

**STUDI PERANCANGAN CAPASITOR BANK UNTUK PERBAIKAN
FAKTOR DAYA LISTRIK DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE
ETAP 12.6.0 DI CENTRAL PROCESSING PLANT GUNDIH**

PROYEK AKHIR

Diajukan kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta Untuk
Memenuhi Sebagian Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya



Oleh :

Rizky Hermawan

NIM. 16506134024

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

2019

**STUDI PERANCANGAN CAPASITOR BANK UNTUK PERBAIKAN
FAKTOR DAYA LISTRIK DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE
ETAP 12.6.0 DI CENTRAL PROCESSING PLANT GUNDIH**

Oleh :
Rizky Hermawan
NIM. 16506134024

Abstrak

Tujuan proyek akhir ini adalah untuk mengetahui tentang seberapa besar karakteristik beban dan perbaikan faktor daya untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas daya listrik. Kualitas daya listrik sangat dipengaruhi oleh penggunaan jenis beban tertentu seperti beban induktif. Penggunaan beban yang bersifat induktif dalam kapasitas besar dapat menyebabkan rendahnya faktor daya. Faktor daya yang rendah akan memperbesar jatuh tegangan dan rugi-rugi daya. Salah satu upaya untuk memperbaiki kualitas daya listrik dilakukan dengan pemasangan kompensasi daya reaktif yang cukup dalam sistem tersebut. Penelitian ini dilakukan di industri gas *Central Processing Plant* (CPP) Gundih yang merupakan salah satu area produksi PT Pertamina EP Asset 4 Field Cepu dengan beban terbesar berupa motor induksi untuk unit-unit proses dan *utilities* dalam kilang.

Analisis perancangan *capacitor bank* metode *grup compensation capacitor* di CPP Gundih ini dengan melakukan, 1) Pengajuan izin observasi ke pihak CPP Gundih, 2) Observasi dan pengambilan data di CPP Gundih, 3) Pengolahan data dan analisis kebutuhan daya reaktif keseluruhan dalam sistem agar nilai faktor daya lebih besar dari 0.95 lagging, 5) Pemodelan *sigle line diagram* di *software* Etap 12.6.0, 6) setting parameter perbaikan faktor daya dan *analisis load flow* hasil perbaikan, 7) perhitungan ekonomi yang dilakukan dengan menambahkan kompensasi daya reaktif

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemasangan *capacitor bank* metode *group compensation capacitor* pada CPP Gundih sebesar 1380 kVAR menghasilkan faktor daya 0,96 lagging, total efisiensi rugi-rugi daya sebesar 67,5 kW dan biaya pemasangan Rp. 945.000.000,-.

Kata Kunci : Daya reaktif, Faktor daya, Ekonomi

**THE STUDY OF BANK CAPACITOR DESIGN FOR POWER FACTOR
IMPROVEMENT BY USING ETAP 12.6.0 SOFTWARE IN GUNDIH
CENTRAL PROCESSING PLANT**

By :
Rizky Hermawan
NIM. 16506134024

Abstract

The purpose of this final project is to find out how much the characteristics of the load and power factor correction will improve the efficiency and quality of electric power. Power quality is strongly influenced by the use of certain types of loads such as inductive loads. The use of inductive load in a large capacity may cause low power factor. A low power factor will increase the voltage drop and power loss. One of the solutions to improve the quality of electric power could be solved by the installation of sufficient reactive power compensation in the system. This research was conducted in gas industry Central Processing Plant (CPP) Gundih which is one the properties of PT Pertamina EP Cepu Field Asset 4 with the biggest load in the form of an induction motor for units in the refinery process and utilities,

Design analysis of capacitor bank by using group method of compensation capacitor in CPP Gundih is performed by , 1) Submission of observation permit to the CPP Gundih, 2) observation and data collecting on CPP Gundih, 3) Data processing and analyzation of reactive power needs for the whole system in order to get the value of power factor greater than 0.95 lagging, 5) modelling for the sigle line diagram by using the Etap 12.6.0 software, 6) settings for improvement of the power factor's parameter and load flow analysis after improvement, 7) economic calculation is performed by adding reactive power compensation

The results showed that the installation of capacitor bank by using group method of compensation capacitor with the amount of 1380 KVAR in the CPP Gundih produces 0.96 lagging power factor, with total efficiency power losses 67.5 kW and installation costs Rp. 945 000 000, -.

