

**IDENTIFIKASI PENURUNAN FAKTOR DAYA DAN
ANALISA PERBAIKANYA Di *STEAM TURBINE GENERATOR*
PT PUSRI PALEMBANG MENGGUNAKAN KAPASITOR
BANK**



SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang

Oleh:

Aji Wisnu Triantoro

132016024

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2020**

SKRIPSI
IDENTIFIKASI PENURUNAN FAKTOR DAYA DAN ANALISA
PERBAIKANYA Di *STEAM TURBINE GENERATOR* PT PUSRI
PALEMBANG MENGGUNAKAN KAPASITOR BANK



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Telah dipertahankan di depan penguji
14 Agustus 2020

Dipersiapkan dan Disusun Oleh
Aji Wisnu Triantoro

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing 1

Wiwin A. Oktaviani, S.T., M.Sc
NIDN. 0002107302

Penguji 1

Ir. Eliza, M.T
NIDN. 0209026201

Pembimbing 2

Taufik Barlian, S.T., M.Eng
NIDN. 0218017202

Penguji 2

Muhammad Hurairah, S.T., M.T
NIDN. 0228098702

Menyetujui
Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, M.T
NIDN. 022701004

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Elektro

Taufik Barlian, S.T., M.Eng
NIDN. 0218017202

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan di dalam daftar pustaka.

13 Agustus 2020

Yang membuat pernyataan



Aji Wisnu Priantoro

MOTTO

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai kesanggupannya.”

(QS. Al-Baqarah 286)

“Semua Manusia dapat mengubah hidup mereka dengan mengubah sikap mereka”

(Andrew Carnegie)

PERSEMBAHAN

Kupersembahkan Skripsi Ini Kepada :

ALLAH SWT atas segala nikmat dan ridho-Nya sehingga saya bisa menulis skripsi ini, yang selalu memberi kesehatan, selalu diberi perlindungan, selalu di berikan kemudahan, diberi rezeki, dan pertolongan.

Kepada Kedua Orang Tuaku Bapak Warsono dan IbuEndang yang sangat aku cinta dan sangat aku sayang, terimakasih banyak atas perhatiannya yang selalu memberikan Doa-doa, bantuan, dan semangat, kupersembahkan keberhasilan ini untuk Bapak dan Ibu tercinta yang selalu memberi nasihat, memotivasi untuk lebih baik dan lebih maju.

Kepada saudari perempuanku (Endah Noviani dan Widi Indriati) yang selalu mendoakan, selalu membuat saya untuk bersemangat dalam mengerjakan skripsi ini dan memotivasi.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya jualah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “**IDENTIFIKASI PENURUNAN FAKTOR DAYA DAN ANALISA PERBAIKANYA DI *Steam Turbine Generator* PT PUSRI PALEMBANG MENGGUNAKAN KAPASITOR BANK**” yang disusun guna untuk syarat mendapatkan gelar sarjanapada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Pada kesempatan ini penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada ,

- Wiwin A. Oktaviani, S.T., M.Sc selaku Pembimbing I
- Taufik Barlian, S. T., M.ENG selaku Pembimbing II

dan tak lupa pula penulis mengucapkan terima kasih kepada,

1. Bapak Dr. Abid Djazuli, S.E., M.M, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang
2. Bapak Dr. Ir. Kgs Ahmad Roni, M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
3. Bapak Taufik Barlian, S.T., M.Eng, Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
4. Bapak Feby Ardianto, S.t., Mcs, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
5. Bapak dan Ibu Staf Dosen pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
6. Bapak dan Ibu Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
7. Rekan-rekan Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang

Yang telah banyak membantu penulis baik secara moril maupun material dalam menyelesaikan skripsi ini, semoga amal baik yang diberikan kepada penulis

mendapatkan imbalan yang sesuai dari Allah SWT. Penulis menyadari penulisan skripsi ini jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran dari pembaca akan penulis terima sangat senang hati. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis sendiri dan umumnya bagi rekan-rekan pembaca di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Palembang , 20 Agustus 2020

