

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
BUKTI BEBAS PLAGIASI.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	viii
CATATAN REVISI DOKUMEN	ix
INTISARI.....	x
RINGKASAN EKSEKUTIF.....	xi
BAB 1 PENGANTAR	1
BAB 2 DASAR TEORI PENDUKUNG	2
2.1 <i>High Voltage Direct Current (HVDC)</i>	2
2.1.1 Pengertian	2
2.1.2 <i>Aplikasi Sistem HVDC</i>	3
2.2 Line-Commutated Converter High Voltage Direct Current (LCC HVDC)	4
2.2.1 Pengenalan.....	4
2.2.2 <i>Commutation Failure</i>	6
2.3 <i>Voltage Source Converter High Voltage Direct Current (VSC HVDC)</i>	7
2.3.1 Pengenalan.....	7
2.3.2 Topologi konverter VSC HVDC	7
2.3.3 Sistem kendali HVDC VSC	9
2.4 Perancangan sistem kendali pada DIgSILENT PowerFactory.....	12
2.4.1 <i>Composite Model</i>	12
2.4.2 <i>DIgSILENT Simulation Language Model</i>	13
BAB 3 ANALISIS STUDI PUSTAKA KUNCI DAN PEMILIHAN METODE.....	15
3.1 <i>A LCC and MMC hybrid HVDC topology with DC line fault clearance capability</i>	15
3.1.1 Gambaran Besar sistem HVDC hybrid	15
3.1.2 <i>Start-up</i> sistem HVDC hybrid	17
3.1.3 Kemampuan mengatasi gangguan saluran DC sistem HVDC hybrid	18
3.1.4 Pemulihan sistem dari gangguan DC.....	21
3.2 <i>LCC-MMC Connected Converter</i>	22
3.2.1 Topologi sistem	22



3.2.2	Pemodelan dan Kendali	23
3.3	<i>Hybrid LCC-AAC HVDC transmission system</i>	25
3.3.1	Topologi Sistem.....	25
3.3.2	Skema Kendali.....	26
3.3.3	Parameter Sistem	28
3.3.4	Perbandingan MMC dan AAC	29
3.4	<i>Review Model HVDC</i>	30
BAB 4	DETAIL IMPLEMENTASI	32
4.1	Luaran <i>Capstone Project</i> beserta Spesifikasinya	32
4.2	Batasan Masalah.....	32
4.3	Detail Rancangan	34
4.3.1	Perancangan <i>Single Line Diagram</i> Sistem Transmisi HVDC Hybrid pada <i>DigSILENT PowerFactory</i>	34
4.3.2	Perancangan Grid AC dan Bus AC	36
4.3.3	Perancangan Trafo	38
4.3.4	Perancangan Saluran Transmisi.....	39
4.3.5	Perancangan Filter AC.....	40
4.3.6	Perancangan <i>DC Chopper</i>	41
4.3.7	Perancangan Konverter.....	42
4.3.8	Perancangan Sistem Kendali LCC	46
4.3.9	Perancangan Sistem Kendali MMC	49
BAB 5	PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN	57
5.1	Pengujian dan Pembahasan	57
5.1.2	Skenario Pengujian 1 : Aliran daya	59
5.1.3	Skenario Pengujian 2 : <i>Power Quality and Harmonic Analysis</i>	61
5.1.4	Skenario Pengujian 3 : Simulasi RMS dengan <i>Fault</i> pada sisi <i>Rectifier</i>	62
5.1.5	Skenario Pengujian 4 : Simulasi RMS dengan <i>Fault</i> pada sisi <i>Inverter</i>	64
5.2	<i>Improvement</i>	67
BAB 6	ANALISIS MENGENAI PENGARUH SOLUSI <i>ENGINEERING DESIGN</i>	68
BAB 7	KESIMPULAN DAN SARAN	69
7.1	Kesimpulan.....	69
7.2	Saran.....	69
REFERENSI	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Skema sistem transmisi HVAC	xi
Gambar 2 Skema sistem transmisi HVDC	xi
Gambar 3 Perbandingan biaya investasi sistem transmisi HVAC dan HVDC [1].....	xii
Gambar 2.1 fenomena <i>skin effect</i> pada Kabel AC dan DC	3
Gambar 2.2 Skema HVDC (<i>12-pulse monopole with metallic return</i>) [1]	4
Gambar 2.3 Simulasi <i>commutation failure</i> pada <i>inverter</i> [1].....	6
Gambar 2.4 Jalur arus DC setelah <i>commutation failure</i> [1].....	7
Gambar 2.5 Inverter 2 level yang disederhanakan [15]	8
Gambar 2.6 Rangkaian MMC beserta isi submodul [15].....	9
Gambar 2.7 Hirarki kendali model HVDC VSC [17]	10
Gambar 2.8 Konfigurasi <i>Non-Islanded Controls</i> pada <i>Upper-level Controls</i> [17].....	11
Gambar 2.9 <i>Composite Model Frame</i> pembangkitan konvensional [18]	13
Gambar 2.10 Hirarki sederhana rancangan <i>User-defined dynamic model</i> [18]	14
Gambar 3.1 Sistem transmisi HVDC <i>hybrid</i> LCC-MMC [19]	15
Gambar 3.2 Rangkaian <i>inverter</i> pada sistem transmisi HVDC <i>hybrid</i> LCC-MMC [19].....	16
Gambar 3.3 skema kendali <i>inverter</i> MMC pada sistem transmisi HVDC <i>hybrid</i> LCC-MMC [19]	17
Gambar 3.4 rangkaian <i>inverter</i> MMC dan rangkaian pengisian ekuivalen antar fase saat tahap tak terkendali pada sistem transmisi HVDC <i>hybrid</i> LCC-MMC [19]	18
Gambar 3.5 Rangkaian ekuivalen LCC sebagai <i>inverter</i> pada sistem transmisi HVDC <i>hybrid</i> LCC- MMC [19]	19
Gambar 3.6 Rangkaian ekuivalen MMC ketika semua SM telah dilewati ketika gangguan saluran DC [19].....	20
Gambar 3.7 Rangkaian MMC dengan dioda daya tinggi serta kurva karakteristik <i>volt-ampere</i> dioda daya tinggi [19]	21
Gambar 3.8 Rangkaian dasar topologi HVDC <i>hybrid</i> LCC-MMC seri (a) rangkaian seluruh topologi (b) rangkaian MMCB (c) rangkaian MMC (d) rangkaian HBSM [20]	22
Gambar 3.9 Skema kendali LCC (a) sisi <i>rectifier</i> (b) sisi <i>inverter</i> [20].....	23
Gambar 3.10 Rangkaian ekuivalen MMC [20]	24
Gambar 3.11 Topologi sistem transmisi HVDC <i>hybrid</i> LCC-AAC [21].....	25
Gambar 3.12 Struktur kendali sistem transmisi HVDC <i>hybrid</i> LCC-AAC [21]	26