Keywords: Reactive power, Power factor, Economic

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rizky Hermawan

NIM : 16506134024

Program Studi : Teknik Elektro – DIII

Judul Proyek Akhir : Studi Perancangan *Capasitor Bank* Untuk Perbaikan Faktor Daya Listrik Dengan Menggunakan *Software* Etap 12.6.0 Di *Central Processing Plant* Gundih

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam proyek akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar ahli madya atau gelar lainnya di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 21 Juni 2019

Yang menyatakan,



Rizky Hermawan

NIM. 16506134024

LEMBAR PERSETUJUAN

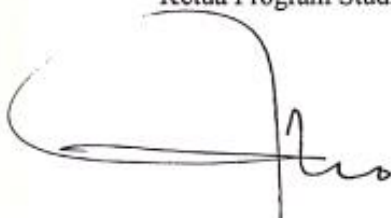
PROYEK AKHIR

**STUDI PERANCANGAN *CAPASITOR BANK* UNTUK PERBAIKAN
FAKTOR DAYA LISTRIK DENGAN MENGGUNAKAN *SOFTWARE*
ETAP 12.6.0 DI *CENTRAL PROCESSING PLANT GUNDIH***

Disusun oleh :
Rizky Hermawan
NIM. 16506134024

Telah memenuhi syarat dan di setujui oleh dosen pembimbing untuk dilaksanakan
ujian proyek akhir bagi yang bersangkutan

Mengetahui
Ketua Program Studi



Toto Sukisno, S.Pd., M.Pd
NIP. 19740828 200112 1 005

Yogyakarta, 21 Juni 2019

Disetujui
Dosen Pembimbing



Ir. Moh. Khairudin M.T., Ph.D.
NIP. 19790412 200212 1 002

LEMBAR PENGESAHAN

Proyek Akhir

**STUDI PERANCANGAN *CAPASITOR BANK* UNTUK PERBAIKAN
FAKTOR DAYA LISTRIK DENGAN MENGGUNAKAN *SOFTWARE*
ETAP 12.6.0 DI *CENTRAL PROCESSING PLANT* GUNDIH**

Disusun oleh :

Rizky Hermawan

NIM. 16506134024

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji Proyek Akhir Program Studi Teknik
Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
Pada Tanggal 4 Juli 2019

TIM PENGUJI

Nama/Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Ir. Moh. Khairudin M.T., Ph.D. Ketua Penguji/Pembimbing		15-7-2019
Toto Sukisno, S.Pd., M.Pd. Sekertaris		15-07-2019
Dr. Drs. Giri Wiyono M.T. Penguji		15-07-2019

Yogyakarta, 4 Juli 2019

Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Dekan


Dr. Widarto, M.Pd.
NIP. 19631230 198812 1 001

LEMBAR PERSEMBAHAN

Laporan Proyek Akhir ini dengan segala kelebihan dan kekurangannya saya persembahkan kepada :

1. Bapak Ponidjo & Ibu Dwi Hartanti, selaku orang tua tercinta yang sudah memberikan dukungan moril maupun materiil dan senantiasa menyertai penulis disetiap situasi dan kondisi. Terimakasih atas segala do'a, semangat, pengorbanan, dan kasih sayang yang sangat berarti sampai saat ini.
2. Bapak Ir. Moh. Khairudin M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir. Terimakasih atas bimbingan dan waktu yang diluangkan serta masukan-masukan yang telah diberikan.
3. Teman-teman Teknik Elektro D3 kelas B 2016 dan Program Magang Mahasiswa Bersertifikat di PT.KAI 2019. Terimakasih untuk dukungan dan semangatnya.
4. Almamaterku Universitas Negeri Yogyakarta.