Penulis,

Aji Wisnu Triantoro

ABSTRAK

Pertumbuhan beban pada sistem distribusi semakin meningkat terus - menerus. Pertumbuhan beban ini diikuti dengan peningkatan permintaan suplai daya reaktif akibat beban yang bersifat induktif meningkat. Jika suatu jaringan tidak memiliki sumber daya reaktif di daerah sekitar beban maka semua kebutuhan beban reaktifnya dipikul oleh generator sehingga akan mengalir arus reaktif pada jaringan yang mengakibatkan faktor daya menurun, drop tegangan, dan rugi – rugi daya besar. Salah satu cara untuk memperbaiki factor daya dan tegangan adalah dengan menempatkan nilai kapasitor yang optimal di lokasi yang tepat pada system distribusi. Kapasitor dipasang di lokasi strategis dan tepat untuk memperbaiki factor daya dan untuk mempertahankan tegangan dalam batas diijinkan sehingga rugi – rugi daya dapat dikurangi. Penelitian ini dilakukan pada jaringan PT PUSRI Palembang yaitu di Pembangkit *Steam Turbine Generator* dengan beban terbesar berupa motor induksi. Parameter yang diamati adalah faktor daya , besarnya jatuh tegangan di setiap bus dan rugi – rugi daya pada sistem. Perhitungan parameter dandan menggunakan bantuan prangkat lunak ETAP 12.6. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemasangan kompensasi daya reaktif di lokasi yang telah ditentukan menghasilkan faktor daya akhir pada sistem *Steam Turbine Generator* menjadi 0,901 *lagging*, total rugi daya menjadi sebesar 2115 kW dan tegangan terendah pada Bus GP- 3001- EMCC sebesar 89,98 % .

Kata kunci: daya reaktif, faktor daya, jatuh tegangan, rugi – rugi daya

ABSTRACT

The growth of load on the distribution system continues to increase. This load growth is followed by an increase in demand for reactive power supplies due to increased inductive loads. If a network does not have a reactive power source in the area around the load then all the reactive load requirements are borne by the generator so that reactive current will flow in the network which results in a decreased power factor, voltage drop and large power losses. One way to improve power and voltage factors is to place optimal capacitor values in the right locations in the distribution system. Capacitors are installed in strategic and appropriate locations to improve the power factor and to maintain the voltage within allowable limits so that power losses can be reduced. This research was carried out on the PT PUSRI Palembang network, namely at the Steam Turbine Generator Plant with the largest load in the form of an induction motor. The parameters observed are the power factor, the magnitude of the voltage drop on each bus and the power losses in the system. Calculation of fine parameters using ETAP 12.6 software. The research results show that installing reactive power compensation at a predetermined location results in the final power factor for the Steam Turbine Generator system being 0.901 lagging, the total power loss being 2115 kW and the lowest voltage on the GP-3001-EMCC Bus being 89.98%.

Key words: reactive power, power factor, voltage drop, power losses

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
MOTTO	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRAC	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulis	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Sistem Distribusi	4
2.2 Daya	5
2.3 Faktor Daya	6
2.4 Kapasitor Bank	8
2.5 Stap 12.6	17
BAB 3 METODE PENELITIAN	
3.1 Diagram Alir Penelitian	18
3.2 Jadwal Penelitian	19
3.3 Alat dan Bahan	19
BAB 4 SIMULASI DAN HASIL	
4.1 Data Sistem Kelistrikan PT. Pusri Palembang	20
4.2 Aliran Daya	21
4.3 Perbaikan Faktor Daya	23
4.4 Profil Tegangan	25
4.5 Perbaikan Rugi – Rugi Daya	26
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	27
B. Saran	27

**DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN**

28

DAFTAR GAMBAR

Gamabr 2.1 Tipikal Jaringan Distribusi	4
Gambar 2.2 Segitiga Daya	6
Gambar 2.3 Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Kapasitor	7
Gambar 2.4 Metode Pemasangan Bank Kapasitor Secara Global Compensation	8
Gambar 2.5 Metode Pemasangan Bank Kapasitor Secara Group Compensation	9
Gambar 2.6 Metode Pemasangan Bank Kapasitor Secara Individual Compensation	10
Gambar 2.7 a Rangkaian ekivalen dari saluran	11
Gambar 2.7 b Diagram Vektor dari Rangkaian dengan faktor daya	11
Gambar 2.7 c Diagram vektor dengan kapasitor shunt	11
Gambar 2.8 Merupakan Vektor Diagram Sebelum dan Sesudah Pemasangan Kapasitor	12
Gambar 2.9 Perbaikan Faktor Daya Dengan Kapasitor	13
Gambar 2.10 a Generator Tanpa Kapasitor	14
Gambar 2.10 b Generator Terpasang Dengan Kapasitor	15
Gamabr 2.11 Perbaikan Faktor Daya Dengan Kapasitor	15
Gambar 3.1 Diagram Alir Metode Penelitian	18
Gambar 4.1 Single Line Diagram <i>Steam Turbine Generator</i>	21
Gamabr 4.2 Hasil Simulasi Aliran Daya Tanpa Kapasitor Bank di Pembangkit <i>Steam Turbine Generator</i>	22
Gambar 4.3 Hasil Simulasi Aliran Daya Dengan Kapasitor Bank	24

