

TUGAS AKHIR

ANALISIS STABILITAS TEGANGAN TRANSMISI 150 KV DENGAN MENGGUNAKAN SIMULASI ETAP 12.6.0

Diajukan Guna Melengkapi Sebagai Syarat Dalam Mencapai Gelar
Sarjana Strata Satu (S1)



UNIVE **Disusun Oleh : S**

MERCU BUANA

Nama : Hanip Irfan Annafi

NIM : 41416110154

Pembimbing : Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, ST, M.Sc

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2020

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Hanip Irfan Annafi
NIM : 41416110154
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Kerja Praktek : Analisis Stabilitas Tegangan Transmisi 150 kV Dengan Menggunakan Simulasi ETAP 12.6.0

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau perjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

UNIVERSITA
MERCU BUA

Penulis
METERAI
TEMPEL
0307EEAHF238032593
EWANBUANA
(Hanip Irfan Annafi)

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS STABILITAS TEGANGAN TRANSMISI 150 KV DENGAN MENGGUNAKAN SIMULASI ETAP 12.6.0



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Disusun Oleh :

Nama : Hanip Irfan Annafi
NIM : 41416110154
Program Studi : Teknik Elektro

Mengetahui,
Pembimbing Tugas Akhir

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

(Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, ST, M.Sc)

Kaprodi Teknik Elektro

Koordinator Tugas Akhir



(Dr. Setiyo Budiyo, ST .MT)



(Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, ST, M.Sc)

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih Lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur hanya bagi Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, karunia dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir (TA) ini yang berjudul **“Analisis Stabilitas Tegangan Transmisi 150 kV Dengan Menggunakan Simulasi ETAP 12.6.0”**. Tugas Akhir ini diajukan guna melengkapi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana Teknik Elektro Mercu Buana Jakarta.

Dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memberi dukungannya selama pembuatan Tugas Akhir, karena bantuan dan dukungan dari banyak pihak penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak dan Ibu, yang selalu mendoakan dan memberikan semangat serta dukungannya.
2. Bapak Dr. Setiyo Budiyo, ST. MT. Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Muhammad Hafidz Ibnu Hajar, ST, M.Sc Selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan petunjuk dan arahnya dalam membuat Tugas Akhir ini.
4. Dosen Program studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana di Kampus Meruya .
5. Teman-teman dari kelas Karyawan Universitas Mercu Buana Angkatan 29 yang selalu kompak dari awal kuliah sampai saat sekarang ini.
6. Mas Ali Mas'adi dan semua orang yang membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam pembuatan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dalam penulisan dan penyusunannya, oleh karena itu penulis dengan senang hati menerima kritik dan sarannya yang bersifat membangun demi penyempurnaan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi

semua pihak, bagi rekan – rekan mahasiswa Mercu Buana, rekan mahasiswa universitas lainnya, semua pembaca dan bagi penulis khususnya.

Jakarta, 15 Juli 2020

Penulis,

(Hanip Irfan Annafi)



ABSTRAK

Stabilitas tegangan menjadi salah satu faktor yang perlu dipertimbangkan dalam perencanaan dan operasi sistem tenaga listrik. Fenomena tegangan jatuh harus dihindari dan kejadian tersebut dapat disebabkan oleh beberapa kondisi seperti pembebanan yang tinggi, kontingensi, atau gangguan yang lain. Untuk mengatasi permasalahan jatuh tegangan dalam penyaluran tenaga listrik dengan simulasi *Optimal Capacitor Placement* diaplikasikan untuk memperbaiki kinerja (*performance*) sistem tenaga listrik.

Simulasi *optimal capacitor placement* dapat memperbaiki level tegangan sistem dengan menambah kapasitor pada bus yang mengalami *drop voltage* secara otomatis. Artinya etap akan menghitung berapa kapasitas kapasitornya dan berapa jumlah bank kapasitor minimal yang mampu memperbaiki sistem sehingga kita tidak usah menghitung secara manual.

