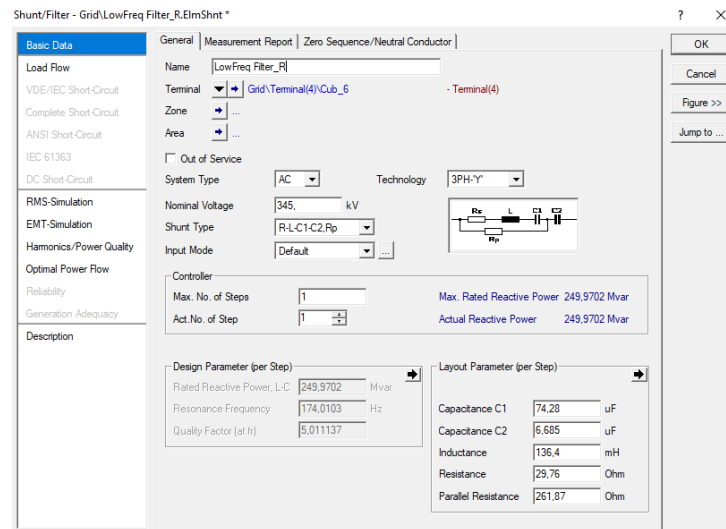
Pada *inveter*, nilai parameter yang digunakan sama dengan nilai parameter *rectifier*, yaitu untuk *rated AC voltage* sebesar 250 kV dan untuk *rated DC Current* sebesar 2.4 kA. Nilai untuk *nominal turns ratio* berbeda dengan *rectifier*, yaitu sebesar 0.9188 dan untuk jenis convertenya tetap sama yaitu menggunakan *Thristor Converter*.

3. Shunt filter

Shunt filter merupakan komponen yang berfungsi untuk memfilter arus harmonisa yang terdapat pada konverter. Shunt filter ini terbagi menjadi 2 filter, yaitu *filter High Pass Freq* dan *Filter Low Pass Freq*.

