

**STUDI EVALUASI KEBUTUHAN KAPASITOR BANK DAN POTENSI
PENGHEMATAN ENERGI DI PT IPTEK TAMAN MINI INDONESIA**

SKRIPSI

TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI ENERGI ELEKTRIK

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



BAGUS DWI RAMADHON

NIM. 115060307111007

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2017**

LEMBAR PENGESAHAN

**STUDI EVALUASI KEBUTUHAN KAPASITOR BANK DAN
POTENSI PENGHEMATAN ENERGI DI PT IPTEK TAMAN MINI
INDONESIA**

SKRIPSI

TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI TEKNIK ENERGI ELEKTRIK

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



BAGUS DWI RAMADHON

NIM. 115060307111007

**Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal 17 November 2017**

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Unggul Wibawa, M.Sc.

NIP. 19630106 198802 1 001

Drs. Ir. Moch. Dhofir, M.T.

NIK. 19600701 199002 1 001

**Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Elektro**

Ir. Hadi Suyono, S.T., M.T., Ph.D., IPM.

NIP. 19730520 200801 1 013

JUDUL SKRIPSI :
STUDI EVALUASI KEBUTUHAN KAPASITOR BANK DAN POTENSI
PENGHEMATAN ENERGI DI PT IPTEK TAMAN MINI INDONESIA

Nama Mahasiswa : Bagus Dwi Ramadhon
NIM : 115060307111007
Program Studi : Teknik Elektro
Konsentrasi : Teknik Energi Elektrik

KOMISI PEMBIMBING :

Ketua : Ir. Unggul Wibawa, M.Sc.

Anggota : Drs. Ir. Moch. Dhofir, M.T.

TIM DOSEN PENGUJI :

Dosen Penguji 1 : Dr.Rini Nur Hasanah, ST., M.Sc
Dosen Penguji 2 : Ir. Mahfudz Shidiq, MT
Dosen Penguji 3 : Ramadhani Kurniawan S. ST., MT

Tanggal Ujian : 17 November 2017

SK Penguji : No. 1577/UN10.F07/SK/2017

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 19 Januari 2018

Mahasiswa,

Bagus Dwi Ramadhon

NIM. 115060307111007

PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik, serta hidayah-Nya. Dialah Allah, Tuhan Yang Maha Satu, Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Dialah Sebaik baik Penolong dan Sebaik baik Pelindung. Shalawat dan salam kepada Nabi Muhammad Rasulullah Shallallahu Alaihi Wa Salam, Sang pembawa kabar gembira dan sebaik baik suri tauladan bagi yang mengharap Rahmat dan Hidayah-Nya.

Sungguh hanya melalui Pertolongan dan Perlindungan Allah SWT semata sehingga dapat terselesaikan skripsi ini dengan judul “Studi Evaluasi Kebutuhan Kapasitor Bank dan Potensi Penghematan Energi di PT IPTEK Taman Mini Indonesia”. Dengan seizin Allah SWT, dikesempatan yang baik ini disampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang setinggi tingginya atas bantuan, bimbingan, dan dukungan sehingga terselesainya skripsi ini kepada:

1. Bapak M. Aziz Muslim, S.T., M.T., Ph.D. dan Bapak Hadi Suyono, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua dan Sekretaris Jurusan Teknik Elektro.
2. Ibu Dr. Rini Nur Hasanah, S.T., M.Sc. dan Bapak Ali Mustofa S.T., M.T. selaku Ketua Kelompok Dosen Keahlian Teknik Energi Elektrik dan Ketua Program Studi Jurusan Teknik Elektro.
3. Bapak Ir. Unggul Wibawa, M.Sc. dan Bapak Drs. Ir. Moch. Dhofir, M.T. sebagai Dosen Pembimbing Skripsi yang telah memberikan motivasi, bimbingan, kritik, dan saran yang membangun demi penyempurnaan skripsi ini.
4. Bapak Ir. Teguh Utomo, M.T. selaku dosen pembimbing akademik beserta seluruh dosen dan karyawan Jurusan Teknik Elektro atas bimbingan dan bantuan selama perkuliahan.
5. Kedua orang tua tercinta Prof.Dr.Ir.rer.pol.H.Didik Notosudjono, M.Sc dan Gitawati serta kakak dan adik tersayang Apriati Widya Lestari dan Satrio Sasongko Adinegoro yang senantiasa selalu memberikan doa, motivasi, dan dukungan moril maupun materil.
6. Seluruh teman-teman Inverter 2011, terutama konsentrasi Teknik Energi Elektrik (POWER) yang telah banyak memberi cerita dan pengalaman hidup.
7. Semua pihak yang telah membantu dan tidak bisa disebutkan satu persatu, terimakasih banyak atas bantuannya.