Gambar 3.13 Struktur kendali sistem transmisi HVDC <i>hybrid</i> LCC-AAC untuk mengatasi gangguan AC (a) gangguan AC pada sisi LCC (b) gangguan AC pada sisi AAC [21]	27
Gambar 3.14 Struktur kendali untuk mengatasi gangguan permanen DC pada sistem transmisi <i>hybrid</i> LCC-AAC dan LCC-HBMMC (a) Sistem HVDC <i>hybrid</i> LCC-AAC (b) Sistem HVDC <i>hybrid</i> LCC-HBMMC [21]	28
Gambar 4.1 <i>Flowchart</i> pelaksanaan <i>capstone project</i>	34
Gambar 4.2 <i>Single Line Diagram</i> Sistem Transmisi HVDC	35
Gambar 4.3 <i>External grid Inverter</i>	36
Gambar 4.4 Trafo 1500 MVA 500/300 kV	38
Gambar 4.5 <i>DC Chopper</i>	41
Gambar 4.6 Konverter: (a) LCC (b) MMC	42
Gambar 4.7 <i>Composite Model Definition</i> sistem kendali LCC.....	46
Gambar 4.8 <i>DSL Model Definition</i> sistem kendali <i>Rectifier Controller</i> LCC	47
Gambar 4.9 Blok diagram <i>Non-islanded Upper-Level Controls</i> MMC.....	50
Gambar 4.10 Blok diagram <i>Lower-Level Controls</i> dan konverter MMC	52
Gambar 4.11 <i>Composite Frame</i> sistem kendali MMC.....	53
Gambar 5.1 Hasil simulasi aliran daya Sistem Transmisi HVDC <i>Hybrid</i>	60
Gambar 5.2 Hasil simulasi distorsi harmonik Sistem Transmisi HVDC <i>Hybrid</i>	61
Gambar 5.3 Tegangan Terminal A dan B saat <i>fault</i> sisi <i>rectifier</i>	62
Gambar 5.4 Transfer daya pada saluran kutub positif dan negatif.....	63
Gambar 5.5 Tegangan Terminal A dan B saat <i>fault</i> sisi <i>inverter</i>	65
Gambar 5.6 Transfer daya pada saluran kutub positif dan negatif.....	66



DAFTAR TABEL

Tabel 1 Spesifikasi Luaran	xiii
Tabel 3.1 Parameter <i>rectifier</i> dan <i>inverter</i> sistem transmisi HVDC <i>hybrid</i> LCC-AAC	29
Tabel 3.2 Parameter <i>inverter</i> MMC dan AAC	29
Tabel 4.1 Tabel Luaran	32
Tabel 4.2 Spesifikasi Luaran	32
Tabel 4.3 Parameter elemen <i>external grid</i>	36
Tabel 4.4 Parameter bus AC	37
Tabel 4.5 Parameter tipe trafo <i>inverter</i>	38
Tabel 4.6 Parameter tipe kabel DC	39
Tabel 4.7 Parameter elemen Filter RLC	40
Tabel 4.8 Parameter elemen kapasitor <i>shunt</i>	41
Tabel 4.9 Parameter tipe konverter LCC	43
Tabel 4.10 Parameter elemen konverter LCC	43
Tabel 4.11 Parameter elemen konverter MMC	45
Tabel 4.12 Parameter <i>DSL Model Definition</i> sistem kendali <i>Rectifier Controller LCC</i>	48
Tabel 4.13 Parameter pengukuran sistem kendali MMC	49
Tabel 4.14 blok aktif sistem kendali MMC	54
Tabel 5.1 Batas distorsi Tegangan Standar IEEE 519 Tahun 2014	58
Tabel 6.1 Perbandingan hasil simulasi dengan standar	68