MOTTO

Sephiro Gedhening Sengsoro Yen Tinompo Amung Dadi Cobo

“Sebesar apapun penderitaan apabila diterima dengan hati yang ikhlas maka
hanya akan menjadi cobaan semata”

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul Studi Perancangan *Capasitor Bank* Untuk Perbaikan Faktor Daya Listrik Dengan Menggunakan *Software* Etap 12.6.0 Di *Central Processing Plant* Gundih. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Penulis sadar tanpa bantuan berbagai pihak, Tugas Akhir ini tidak akan terlaksana dengan baik. Dalam pelaksanaan dan penyusunan laporan Tugas Akhir ini, penulis mendapat bantuan berupa bimbingan, dukungan, pendampingan dan nasehat. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Widarto, M.Pd. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
2. Bapak A.V.Tony Juianto selaku *Maintenance Leader Central Processing Plant* Area Gundih yang telah membimbing dan berbagi ilmu kepada penulis selama melaksanakan observasi dan pengambilan data.
3. Totok Heru, M.Pd selaku ketua Program Studi Pendidikan Teknik Elektro beserta dosen dan staff yang telah memberikan bantuan dan fasilitas selama penyusunan pra proposal sampai Laporan Proyek Akhir ini
4. Bapak Toto Sukisno, S.Pd., M.Pd. selaku Ketua Program Studi D3 Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
5. Bapak Ir. Moh. Khairudin M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang selalu memberikan bimbingan.

6. Teman-teman mahasiswa Teknik Elektro kelas B angkatan 2016 yang selalu memberi dukungan.
7. Semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung selama pelaksanaan praktik industri.

Penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam Laporan Tugas Akhir ini. Oleh sebab itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak demi perbaikan laporan ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis, melainkan semua pihak terutama kalangan akademika Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta.

Yogyakarta, 15 Februari 2019

Penulis,



Rizky Hermawan

NIM. 16506134024

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT.....	iii
SURAT PERNYATAAN.....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN.....	v
LEMBAR PENGESAHAN	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
HALAMAN MOTTO	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan.....	5
F. Manfaat.....	5
G. Keaslian Gagasan	6
BAB II PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH	
A. Sistem Tenaga Listrik Tiga Fasa.....	8
B. Daya Pada Sistem Tiga Fasa	9
C. Macam-Macam Jenis Daya Listrik	9
D. Segitiga Daya	11
E. Kualitas Daya Listrik	12
F. Faktor Daya	13
G. Perbaikan Faktor Daya	14
H. Metode Perbaikan Faktor Daya.....	16
I. Lokasi Pemasangan Instalasi Capacitor Bank.....	16
J. Software ETAP (Electrical Transient and Analysis Program).....	17
BAB III KONSEP DAN ALUR SISTEMATIK LAPORAN TUGAS AKHIR	
A. Studi Literatur	21
B. Pengambilan Data di CPP Gundih	21
C. Pengeolahan Data Untuk Analisis Perbaikan Faktor Daya.....	26
D. Pemodelan Single Line Diagram di Etap 12.6.0	27
E. Hasil Simulasi Setting Faktor Daya di Etap 12.6.0.....	27

F. Perbandingan hasil simulasi	28
G. Nilai Ekonomi	30
H. Pembuatan Laporan dan Penarikan Kesimpulan.....	31
BAB IV HASIL PERANCANGAN DAN PEMBAHASAN	
A. Data dan Spesifikasi Peralatan	32
B. Data pengukuran Switchgear	50
C. Perhitungan Perbaikan Faktor Daya.....	55
D. Single Line Diagram CPP Gundih	56
E. Hasil Simulasi Setting Faktor Daya di Etap 12.6.0.....	59
F. Perbandingan hasil simulasi dalam bentuk tabel.....	62
G. Perancangan Pengadaan Capacitor Bank	67
BAB IV PENUTUP	
A. Kesimpulan.....	70
B. Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA.....	72
LAMPIRAN-LAMPIRAN	73