Dari hasil simulasi *Optimal Capacitor Placement* pada bus yang mengalami penurunan tegangan didapatkan 4 buah kapasitor pada waktu beban puncak (WBP) dengan rating yang paling baik untuk meningkatkan tegangan pada sistem yaitu Bus Gandul 1 dengan rating 40 Mvar, Bus Gandul 2 dengan rating 45 Mvar, Bus Lengkong 1 dengan rating 55 Mvar, dan Bus Lengkong 2 dengan rating 10 Mvar. Kemudian pada luar waktu beban puncak (LWBP) didapatkan 4 buah capacitor yaitu Bus Gandul 1 dengan rating 105 Mvar, Bus Gandul 2 dengan rating 105 Mvar, Bus Lengkong 1 dengan rating 75 Mvar, dan Bus Lengkong 2 dengan rating 45 Mvar.

Kata kunci : Stabilitas tegangan 150kV, *Optimal Capacitor Placement*, Sistem Tenaga Listrik.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRACT

Voltage stability is one factor that needs to be considered in the planning and operation of electric power systems. The phenomenon of voltage drop must be avoided and these events can be caused by several conditions such as high loading, contingency, or other disturbances. To overcome the problem of drop voltage in the distribution of electric power with the simulation Optimal Capacitor Placement is applied to improve the performance of the electric power system.

Optimal capacitor placement simulation can improve the system voltage level by adding capacitors to buses that have voltage drop automatically. This means that it will calculate the capacity of the capacitors and how many minimal capacitor banks are able to improve the system so that we do not have to calculate it manually.

From the simulation results of Optimal Capacitor Placement on buses that have decreased voltage, 4 capacitors are obtained at peak load times (WBP) with the best rating to increase the voltage on the system, namely Bus Gandul 1 with a rating of 40 Mvar, Bus Gandul 2 with a rating of 45 Mvar, Lengkong Bus 1 with a rating of 55 Mvar, and Lengkong Bus 2 with a rating of 10 Mvar. Then outside the peak load time (LWBP) 4 capacitors are obtained namely Bus Gandul 1 with a rating of 105 Mvar, Bus Gandul 2 with a rating of 105 Mvar, Bus Lengkong 1 with a rating of 75 Mvar, and Bus Lengkong 2 with a rating of 45 Mvar.

Keywords: Voltage stability 150kV, Optimal Capacitor Placement, Electric Power Systems.



DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERNYATAAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL & RUMUS	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan masalah	2
1.5 Metode Penelitian	3
1.6 Sistematik Penelitian.....	3
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Literatur Riwew	5
2.2 Sistem Tenaga Listrik	6
2.2.1 Pembangkit Listrik	7
2.2.2 Transisi Tenaga Listrik	7
2.2.2.1 Saluran Transmisi Pendek (<i>Short Line</i>)	8
2.2.2.2 Saluran Transmisi Menengah (<i>Medium line</i>)	9
2.2.2.3 Saluran Transmisi Panjang (<i>Long line</i>)	11
2.2.2.4 Jenis-jenis Menara/Tower Listrik	12
2.2.3 Distribusi Tenaga Listrik.....	12

2.2.4	Beban Listrik	13
2.2.4.1	Beban Resistif	13
2.2.4.2	Beban Kapasitif	13
2.2.4.3	Beban Induktif	13
2.3	Studi Aliran Daya.....	14
2.4	Definisi Daya	15
2.4.1	Daya Aktif (<i>Active Power</i>)	16
2.4.2	Daya Reaktif (<i>Reaktif Power</i>)	16
2.4.3	Daya Nyata (<i>Apparent Power</i>)	16
2.5	Faktor Daya (cos ϕ)	17
2.6	Optimal Capacitor Placement (OCP)	17
2.6.1	Hubungan (OCP) Dengan Faktor daya Dan.....	18
	Tegangan Sistem	
2.7	Level Tegangan Pada Sistem Tenaga Listrik	20
2.8	Kestabilan Tegangan	20

BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Lokasi Penelitian	22
3.2	Tahapan Penelitian	22
3.3	Diagram Alir Penelitian	26
3.4	Simulasi Menggunakan Software ETAP 12.6	26
3.5	Simulasi Optimal Capacitor Placement	27
	Menggunakan Software ETAP 12.6	