Sekiranya Allah SWT mencatat amal baik kepada semua pihak yang turut membantu menyelesaikan skripsi ini. Akhirnya, dapat disadari bersama bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna namun semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi bagi masyarakat serta memberikan wawasan dan pengetahuan yang baru bagi setiap pembacanya. Allahumma Amîn.

Malang, Januari 2018

Penulis

RINGKASAN

Bagus Dwi Ramadhon, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Januari 2018, *Studi Evaluasi Kebutuhan Kapasitor Bank dan Potensi Penghematan Energi di PT IPTEK TAMAN MINI INDONESIA*, Dosen Pembimbing: Ir. Unggul Wibawa, M.Sc dan Drs. Ir. Moch. Dhofir, M.T.

Pada bulan awal Januari 2015, terjadi kebakaran pada ruang Main Distribution Panel (MDP) dari sistem tenaga listrik di PP-IPTEK dan ini berdampak kepada kerusakan sistem bank kapasitor dan panel-panel utama listrik yang ada di gedung PP-IPTEK. Dari hasil survei awal, perlu adanya kajian ulang terhadap sistem kelistrikan di PP-IPTEK yang saat ini disuplai oleh PLN dengan kapasitas 1.140 MW. Hasil kajian mendapati faktor daya mengalami penurunan dari 0.9 menjadi 0.79 yang mengakibatkan menurunnya efisiensi dalam penerimaan daya. Oleh karena itu, diadakan perbaikan dengan faktor daya yang baru menggunakan kapasitor bank yang baru yaitu sebesar 0.98 agar memberikan kualitas daya yang lebih baik dan menghilangkan adanya pembayaran kVArh yang berlebih dari PLN. Dengan adanya penelitian ini, PP-IPTEK dapat menghemat biaya dengan rata-rata Rp. 14.767.903,- pada setiap bulannya dan dengan kualitas daya yang baik, juga mampu memberikan daya tambahan yang dapat dialihfungsikan pada kebutuhan-kebutuhan PP-IPTEK yang lainnya.

Kata kunci: Bank Kapasitor, Beban, Penghematan Energi, Faktor Daya

SUMMARY

Bagus Dwi Ramadhon, Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, January 2018, **An Evaluation Study of Capacitor Bank and Energy Saving Potential in PT IPTEK TAMAN MINI INDONESIA**, Academic Supervisor: Drs. Ir. Unggul Wibawa, M.Sc. and Ir. Moch. Dhofir, M.T.

On early January 2015, a fire occurred on the Main Distribution Panel (MDP) room of an electrical system in PP-IPTEK resulting on a damaged capacitor bank and other main electrical panels located in the building. Based from the recent survey, a review of PP-IPTEK's electrical system that is currently being supplied by PLN with a capacity of 1.140 MW is needed. The study result shows that the power factor is having a decrease from 0.9 to 0.79 resulting in lower efficiency on the power system. Therefore, a power factor improvement took place using a new capacitor bank with a power factor of 0.98 to give a better quality on the power system and removing the cost of excess kVArh from PLN. With this study, PP-IPTEK can save a monthly cost of Rp. 14.767.903,- and with a better power quality also gives energy spare that can be used for other PP-IPTEK's needs.

Keywords: Capacitor Bank, Loads, Energy Saving, Power Factor

DAFTAR ISI

PENGANTAR	i
RINGKASAN	iii
SUMMARY	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	2
1.3. Rumusan Masalah	3
1.4. Tujuan.....	3
1.5. Batasan Masalah.....	3
1.6. Manfaat.....	3
1.7. Sistematika Pembahasan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Suplai Daya	5
2.1.1 Sumber Suplai Daya Listrik	5
2.1.2 Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD)	7
2.1.3 Transformator.....	8
2.1.4 Susunan Jaringan Daya Listrik.....	9
2.2. Kapasitor Bank.....	12
2.2.1. Prinsip Kerja Kapasitor	13
2.2.2. Pemasangan Kapasitor	13
2.3. Faktor Daya.....	14
2.4. Perbaikan Faktor Daya.....	16
2.5. Tarif Dasar Listrik.....	18
2.6. Konversi dan Konservasi Energi	20
2.7. Penghematan dari Perbaikan Faktor Daya	23
BAB III METODE PENELITIAN	25
3.1 Jenis Penelitian.....	25
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	25