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Skema Sistem tenaga listrik	8
Gambar 2. Segitiga Daya	11
Gambar 3. Prinsip perbaikan faktor daya.....	15
Gambar 4. Penempatan kapasitor bank.....	16
Gambar 5. Diagram Alur Penelitian.....	20
Gambar 6. Single Line Diagram CPP Gundih	32
<i>Gambar 7. Gas Turbin Generator</i>	<i>33</i>
<i>Gambar 8. Turbin Gas Kawasaki GPB30</i>	<i>34</i>
Gambar 9. (a) Output Generator, (b) Permanent Magnet Generator (PMG)	35
Gambar 10. Transformator TR 4101 A.....	37
Gambar 11. Transformator TR-4101 B.....	37
Gambar 12. Transformator TR 4102 A.....	38
Gambar 13. Transformator TR 4102 B	38
Gambar 14. Transformator TR 4103.....	39
Gambar 15. Main SWGR 6.6 KV 4100 A/B	41
Gambar 16. MV SWGR 6.6 KV & MCC 4101 A/B	41
Gambar 17. LV SWGR 0.4 KV & MCC 4111 A/B.....	42
Gambar 18. LV SWGR 0.4 kV & MCC 4112 A/B	46
Gambar 19. Emergency SWGR 0.4 kV & MCC 4113 A	49
Gambar 20. Titik uji pengambilan data	50
Gambar 21. Data Pengukuran Incoming MV 6.6 kV - SWGR & MCC.....	51
Gambar 22. Data Pengukuran Incoming LV 0.4 kV - SWGR.....	51
Gambar 23. Setting Synchronus Generator.....	57
Gambar 24. Setting Transformator	57
Gambar 25. Setting Beban	58
Gambar 26. Layout single line diagram CPP Gundih.....	58
Gambar 27. Tegangan, arus dan PF SWGR 4111A dan 4112A	59
Gambar 28. Daya aktif dan reaktif SWGR 4111A dan 4112A.....	59
Gambar 29. Load Flow Analysis kondisi eksisting	60
Gambar 30. Tegangan, arus dan PF SWGR 4111A dan 4112A Perbaikan	60
Gambar 31. Daya aktif dan reaktif SWGR 4111A dan 4112A Perbaikan.....	61
Gambar 32. Load Flow Analysis kondisi evaluasi.....	61
<i>Gambar 33. Grafik Perbandingan Faktor Daya</i>	<i>62</i>
<i>Gambar 34. Grafik Perbandingan Arus</i>	<i>63</i>
<i>Gambar 35. Grafik Perbandingan Tegangan</i>	<i>64</i>
Gambar 36. Grafik Perbandingan Daya Semu (kVA)	65
Gambar 37. Grafik Perbandingan Daya Reaktif (kVAr)	66

