

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR SINGKATAN.....	xii
INTISARI.....	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	6
2.2.1 High Voltage Direct Current (HVDC)	6
2.2.2 Konfigurasi HVDC.....	7
2.2.2.1 Asymmetric Monopolar	7
2.2.2.2 Symmetric Monopolar.....	7
2.2.2.3 Bipolar	8
2.2.3 Konverter HVDC.....	8
2.2.3.1 Line Commutated Converter (LCC)	9
2.2.3.2 Voltage Source Converter (VSC)	10
2.2.3.3 Perbandingan LCC dan VSC.....	11
2.2.4 Sistem Kendali Konverter VSC HVDC	12
2.2.4.1 Dispatch Controls	12
2.2.4.2 Kendali Tingkat Tinggi	12
2.2.4.3 Kendali Tingkat Rendah.....	13
2.2.5 Sistem Kendali <i>Multi Terminal</i> HVDC	13
2.2.5.1 Master and Slave Control	13
2.2.5.2 Voltage Droop Control	15



2.2.6	Perangkat Lunak Typhoon HIL	16
BAB III Metode Penelitian.....		17
3.1	Alat dan Bahan Tugas Akhir	17
3.1.1	Alat Tugas Akhir	17
3.1.2	Bahan Tugas Akhir.....	17
3.2	Metode yang Digunakan.....	17
3.3	Alur Tugas Akhir	18
3.3.1	Pemodelan Sistem Point-to-Point VSC HVDC.....	19
3.3.2	Pengubahan Sistem menjadi MTDC dengan Tiga Terminal	21
3.3.3	Penambahan <i>Droop Control</i> pada Terminal Pengirim.....	23
3.3.4	Memasukkan Parameter pada Sistem	23
3.3.5	Tuning PI Controller dan Nilai Konstanta Droop	23
3.3.6	Analisis Simulasi dengan Beberapa Studi Kasus	23
3.3.7	Penarikan Kesimpulan	24
3.4	Etika, Masalah, dan Keterbatasan Penelitian	24
BAB IV Rancangan Sistem pada Typhoon HIL.....		25
4.1	Model Sistem VSC MTDC Tiga Terminal pada <i>Software</i> Typhoon HIL ...	25
4.2	Sistem Kendali pada MMC MTDC Sisi Pengirim	27
4.2.1	DC Voltage Control	28
4.2.2	Voltage Droop Control	30
4.3	Sistem Kendali pada MMC MTDC Sisi Penerima	32
4.4	Pengaturan Simulasi Pembagian Daya <i>Droop Control</i>	35
BAB V Hasil dan Pembahasan.....		38
5.1	Analisis Hasil Simulasi VSC MTDC dengan <i>DC voltage Control</i> dan Pengaruh Kenaikan Nilai V_{DC-ref}	38
5.2	Analisis Hasil Simulasi VSC MTDC dengan <i>Voltage Droop Control</i> dan Pengaruh Kenaikan Nilai V_{DC-ref}	40
5.2.1	Analisis Pembagian Daya Satu Banding Satu	40
5.2.2	Analisis Pembagian Daya Dua Banding Satu.....	43
5.2.3	Analisis Pembagian Daya Empat Banding Tiga.....	44
5.2.4	Analisis Pengaruh Nilai Konstanta Droop pada Pembagian Daya..	46
5.2.4.1	Analisis Nilai Konstanta Droop pada Masing-Masing Kondisi	46
5.2.4.2	Pengaruh Nilai Konstanta Droop yang Terlalu Besar dan Terlalu Kecil.....	47
5.3	Analisis Pengaruh Penurunan Nilai Beban pada Sistem	50
5.3.1	Sesaat Beban Turun	50
BAB VI Kesimpulan dan Saran.....		54
6.1	Kesimpulan.....	54



Implementasi Model Jaringan Tegangan Tinggi Arus Searah Terminal Jamak

SAID MUHAMMAD RAKHEN DWIAFRINTA, Ir. Roni Irnawan, , S.T., M.Sc., Ph.D., SMIEEE.; Prof. Ir. Sarjiya, S.T.,

Universitas Gadjah Mada, 2024 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

UNIVERSITAS
GADJAH MADA

6.2	Saran.....	55
	DAFTAR PUSTAKA.....	56
	LAMPIRAN	L-1
L.1	Sampel Source Code Droop Slope pada Octave Online	L-1
L.2	Tabel Revisi	L-2