3.3	Alat dan Bahan Penelitian	25
3.4	Metode Penelitian	25
3.5	Diagram Alur Penelitian	28
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN		31
4.1	Suplai Daya Listrik di PP-IPTEK.....	31
4.1.1	Suplai Daya Listrik PLN.....	34
4.1.2	Sistem Backup dari Generator Set	35
4.2	Jaringan Sistem Distribusi di PP-IPTEK.....	37
4.2.1	Sistem Distribusi 20 kV	37
4.2.2	Sistem Distribusi 220 V	37
4.2.3	Jaringan Distribusi Utama (PU-N).....	38
4.2.4	Jaringan Distribusi Darurat (PU-E)	38
4.3	Sistem Pembebanan Daya Listrik di PP-IPTEK.....	38
4.3.1	Beban Terpasang di PP-IPTEK	39
4.3.2	Karakteristik Beban Harian di PP-IPTEK	43
4.4	Analisis Perbaikan Faktor Daya di PP-IPTEK	45
4.4.1	Kondisi Faktor Daya sebelum Pemasangan Kapasitor	49
4.4.2	Analisis Faktor Daya berdasarkan Beban Terpasang	52
4.5	Potensi Penghematan Biaya berdasarkan Rekening Listrik	58
4.5.1	Analisis Tagihan Listrik Periode 2013-2017 dalam kWh.....	58
4.5.2	Analisis Tagihan Listrik Periode 2013-2017 dalam rupiah	61
4.5.3	Analisis Penghematan Energi Listrik di PP-IPTEK	63
BAB V PENUTUP		67
5.1	Kesimpulan	67
5.2	Saran	67
DAFTAR PUSTAKA		69
LAMPIRAN.....		71

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Pemilihan Kapasitor Seri dan Paralel	18
Tabel 4.1	Data Transformator di PP-IPTEK.....	34
Tabel 4.2	Data Generator Set di PP-IPTEK.....	36
Tabel 4.3	Beban pada panel alat peraga di Gedung PP-IPTEK.....	40
Tabel 4.4	Beban pada panel Air Handling Unit di Gedung PP-IPTEK.....	41
Tabel 4.5	Beban pada panel utama Emergency di Gedung PP-IPTEK	42
Tabel 4.6	Data Beban Harian	44
Tabel 4.7	Perhitungan Daya Nyata dengan $\cos \phi$ 0.79 di PP-IPTEK	51
Tabel 4.8	Perhitungan Nilai kVAr	55
Tabel 4.9	Data kWh tahun 2013-2017	59
Tabel 4.10	Tagihan listrik periode 2013-2016	61
Tabel 4.11	Kelebihan KVARh yang harus dibayar oleh PP-IPTEK ke PT PLN	64

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Skema Penyaluran Sistem Tenaga Listrik	5
Gambar 2.2	Rangkaian Transformator	9
Gambar 2.3	Bentuk Jaringan Distribusi Radial	10
Gambar 2.4	Bentuk Jaringan Distribusi Rangkaian Tertutup	11
Gambar 2.5	Bentuk Jaringan Distribusi Anyaman	12
Gambar 2.6	Hubungan antara daya aktif, daya semu, dan daya reaktif	15
Gambar 2.7	Perbaikan faktor daya dengan daya aktif tetap	17
Gambar 2.8	PP No. 70/2009 Tentang Konservasi Energi	22
Gambar 3.1	Diagram Alir Metode Penelitian	28
Gambar 4.1	Gedung PP-IPTEK	31
Gambar 4.2	Diagram Satu Garis (Single-Line) PP-IPTEK TMII	33
Gambar 4.3	Transformator di PP-IPTEK	35
Gambar 4.4	Generator di PP-IPTEK	37
Gambar 4.5	Grafik Perbandingan Daya Harian dengan Daya Terpasang	45
Gambar 4.6	Kerusakan ruangan panel utama akibat kebakaran	47
Gambar 4.7	Panel Utama Darurat di PP-IPTEK	49
Gambar 4.8	Kurva kebutuhan kVAr di Gedung PP-IPTEK	54
Gambar 4.9	Kapasitor 75 KVAR	56
Gambar 4.10	Kapasitor 50 KVAR	57
Gambar 4.11	MDP PP-IPTEK Terbaru	58
Gambar 4.12	Grafik kWh Listrik 2013-2017	60
Gambar 4.13	Grafik perbandingan energi listrik bulanan antara tahun 2013-2017	61
Gambar 4.14	Tagihan Listrik per tahun dalam rupiah di PP-IPTEK	62
Gambar 4.15	Tagihan listrik bulanan pada tahun 2013-2017	63
Gambar 4.16	Kelebihan kVArh PLN 2016-2017	65
Gambar 4.17	Tagihan kVArh pada tahun 2016-2017 dalam rupiah oleh PP-IPTEK	66