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Pemodelan Sistem PLN 150 KV Pada ETAP	32
4.2	Simulasai dan Analisa pada Waktu Beban Puncak (WBP)	33
4.3	Simulasai dan Analisa pada	37
	Luar Waktu Beban Puncak (LWBP)	

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan41
5.2 Saran.....42

DAFTAR PUSTAKA43



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sistem Pembangkit Listrik	6
Gambar 2.2	Saluran Transmisi Pendek (<i>Short Line</i>)	8
Gambar 2.3	Rangkaian T	9
Gambar 2.4	Rangkaian Phi (π)	10
Gambar 2.5	Saluran Transmisi Panjang (<i>Long Line</i>)	11
Gambar 2.6	Arah Aliran Arus Listrik	15
Gambar 2.7	Penjumlahan Trigonometri Daya Aktif dan Semu	17
Gambar 2.8	Fasor tegangan terima sebelum (a) dan sesudah dipasang kapasitor Shunt (b)	19
Gambar 2.9	Perbandingan besar daya semu yang dibutuhkan sebelum dan sesudah penambahan kapasitor	20
Gambar 2.10	Level Tegangan	20
Gambar 3.1	Single Line Diagram GI 150 kV Serpong	23
Gambar 3.2	Diagram Alir Metode Penelitian	26
Gambar 3.3	Atur LF-Default	27
Gambar 3.4	Batas kritis dan Margin sistem	28
Gambar 3.5	<i>Single Line Diagram</i> Sistem	28
Gambar 3.6	Hasil Running Load Flow	29
Gambar 3.7	Edit study case	30
Gambar 3.8	Optimal Capacitor Placement Study Case	30
Gambar 3.9	Hasil Optimal Capacitor Placement Study Case	31
Gambar 3.10	Edit Rating Capacitor	31
Gambar 4.1	Pemodelan Single Line Diagram Pada ETAP	32
Gambar 4.2	Load Flow Pada Waktu Beban Puncak (WBP)	33
Gambar 4.3	Alert View Pada Waktu Beban Puncak	33
Gambar 4.4	Optimal Capacitor Placement Pada Waktu Beban Puncak	35
Gambar 4.5	Load Flow Setelah Penambahan Kapasitor	35
Gambar 4.6	Grafik Perbandingan Tegangan Waktu Beban Puncak	36
Gambar 4.7	Load Flow Pada Luar Waktu Beban Puncak (WBP)	37

Gambar 4.8	Alert View Pada Luar Waktu Beban Puncak.....	37
Gambar 4.9	Optimal Capacitor Placement Pada Luar Waktu Beban Puncak ...	39
Gambar 4.10	Load Flow Setelah Penambahan Kapasitor.....	39
Gambar 4.11	Grafik Perbandingan Tegangan Waktu Beban Puncak.....	40



DAFTAR TABEL & RUMUS

Tabel 2.1	Perbandingan Referensi Jurnal	5
Tabel 3.1	Data Impedansi Saluran	23
Tabel 3.2	Data Transformator Sistem Interkoneksi 150 kV	24
Tabel 3.3	Data Beban WBP	24
Tabel 3.4	Data Beban LWBP	25
Tabel 4.1	Profil Tegangan Sebelum Penambahan Kapasitor (WBP)	39
Tabel 4.2	Profil Tegangan Setelah Penambahan Kapasitor (WBP)	41
Tabel 4.3	Profil Tegangan Sebelum Penambahan Kapasitor (LWBP)	43
Tabel 4.4	Profil Tegangan Setelah Penambahan Kapasitor (LWBP)	45
Rumus 2.1	Daya Aktif 1 Fasa	16
Rumus 2.2	Daya Aktif 3 Fasa	16
Rumus 2.3	Daya Reaktif 1 Fasa	16
Rumus 2.4	Daya Reaktif 3 Fasa	16
Rumus 2.5	Faktor Daya	17
Rumus 2.6	<i>Optimal Capacitor Placement</i>	18

UNIVERSITAS
MERCU BUANA