

PENGESAHAN

Skripsi Dengan Judul

**PENEMPATAN SUMBER MVAR PADA SISTEM YANG OPTIMUM
DALAM KAITANNYA DENGAN PEMANFAATAN SUMBER ENERGI
TERBARUKAN**

Disusun Oleh :

FITRY NURLAELY GHOZALI

NIM : 2009-11-212

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan
Pendidikan Sarjana Strata Satu Teknik Elektro**

SEKOLAH TINGGI TEKNIK-PLN

Jakarta, 25 Juli 2013

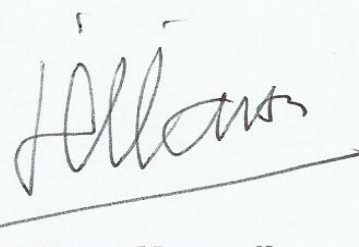
Mengetahui,



Ir. Djoko Susanto, MT

(Ketua Jurusan Teknik Elektro)

Disetujui,



Ir. Djiteng Marsudi

(Pembimbing Skripsi)

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul

“Penempatan Sumber MVar Yang Optimum

Dalam Kaitannya Dengan Pemanfaatan Sumber Energi Terbarukan”

merupakan karya tulis saya sendiri dan bukan merupakan tiruan, salinan atau duplikat dari Skripsi yang telah dipergunakan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan, baik di lingkungan STT-PLN maupun di Perguruan Tinggi lain, serta belum pernah dipublikasikan.

Pernyataan ini dibuat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab serta bersedia memikul segala resiko jika ternyata pernyataan di atas tidak benar.

Jakarta, 26 Agustus 2013



FITRY NURLAELY GHOZALI

NIM : 2009-11-212

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan ini saya menyampaikan banyak terima kasih kepada :

Ir. Djiteng Marsudi (Dosen Pembimbing)

yang telah memberikan petunjuk, saran-saran serta bimbingannya sehingga Skripsi ini dapat diselesaikan.

Terima kasih yang sama saya sampaikan kepada PLN P3B JB Cigereleng yang telah memberikan izin kepada saya untuk memperoleh data *single line diagram*, data pembebanan dan data saluran dari sistem tenaga listrik 150 kV Jawa Barat.

Jakarta, 26 Agustus 2013



FITRY NURLAELY GHOZALI

NIM : 2009-11-212

DAFTAR ISI

PENGESAHAN	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
UCAPAN TERIMA KASIH	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
ABSTRAK	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Manfaat Penelitian	3
1.4 Rumusan Masalah	3
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II PENGATURAN TEGANGAN DALAM SISTEM TENAGA LISTRIK	5
2.1 Alat – Alat Yang Dapat Penghasilkan Dan Mengatur Sumber Daya Reaktif	5
2.1.1 Flexible AC Transmission System (FACTS)	6
2.1.2 Kapasitor Bank	7
2.2 Sumber – Sumber Daya Reaktif Dalam Sistem	9
2.3 Pengaturan Daya Reaktif Untuk Perbaikan Jatuh Tegangan .	10

2.3.1	Kapasitor Bank Sebagai Sumber Daya Reaktif Untuk Memperbaiki Profil Tegangan.....	13
2.3.2	Static Var Compensator (SVC) Sebagai Pengatur Sumber Daya Reaktif Dalam Sistem Tegangan Tinggi	15
2.4	Penempatan Sumber Daya Reaktif Yang Optimum	17
BAB III	KONFIGURASI SISTEM TENAGA LISTRIK SECARA GARIS BESAR	20
3.1	Pusat – Pusat Beban	20
3.2	Pusat – Pusat Listrik	21
3.3	Saluran Transmisi Dan Gardu Induk	21
3.4	Aliran Daya Dan Profil Tegangan Data Simulasi	22
3.4.1	Analisa Pembangkitan Daya Data Simulasi	27
3.4.2	Analisa Aliran Daya Data Simulasi	28
3.4.3	Analisa Rugi – Rugi Daya Data Simulasi	31
3.4.4	Analisa Tegangan Bus Data Simulasi	33
3.4.5	Perbaikan Tegangan Pada Bus Kritis Data Simulasi..	34
3.4.6	Analisa Hasil Perbaikan Tegangan Data Simulasi	37
BAB IV	APLIKASI DI LAPANGAN	43
4.1	Topologi Jaringan Sistem Tenaga Listrik Jawa Barat	43
4.2	Aliran Daya Dan Profil Tegangan Sistem Tenaga Listrik Jawa Barat	45
4.2.1	Analisa Pembangkitan Daya Sistem Tenaga Listrik Jawa Barat	46
4.2.2	Analisa Aliran Daya Sistem Tenaga Listrik Jawa Barat	47