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Instrumen spesifikasi GTG	22
Tabel 2. Instrumen spesifikasi Turbin Gas	22
Tabel 3. Instrumen spesifikasi Generator.....	23
Tabel 4. Instrumen spesifikasi Transformator	23
Tabel 5. Instrumen spesifikasi Main SWGR.....	24
Tabel 6. Instrumen Spesifikasi MV SWGR & MCC 6.6 kV	24
Tabel 7. Instrumen Load MV SWGR 6.6 kV	24
Tabel 8. Instrumen Spesifikasi LV SWGR & MCC 0.4 kV	24
Tabel 9. Instrumen load LV SWGR & MCC 0.4 kV.....	24
Tabel 10. Instrumen Spesifikasi Emergency SWGR & MCC 0.4 kV	24
Tabel 11. Instrumen load emergency SWGR 0.4 kV.....	25
Tabel 12. Instrumen pengukuran incoming SWGR & MCC.....	25
Tabel 13. Instrumen titik pengukuran pada masing-masing switchgear.....	25
Tabel 14. Instrumen pengukuran arus pada titik pengukuran	25
Tabel 15. Instrumen pengukuran tegangan pada titik pengukuran	26
Tabel 16. Instrumen pengukuran faktor daya pada titik pengukuran.....	26
Tabel 17. Instrumen pengukuran daya pada titik pengukuran	26
Tabel 18. Perbandingan Faktor Daya (PF).....	28
Tabel 19. Perbandingan Arus (A)	28
Tabel 20. Perbandingan Tegangan (V)	28
Tabel 21. Perbandingan Daya Semu (kVA).....	29
Tabel 22. Perbandingan Daya Reaktif	29
Tabel 23. Perbandingan Tagihan Listrik Satu Bulan	30
Tabel 24. Reduksi Biaya Penghematan Tagihan Listrik.....	30
Tabel 25. Instrumen spesifikasi GTG CPP Gundih	33
Tabel 26. Instrumen spesifikasi Turbin Gas GPB30.....	34
Tabel 27. Instrumen spesifikasi Generator (G-1201 A/B/C/D)	36
Tabel 28. Instrumen spesifikasi Transformator 4101 A/B dan 4102 A/B	39
Tabel 29. Instrumen spesifikasi Transformator 4103	40
Tabel 30. Instrumen spesifikasi Main SWGR 4101 A/B.....	41
Tabel 31. Instrumen spesifikasi MV SWGR 6.6 KV 4101 A/B	41
Tabel 32. Instrumen load MV SWGR 6.6 KV & MCC 4101 A/B	42
Tabel 33. Instrumen spesifikasi LV SWGR SWGR 4111 A/B	43
Tabel 34. Instrumen load LV SWGR 0.4 KV & MCC 4111 A	44
Tabel 35. Instrumen load LV SWGR 0.4 KV & MCC 4111 B	45
Tabel 36. Instrumen spesifikasi LV SWGR 4111 A/B	46
Tabel 37. Instrumen load LV SWGR 0.4 kV & MCC 4112 A.....	47
Tabel 38. Instrumen load LV SWGR 0.4 kV & MCC 4112 B	48
Tabel 39. Instrumen spesifikasi Emergency SWGR 4113 A.....	49
Tabel 40. Instrumen load emergency SWGR 0.4 kV & MCC 4113 A.....	50
Tabel 41. Pengukuran Incoming MV SWGR 4101 bus A.....	52

Tabel 42. Pengukuran Incoming MV SWGR 4101 Bus B	52
Tabel 43. Pengukuran Incoming LV SWGR 4111 Bus A	52
Tabel 44. Pengukuran Incoming LV SWGR 4111 Bus B	53
Tabel 45. Pengukuran Incoming LV SWGR 4112 Bus A	53
Tabel 46. Pengukuran Incoming LV SWGR 4112 Bus B	53
Tabel 47. Pengukuran Incoming LV Emergency SWGR 4113 A	54
Tabel 48. Instrumen titik pengukuran pada masing-masing switchgear.....	54
Tabel 49. Instrumen pengukuran arus pada titik pengukuran	54
Tabel 50. Instrumen pengukuran tegangan pada titik pengukuran	54
Tabel 51. Instrumen pengukuran faktor daya pada titik pengukuran.....	55
Tabel 52. Instrumen pengukuran daya pada titik pengukuran	55
Tabel 53. Perhitungan nilai kapasitor bank > 0.95	56
Tabel 54. Perbandingan Faktor Daya (PF) Simulasi.....	62
Tabel 55. Perbandingan Arus (A) Simulasi	63
Tabel 56. Perbandingan Tegangan (V) Simulasi	64
Tabel 57. Perbandingan Daya Semu (kVA) Simulasi.....	65
Tabel 58. Perbandingan Daya Reaktif (kVAr) Simulasi.....	66
Tabel 59. Perbandingan Tagihan Listrik Satu Bulan	67
Tabel 60. Reduksi Biaya Penghematan Tagihan Listrik.....	67
Tabel 61. Instrumen spesifikasi capasitor bank	68
Tabel 62. Biaya pengadaan capasitor bank	68
Tabel 63. Pay back biaya pengadaan kapasitor bank.....	69

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Simulasi.....	74
Lampiran 2. <i>Losess</i> Jaringan Sebelum	76
Lampiran 3. <i>Losess</i> Jaringan Sesudah.....	82