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data Kapasitor Pembangkit di PT PUSRI Palembang	20
Tabel 4.2 Data Bus Pada Sistem Kelistrikan di PT Pusri Palembang	20
Tabel 4.3 Data Transformator Pada Sistem Kelistrikan di PT. Pusri Palembang	21
Tabel 4.4 Data Tie Transformer Pada Sistem Kelistrikan di PT. Pusri Palembang	21
Tabel 4.5 Nilai Kompensasi Daya Reaktif Yang Dibutuhkan	23
Tabel 4.6 Faktor Daya Setelah Pemasangan Kapasitor Bank	24
Tabel 4.7 Perbandingan Profil Tegangan Sebelum dan Sesudah Pemasangan Kapasitor Bank	26

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem tenaga listrik merupakan sistem yang terdiri dari pusat pembangkitan, saluran transmisi dan jaringan distribusi. Dimana secara keseluruhan berfungsi untuk menyalurkan daya dari pusat pembangkit ke beban. Daya listrik yang dihasilkan pada pusat pembangkit ditransmisikan ke beban melalui saluran transmisi. Sebelum ditransmisikan ke jaringan distribusi, tegangan dinaikkan dengan menggunakan transformator *step-up* atau yang disebut trafo penaik tegangan pada pusat pembangkit.(Handajadi, 2014)

Pertumbuhan beban pada sistem distribusi semakin meningkat terus - menerus. Pertumbuhan beban ini diikuti dengan peningkatan permintaan suplai daya reaktif akibat beban yang bersifat induktif meningkat. Jika suatu jaringan tidak memiliki sumber daya reaktif di daerah sekitar beban maka semua kebutuhan beban reaktifnya dipikul oleh generator sehingga akan mengalir arus reaktif pada jaringan yang mengakibatkan faktor daya menurun, drop tegangan, dan rugi – rugi daya besar.(Alamajibuwono, Hadha et al., 2011)

Salah satu cara untuk memperbaiki faktor daya dan tegangan adalah dengan menempatkan nilai kapasitor yang optimal di lokasi yang tepat pada sistem distribusi. Kapasitor dipasang di lokasi strategis dan tepat untuk memperbaiki faktor daya dan untuk mempertahankan tegangan dalam batas diijinkan sehingga rugi – rugi daya dapat dikurangi.

PT Pusri Palembang mempunyai sistem kelistrikan yang besar dan kompleks. Pada kondisi awal sebelum diberi penambahan beban dan generator baru, PT Pusri Palembang memiliki tiga unit pembangkit dengan kapasitas 15MW dan satu unit pembangkit dengan kapasitas 22,6 MW. Sistem kelistrikan di PT Pusri Palembang merupakan sistem kelistrikan *islanding*, yang saling

terhubung dengan *synchronous bus* untuk menjaga keandalan dari sistem kelistrikan PT Pusri Palembang. *Islanding* tersebut terbagi atas Pusri 2, Pusri 3, Pusri 4, dan Pusri 1B.