4.2.3	Analisa Jatuh Tegangan Sistem Tenaga Listrik Jawa Barat	49
4.2.4	Analisa Rugi – Rugi Daya Sistem Tenaga Listrik Jawa Barat	50
4.2.5	Analisa Perbaikan Tegangan Sistem Tenaga Listrik Jawa Barat	51
4.3	Kondisi Setelah Pemasangan Sumber Daya Reaktif	58
4.4	Realisasi Kondisi Lapangan	62
BAB V	PENUTUP	64
5.1	Kesimpulan	64
	DAFTAR PUSTAKA	66
	LAMPIRAN	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Konstruksi SVC	7
Gambar 2.2	Kapasitor bank terhubung dengan sistem tenaga listrik	8
Gambar 2.3	Pengatur dan penghasil sumber daya reaktif dalam sistem tenaga listrik	9
Gambar 2.4	Aliran daya melalui saluran pendek	10
Gambar 2.5	Diagram fasor saluran dengan beban resistif – induktif (lagging)	11
Gambar 2.6	Rangkaian ekuivalen pemasangan kapasitor	13
Gambar 2.7	Diagram vektor dari rangkaian dengan vektor daya lagging sebelum dan setelah pemasangan kapasitor	14
Gambar 2.8	Perbandingan besar daya semu sebelum dan sesudah pemasangan kapasitor bank	15
Gambar 2.9	Single line diagram static var compensator	16
Gambar 2.10	Penempatan SVC pada sistem tenaga listrik	18
Gambar 2.11	Penempatan kapasitor bank pada sistem tenaga listrik	18
Gambar 3.1	Flowchart proses perbaikan tegangan	23
Gambar 3.2	Single line diagram sistem simulasi	26
Gambar 3.3	Kondisi bus kritis	34
Gambar 3.4	Kondisi bus kritis setelah perbaikan tegangan	37
Gambar 3.5	Grafik tegangan sebelum dan setelah pemasangan sumber daya reaktif	39
Gambar 3.6	Grafik rugi-rugi daya aktif sebelum dan setelah pemasangan	40

	sumber daya reaktif	
Gambar 4.1	Topologi jaringan sistem tenaga listrik Jawa Barat	43
Gambar 4.2	Single line diagram penyebaran pusat listrik Jawa Barat	45
Gambar 4.3	Konfigurasi suntikan daya dari sistem 500 kV	47
Gambar 4.4	Bus dengan nilai tegangan paling rendah (a) Kondisi Beban Puncak Siang (10.00 WIB) (b) Kondisi Beban Puncak Malam (19.00 WIB)	49
Gambar 4.5	Bus Cianjur 150 kV setelah pemasangan SVC pada beban puncak siang (10.00 WIB)	52
Gambar 4.6	Bus Cianjur 150 kV setelah pemasangan SVC pada beban puncak malam (19.00 WIB)	53
Gambar 4.7	Bus Cianjur 150 kV setelah pemasangan kapasitor bank pada beban puncak siang (10.00 WIB) (a) Kondisi Beban Puncak (b) Kondisi Beban Nol	55
Gambar 4.8	Bus Cianjur 150 kV setelah pemasangan kapasitor bank pada beban puncak malam (19.00 WIB) (a) Kondisi Beban Puncak (b) Kondisi Beban Nol	57