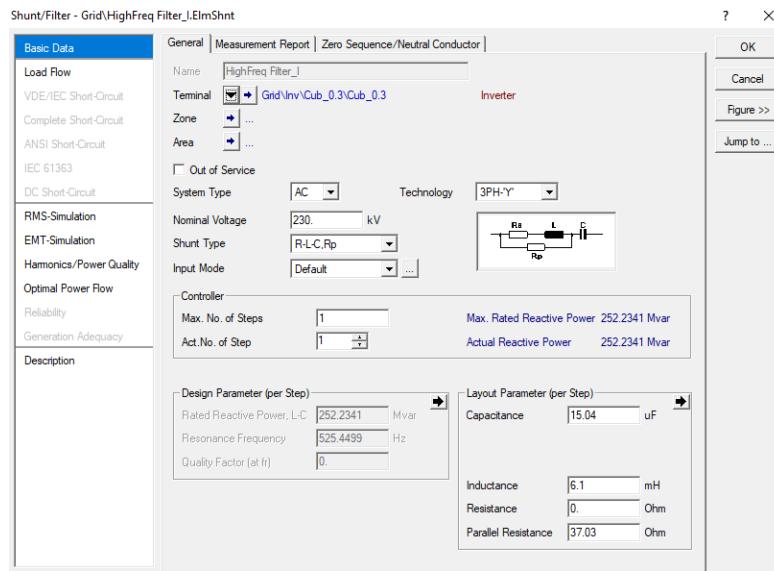


Gambar 3.6 nilai parameter *filter High Pass Freq* 345 kV

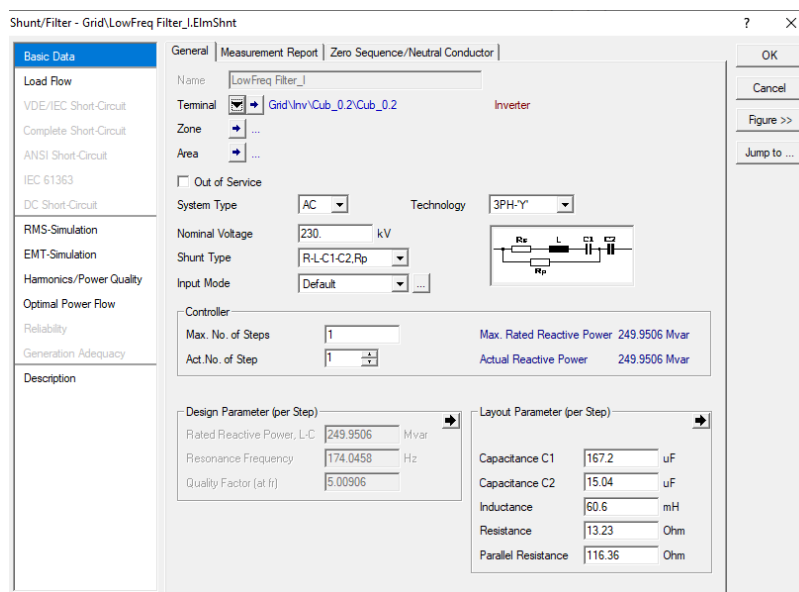


Gambar 3.7 nilai parameter *filter Low Pass Freq* 345 kV

Pada gambar 3.6 dan gambar 3.7 nilai parameter yang digunakan adalah untuk tegangan 345 kV. Gambar 3.6 menunjukkan nilai untuk filter *High Pass Freq*, sedangkan gambar 3.7 menunjukkan nilai untuk filter *Low Pass Freq*.



Gambar 3.8 nilai parameter *filter High Pass Freq* 230 kV

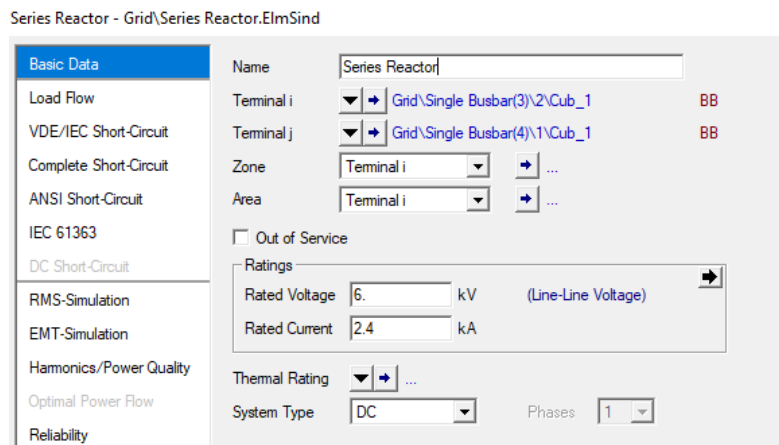


Gambar 3.9 nilai parameter *filter Low Pass Freq* 230 kV

Pada gambar 3.8 dan gambar 3.9 nilai parameter yang digunakan adalah untuk tegangan 230 kV. Gambar 3.8 menunjukkan nilai untuk filter *High Pass Freq*, sedangkan gambar 3.9 menunjukkan nilai untuk filter *Low Pass Freq*.

4. *Smoothing Reactor*

Smoothing Reactor merupakan komponen yang berfungsi untuk memperlancar arus DC serta untuk perlindungan karena perubahan mendadak arus pada konverter.



Gambar 3.10 nilai parameter *series reactor*

Pada gambar 3.10 menunjukkan nilai parameter pada *Smoothing reactor*, yaitu sebesar 6 kV untuk *rated voltage* dan 2,4 kA untuk nilai *rated Current*

5. Konduktor

konduktor pada stasiun konverter ini sama dengan konduktor yang digunakan pada sistem transmisi AC sebelumnya. Namun pada stasiun converter ini, dilakukan perubahan pada tipe konduktornya, dimana semula adalah AC, diubah menjadi DC. Untuk parameter lainnya seperti material konduktor, nilai *voltage*, arus dan nilai resistansi sama dengan sebelumnya. Bisa dilihat di Tabel 3.1 dan Tabel 3.2 untuk spesifikasinya.

Line Type - Library\OHL-500kV-ACSR-GANNET 4X392.8mm (2400A). TypLine *

Basic Data	Name	OHL-500kV-ACSR-GANNET 4X392.8mm (2400A)	OK
Load Flow	Rated Voltage	500. kV	Cancel
VDE/IEC Short-Circuit	Rated Current	2.4 kA	
Complete Short-Circuit	Nominal Frequency	50. Hz	
ANSI Short-Circuit	Cable / OHL	Overhead Line	
IEC 61363	System Type	DC	
DC Short-Circuit	Parameters per Length 1,2-Sequence		
RMS-Simulation	AC-Resistance R'(20°C)	0.0251 Ohm/km	
EMT-Simulation	Reactance X'	0.2808 Ohm/km	
Harmonics/Power Quality	Parameters per Length Zero Sequence		
Protection			

Gambar 3.11 Nilai parameter konduktor 500 kV