Penambahan beban berupa Pusri 2B serta pembangkit *Steam Turbine Generator* yang berkapasitas 38 MW membuat perubahan sistem kelistrikan pada PT PUSRI sehingga membutuhkan penambahan *synchronous bus* baru dengan kapasitas 33 kV untuk menghubungkan jaringan baru dan jaringan lama. *Powerplant* yang semula terbagi atas empat bagian, kini berubah menjadi lima bagian dengan adanya Pusri 2B. Pembangkit *Steam Turbine Generator* ini mensuplai daya untuk Pusri 2B dan mengalirkan daya ke jaringan kelistrikan yang lama (Arzandhy et al., 2017)

Dari perkembangan jaringan inilah yang melatarbelakangi penelitian ini untuk mengidentifikasi dimana saja yang mengalami penurunan faktor daya/tegangan yang diakibatkan dari penambahan beban baru serta pembangkit baru di PT Pusri Palembang.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu :

1. titik-titik mana saja pada *Steam Turbine Generator* yang mengalami penurunan faktor daya .
2. seberapa besar pengaruh kapasitor bank untuk perbaikan faktor daya pada titik tersebut.

1.3 Batasan Masalah

Untuk menyederhanakan permasalahan dalam Tugas Akhir ini maka diberikan batasan - batasan sebagai berikut :

1. Tugas akhir tidak aplikasi secara langsung tetapi hanya dalam bentuk simulasi
2. *Software* yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah ETAP
3. Hanya menganalisis di *Steam Turbine Generator*

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan pembuatan tugas akhir ini adalah untuk:

1. Menentukan letak dan nilai optimal kapasitor untuk memperbaiki faktor daya
2. Membandingkan pengaruh yang terjadi di *Steam Turbine Generator* setelah pemasangan kapasitor bank .

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini antara lain :

1. Menambah wawasan lebih luas mengenai kapasitor bank
2. Memberikan informasi tentang nilai faktor daya yang dihasilkan sebelum dan pemasangan kapasitor bank.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memberikan gambaran penulisan tugas akhir ini, diuraikan sebagai berikut:

BAB 1 : PENDAHULUAN

Bab ini mencakup latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas teori-teori yang merupakan penunjang didalam perencanaan dan tugas akhir.

BAB 3 : METODOLOGI PENELITIAN

Pada bagian bab ini akan dipaparkan tentang lokasi penelitian, alat dan bahan penelitian, data penelitian, jalannya penelitian, jadwal penelitian.

BAB 4 : ANALISA DAN HASIL PENGUJIAN

Bab ini membahas mengenai analisis berupa data dan hasil dari data yang diteliti.

BAB 5 : PENUTUP

Bab ini membahas tentang kesimpulan dan saran dari penyusunan skripsi ini.

DAFTAR PUSTAKA

Alamajibuwono, Hadha, Sukmadi, Tedjo, & Handoko, Susatyo. (2011). *OPTIMASI PENEMPATAN KAPASITOR MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA PADA SISTEM DISTRIBUSI UNTUK MEMPERBAIKI FAKTOR DAYA DAN TEGANGAN*.

10.

Ar Rahman, A. B. (2016). OPTIMALISASI PENEMPATAN KAPASITOR BANK UNTUK MEMPERBAIKI KUALITAS DAYA PADA SISTEM KELISTRIKAN PT. SEMEN INDONESIA ACEH MENGGUNAKAN METODE GENETIC ALGORITHM (GA). *Jurnal Teknik ITS*, 5(2), B229–B235.

<https://doi.org/10.12962/j23373539.v5i2.16123>

Arzandhy, B. A., Pujiantara, M., & Fahmi, D. (2017). Analisis Kestabilan Transien Dan Mekanisme Pelepasan Beban Di PT. Pusri Akibat Penambahan Generator Dan Penambahan Beban. *Jurnal Teknik ITS*, 6(1), 170–175.

<https://doi.org/10.12962/j23373539.v6i1.21145>

Hadi, Abdul. (1991). *SISTEM DISTRIBUSI DAYA LISTRIK*. ERLANGGA.

Handajadi, W. (2014). *ANALISIS PERBAIKAN TEGANGAN PADA SUBSISTEM DENGAN PEMASANGAN KAPASITOR BANK DENGAN ETAP VERSI 7.0. 8*.

Saragih, T. (n.d.). ANALISIS PENEMPATAN OPTIMAL BANK KAPASITOR PADA SISTEM DISTRIBUSI RADIAL DENGAN METODE GENETIK ALGORITHM APLIKASI : PT. PLN (PERSERO) CABANG MEDAN. 2018.

Widodo, R. (n.d.). *ANALISA OPTIMALISASI PENEMPATAN KAPASITOR BANK PADA JALUR DISTRIBUSI CHF 3 PT. **BUKIT** ASAM (PERSERO) TBK SKRIPSI.*