DAFTAR GAMBAR

Tabel 3.1	Data rating generator	24
Tabel 3.2	Data transformator	25
Tabel 3.3	Data saluran transmisi udara	25
Tabel 3.4	Data pembebanan	25
Tabel 3.5	Keluaran daya pembangkit	27
Tabel 3.6	Aliran daya	28
Tabel 3.7	Rugi – rugi daya	31
Tabel 3.8	Tegangan bus	33
Tabel 3.9	Proses optimasi kapasitas sumber daya reaktif	36
Tabel 3.10	Perbandingan tegangan bus sebelum dan sesudah dipasang sumber daya reaktif	38
Tabel 3.11	Rugi – rugi sebelum dan sesudah penempatan sumber daya reaktif	39
Tabel 3.12	Aliran daya sebelum dan sesudah penempatan sumber daya reaktif	41
Tabel 4.1	Pusat – pusat listrik berkapasitas besar di daerah Jawa Barat	44
Tabel 4.2	Keluaran daya pembangkit	46
Tabel 4.3	Analisa aliran daya sistem tenaga listrik Jawa Barat	48
Tabel 4.4	Rugi – rugi daya sistem tenaga listrik Jawa Barat	50
Tabel 4.5	Optimasi kapasitas SVC pada bus Cianjur sisi 150 kV kondisi beban puncak siang (10.00 WIB)	51

Tabel 4.6	Optimasi kapasitas SVC pada bus Cianjur sisi 150 kV kondisi beban puncak malam (19.00 WIB)	53
Tabel 4.7	Optimasi kapasitas kapasitor bank pada bus Cianjur sisi 20 kV kondisi beban puncak siang (10.00 WIB)	54
Tabel 4.8	Optimasi kapasitas kapasitor bank pada bus Cianjur sisi 20 kV kondisi beban puncak malam (19.00 WIB)	56
Tabel 4.9	Kondisi tegangan bus pada beban puncak siang (10.00 WIB) sebelum dan sesudah pemasangan kapasitor bank	59
Tabel 4.10	Kondisi tegangan bus pada beban puncak malam (19.00 WIB) sebelum dan sesudah pemasangan kapasitor bank	60
Tabel 4.11	Rugi – rugi daya sebelum dan sesudah pemasangan kapasitor bank	62

ABSTRAK

Dalam sistem tenaga listrik, Pusat Listrik Tenaga Uap (PLTU) memegang peran yang besar karena harga bahan bakarnya yang relatif murah, yaitu batu bara. Selain PLTU batu bara, Pusat Listrik Tenaga Gas Uap (PLTGU) juga tergolong sebagai pemasok energi listrik dalam jumlah besar. Baik PLTU batu bara maupun PLTGU gas umumnya dibangun di daerah pantai karena memudahkan dalam hal pengangkutan batu bara dan penyediaan air pendingin. Di sisi lain, Pusat Listrik Tenaga Air (PLTA) dan Pusat Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) terletak di daerah pegunungan karena sumber energinya yang berada di daerah pegunungan. Hal tersebut mengakibatkan diperlukannya saluran transmisi yang relatif panjang untuk melakukan sistem interkoneksi antara PLTU, PLTGU, PLTA dan PLTP. Jika ditinjau dari segi pembebanan, beban yang didominasi oleh industri sebagian besar berada di perkotaan yang lebih dekat ke daerah pantai. Namun dalam perkembangannya, beban di daerah pegunungan pun kian meningkat akibat berkembangnya industri hilir dari produk pertanian maupun produk kehutanan. Kecilnya daya yang dihasilkan PLTA dan PLTP mengakibatkan terjadinya aliran daya dari PLTU ke daerah pegunungan untuk memenuhi kebutuhan daya di daerah pegunungan. Selanjutnya timbul profil tegangan yang tidak baik di daerah pegunungan. Untuk mengatasi hal tersebut, perlu dilakukan penempatan sumber Mvar (Kapasitor Bank dan Static Var Compensator) yang optimum untuk memperbaiki profil tegangan dan mengurangi rugi – rugi. Dengan mengecilnya nilai rugi-rugi maka pemanfaatan daya PLTA dan PLTP semakin optimal.

Kata kunci : Pengaturan Tegangan, Kapasitor Bank, Static Var Compensator.