

DAFTAR ISI

PRAKATA.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN.....	xiv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Keaslian dan Kontribusi Penelitian.....	4
1.6 Manfaat Penelitian	5
1.7 Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	8
2.1 Tinjauan Pustaka.....	8
2.2 Landasan Teori.....	9
2.2.1 Daya	9
2.2.2 Faktor Daya dan Perbaikannya	10
2.2.3 Analisis Aliran Daya	11
2.2.4 Kapasitor	13
2.2.5 <i>Static VAR Compensator (SVC)</i>	14
2.2.6 <i>Static Synchronous Compensator (STATCOM)</i>	17
2.2.7 Komparasi Aspek Investasi	19
2.2.8 <i>Electric Arc Furnace (EAF)</i>	20

2.2.9	Regulasi Yang Berlaku	23
2.3	Pertanyaan Penelitian.....	24
2.4	Hipotesis	25
BAB III METODOLOGI.....		26
3.1	Alat dan Bahan.....	26
3.1.1	Alat.....	26
3.1.2	Bahan.....	26
3.2	Langkah Penelitian.....	29
3.3	Perancangan Sistem	31
3.4	Cara Analisis	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		35
4.1	Skema I: Pengujian Melalui <i>Test System</i> (IEEE 39 Bus).....	35
4.1.1	Skenario 1: Pengujian Sistem Tanpa Kompensator	36
4.1.2	Skenario 2: Pengujian Sistem Dengan Kapasitor	37
4.1.3	Skenario 3: Pengujian Sistem Dengan SVC	38
4.1.4	Skenario 4: Pengujian Sistem Dengan STATCOM.....	39
4.1.5	Perbandingan Hasil Seluruh Skenario.....	40
4.2	Skema II: Pengujian Melalui Sistem Aktual (Sistem Sulbagsel).....	42
4.2.1	Skenario 1: Pengujian Sistem Tanpa Kompensator	44
4.2.2	Skenario 2: Pengujian Sistem Dengan Kapasitor	45
4.2.3	Skenario 3: Pengujian Sistem Dengan SVC	47
4.2.4	Skenario 4: Pengujian Sistem Dengan STATCOM.....	48
4.2.5	Perbandingan Hasil Seluruh Skenario.....	49
4.3	Perbandingan Secara Aspek Investasi.....	51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		53
5.1	Kesimpulan	53
5.2	Saran	54
DAFTAR PUSTAKA		55
LAMPIRAN 1: SLD IEEE 39 bus new England		L-1

LAMPIRAN 2: Hasil load flow IEEE 39 bus	L-2
LAMPIRAN 3: SLD sistem Sulawesi Bagian Selatan	L-9
LAMPIRAN 4: Hasil load flow sistem Sulawesi Bagian Selatan	L-10

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik tegangan pada Gardu Induk Bantaeng Switching.....	3
Gambar 2.1 Grafik tegangan, arus, dan daya terhadap waktu	9
Gambar 2.2 Segitiga daya	10
Gambar 2.3 Diagram fasor arus	10
Gambar 2.4 Efek pemasangan kapasitor terhadap faktor daya [16]	14
Gambar 2.5 (a) Rangkaian ekuivalen SVC jenis FC-TCR (b) Gelombang keluaran SVC.....	14
Gambar 2.6 Karakteristik V-I SVC tipe FC-TCR [9]	15
Gambar 2.7 Topologi SVC.....	16
Gambar 2.8 Karakteristik sudut penyalaan TCR terhadap nilai susceptansi ($B - \alpha$).....	16
Gambar 2.9 Topologi STATCOM	18
Gambar 2.10 (a) Karakteristik V-I STATCOM (b) Karakteristik V-Q STATCOM [3].....	19
Gambar 2.11 Rangkaian sederhana EAF [21].....	21
Gambar 2.12 Rangkaian ekuivalen EAF [21]	21
Gambar 2.13 Perubahan daya aktif (P) dan reaktif (Q) dari EAF.....	22
Gambar 3.1 SLD IEEE 39 bus dengan modifikasi saluran dan penempatan EAF beserta kompensator.....	27
Gambar 3.2 <i>Single Line Diagram</i> GI 150 kV Bantaeng Switching.....	28
Gambar 3.3 Blok diagram kendali pada SVC	29
Gambar 3.4 Blok diagram kendali pada STATCOM	29
Gambar 3.5 Langkah penelitian	30
Gambar 3.6 Rancangan pemasangan EAF dan kompensator pada IEEE 39 bus	32
Gambar 3.7 Rancangan pemasangan kompensator pada GI 150 kV Bantaeng Switching	32
Gambar 3.8 Diagram alir penelitian.....	33