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan Konverter LCC dan VSC [1] [2]	11
Tabel 4.1	Parameter Sumber Tegangan Tiga Fasa	26
Tabel 4.2	Parameter <i>Grid Lines</i>	26
Tabel 4.3	Parameter Kabel Transmisi HVDC Bawah Tanah	26
Tabel 4.4	Parameter Beban Konstan pada Sistem.....	26
Tabel 4.5	Parameter MMC	27
Tabel 4.6	Tabel Nilai Variabel pada V_{DC} Control.....	28
Tabel 4.7	Tabel Nilai Variabel pada <i>Voltage Droop Control</i>	30
Tabel 4.8	Tabel Nilai Variabel pada <i>Constant AC Voltage Control</i>	32
Tabel 4.9	Tabel Parameter pada Simulasi Pengaruh Nilai Konstanta Droop	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sistem Transmisi HVDC [3].....	6
Gambar 2.2	Asymmetric Monopolar Earth Return [3]	7
Gambar 2.3	Asymmetric Monopolar with Metallic Return [3].....	8
Gambar 2.4	Symmetric Monopolar [3].	8
Gambar 2.5	Bipolar [3]	9
Gambar 2.6	Sistem LCC-HVDC [4].	10
Gambar 2.7	Sistem Transmisi VSC-HVDC [4].	10
Gambar 2.8	<i>Master and Slave Control</i> di Kedua Terminal [5]	14
Gambar 2.9	Master and Slave Control System [6]	14
Gambar 2.10	Voltage Droop Control [7].....	15
Gambar 3.1	Diagram Alir dari Alur Penelitian.....	18
Gambar 3.2	Example Model MMC HVDC Typhoon HIL	20
Gambar 3.3	Rancangan Model MMDC MTDC pada Typhoon HIL	22
Gambar 4.1	Rangkaian Sistem Secara Sederhana.....	25
Gambar 4.2	Diagram Blok V_{DC} Control pada Sistem MTDC.....	29
Gambar 4.3	Diagram Blok <i>Voltage Droop Control</i> pada Sistem MTDC	31
Gambar 4.4	Diagram Blok <i>Constant AC Voltage Control</i> pada Sistem MTDC	33
Gambar 4.5	Plot Persamaan <i>Droop Slope</i> pada Sistem	35
Gambar 5.1	Hasil Simulasi V_{DC} Control	38
Gambar 5.2	Hasil Simulasi V_{DC} Control dengan V_{DC-ref} sebesar 648kV	39
Gambar 5.3	Hasil Simulasi V_{DC} Control dengan Kenaikan V_{DC-ref} sebesar 644kV pada Salah Satu Terminal Pengirim.....	40
Gambar 5.4	Hasil Simulasi <i>Droop Control</i> Satu Banding Satu	41
Gambar 5.5	Hasil Simulasi <i>Droop Control</i> Satu Banding Satu dengan V_{DC-ref} sebesar 648 kV	41
Gambar 5.6	Hasil Simulasi <i>Droop Control</i> Satu Banding Satu dengan V_{DC-ref} sebesar 648 kV	42
Gambar 5.7	Hasil Simulasi <i>Droop Control</i> Dua Banding Satu.....	43
Gambar 5.8	Hasil Simulasi <i>Droop Control</i> Dua Banding Satu dengan V_{DC-ref} sebesar 648 kV	44
Gambar 5.9	Hasil Simulasi <i>Droop Control</i> Empat Banding Tiga	45
Gambar 5.10	Hasil Simulasi <i>Droop Control</i> Empat Banding Tiga dengan V_{DC-ref} sebesar 648 kV	46
Gambar 5.11	Grafik Perbandingan Hasil Simulasi dengan <i>Droop Slope</i> pada Setiap Kondisi	47
Gambar 5.12	Hasil Simulasi Sistem MTDC dengan K_{droop} Terlalu Besar.....	48
Gambar 5.13	Grafik Perbandingan Hasil Simulasi dengan <i>Droop Slope</i> pada Nilai K_{droop} yang Terlalu Besar	49
Gambar 5.14	Hasil Simulasi Sistem MTDC dengan K_{droop} Terlalu Kecil	49
Gambar 5.15	Grafik Perbandingan Hasil Simulasi dengan <i>Droop Slope</i> pada Nilai K_{droop} yang Terlalu Kecil	50
Gambar 5.16	Hasil Simulasi Respons setiap Sistem Kendali saat Penurunan Beban Terjadi	51



Gambar 5.17 Hasil Simulasi Penurunan Beban pada setiap Sistem Kendali dalam Keadaan <i>Steady State</i>	52
Gambar 5.18 Hasil Simulasi Terjadinya Penurunan Nilai Beban dengan Nilai $P_{ref,baru}$	53



DAFTAR SINGKATAN

<i>HVDC</i>	=	High voltage direct current
<i>HVAC</i>	=	High voltage alternating current
<i>MTDC</i>	=	Multi terminal high voltage direct current
<i>EBT</i>	=	Energi baru terbarukan
<i>PLTU</i>	=	Pembangkit listrik tenaga uap
<i>PLTB</i>	=	Pembangkit listrik tenaga bayu
<i>ESDM</i>	=	Energi dan sumber daya mineral
<i>NZE</i>	=	Net Zero Emission
<i>DC</i>	=	Direct current
<i>AC</i>	=	Alternating current
<i>LCC</i>	=	Line commutated converter
<i>VSC</i>	=	Voltage source converter
<i>IGBT</i>	=	Insulated-gate bipolar transistor
<i>SCR</i>	=	Short-circuit ratio
<i>STATCOM</i>	=	Static synchronous compensator
<i>MMC</i>	=	Modular multilevel converter
V_{DC-ref}	=	Nilai referensi tegangan DC
<i>HIL</i>	=	Hardware in loop
<i>PWM</i>	=	Pulse width modulation
V_{AC-ref}	=	Nilai referensi tegangan AC
<i>pu</i>	=	per unit