Gambar 4.1 Fluktuasi daya aktif dan reaktif yang dihasilkan oleh EAF	36
Gambar 4.2 Respon frekuensi pada sistem tanpa kompensator	36
Gambar 4.3 Respon tegangan pada bus 6 (EAF) tanpa kompensator	36
Gambar 4.4 Respon tegangan pada bus 6 (EAF) dengan kapasitor 80 MVAR	37
Gambar 4.5 Kompensasi daya reaktif oleh kapasitor 80 MVAR	38
Gambar 4.6 Respon tegangan pada bus 6 (EAF) dengan SVC 50 MVAR	38
Gambar 4.7 Kompensasi daya reaktif oleh SVC 50 MVAR	39
Gambar 4.8 Respon tegangan pada bus 6 (EAF) dengan STATCOM 40 MVAR	39
Gambar 4.9 Kompensasi daya reaktif oleh STATCOM 40 MVAR	40
Gambar 4.10 Perbandingan respon tegangan dari seluruh skenario	41
Gambar 4.11 Perbandingan kompensasi daya reaktif dari seluruh skenario.....	42
Gambar 4.12 STATCOM (garis ungu) memberikan respon tegangan yang paling efektif pada Bus 6.....	42
Gambar 4.13 Simulasi pola pembebanan P-Q KTT Huadi 1: Unity.....	43
Gambar 4.14 Simulasi pola pembebanan P-Q KTT Huadi 2: Wuzhou	43
Gambar 4.15 Simulasi pola pembebanan P-Q KTT Huadi 3: Yatai-A	43
Gambar 4.16 Simulasi pola pembebanan P-Q KTT Huadi 4: Yatai-B.....	44
Gambar 4.17 Simulasi pola pembebanan P-Q KTT Huadi 5: Hengseng.....	44
Gambar 4.18 Respon frekuensi pada GI 150 kV Bantaeng Switching tanpa kompensator	45
Gambar 4.19 Respon tegangan pada GI 150 kV Bantaeng Switching tanpa kompensator	45
Gambar 4.20 Respon tegangan pada GI 150 kV Bantaeng Switching dengan kapasitor 320 MVAR	46
Gambar 4.21 Kompensasi daya reaktif oleh kapasitor 320 MVAR	46
Gambar 4.22 Respon tegangan pada GI 150 kV Bantaeng Switching dengan SVC 280 MVAR.....	47
Gambar 4.23 Kompensasi daya reaktif oleh SVC	47
Gambar 4.24 Respon tegangan pada GI 150 kV Bantaeng Switching dengan STATCOM 220 MVAR	48

Gambar 4.25 Kompensasi daya reaktif oleh STATCOM 220 MVAR	48
Gambar 4.26 Perbandingan respon tegangan dari seluruh skenario	50
Gambar 4.27 Perbandingan kompensasi daya reaktif dari seluruh skenario	50
Gambar 4.28 STATCOM (garis warna ungu) memberikan respon tegangan yang paling efektif pada GI 150 kV Bantaeng Switching.....	51

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komparasi kompensator dari aspek investasi [32].....	20
Tabel 2.2 Batas rentang frekuensi operasi.....	23
Tabel 2.3 Kuota UFR Sistem Sulbagsel.....	24
Tabel 2.4 Batas rentang variasi tegangan.....	24
Tabel 3.1 Data Beban KTT Huadi.....	28
Tabel 4.1 Perbandingan nilai tegangan tertinggi dan terendah di bus EAF	41
Tabel 4.2 Perbedaan respon tegangan terendah dan tertinggi dari skenario 2, 3, dan 4	50
Tabel 4.3 Perbandingan biaya investasi dari skenario 2, 3, dan 4.....	52

DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

α	= Sudut penyalan thyristor
θ_v	= Sudut fasa tegangan
θ_i	= Sudut fasa arus
ω	= Kecepatan sudut
σ	= Sudut penghantaran
B	= Susceptansi
B_{TCR}	= Susceptansi total pada TCR
B_{SVC}	= Susceptansi total pada SVC
E_s	= Tegangan <i>grid</i>
I	= Arus
I_m	= Magnitudo arus
f	= Frekuensi
P	= Daya aktif
Q	= Daya reaktif
Q_{SVC}	= Daya reaktif total SVC
S	= Daya semu
t	= Waktu
V	= Tegangan
V_m	= Magnitudo tegangan
V_{pcc}	= Tegangan pada <i>Point Common Coupling</i>
V_s	= Tegangan referensi pada STATCOM
X	= Reaktansi
Y	= Admitansi
Z	= Impedansi
EAF	= <i>Electric Arc Furnaces</i>
FACTS	= <i>Flexible AC Transmission System</i>
FC	= <i>Fixed Capacitor</i>
GI	= Gardu Induk
GTO	= <i>Gate Turn-Off Thyristor</i>
IGBT	= <i>Insulated Gate Bipolar Transistor</i>
IGCT	= <i>Insulated Gate Commutated Thyristor</i>
KTT	= Konsumen Tegangan Tinggi
LFC	= <i>Load Frequency Control</i>
LWBP	= Luar Waktu Beban Puncak
PCC	= <i>Point of Common Coupling</i>

PI	= <i>Proportional Integral</i>
PLN	= Perusahaan Listrik Negara
pu	= <i>Per Unit</i>
SPWM	= <i>Sinusoidal Pulse Width Modulation</i>
STATCOM	= <i>Static Synchronous Compensator</i>
SVC	= <i>Static VAR Compensator</i>
TCR	= <i>Thyristor Controlled Reactor</i>
TSC	= <i>Thyristor Switched Capacitor</i>
TSR	= <i>Thyristor Switched Reactor</i>
UFR	= <i>Under Frequency Relay</i>
VSC	= <i>Voltage Source Converter</i>
WBP	= Waktu Beban Puncak