

**PERGESERAN SUDUT FASA AKIBAT PERBAIKAN FAKTOR KERJA
STUDI KASUS DI PT.PDAM TIRTA BUKIT SULAP LUBUKLINGGAU**



SKRIPSI

Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya.

OLEH

ERWIN DWI WINATA

03041381320001

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2018

LEMBAR PENGESAHAN

**PERGESERAN SUDUT FASA AKIBAT PERBAIKAN FAKTOR KERJA
STUDI KASUS DI PT.PDAM TIRTA BUKIT SULAP LUBUKLINGGAU**



SKRIPSI

Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya.

OLEH

ERWIN DWI WINATA

03041381320001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP :197108141999031005

Palembang, September 2018

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Dr. Ir. H. Syamsuri Zaini, MM.

NIP. 19580304 198703 1 002



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK KAMPUS PALEMBANG
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Jalan Palembang – Prabumulih KM. 32 Inderalaya Ogan Ilir 30662 Telp. 0711-580062
Jalan Sriwijaya Negara Bukit Besar Palembang Kode Pos 30139
Website : <http://elektro.ft.unsri.ac.id> Email : elektro@ft.unsri.ac.id

BERITA ACARA UJIAN SIDANG SARJANA TUGAS AKHIR
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK UNSRI
PERIODE SEMESTER GANJIL 2018/2019, TANGGAL 6 AGUSTUS 2018

Nama : Erwin Dwi Winata
Nim : 03041381320001
Judul Tugas Akhir : Pergeseran sudut fasa akibat perbaikan faktor
Kerja Studi Kasus di PT-PDAM Tirta Bukit sulap
Lubuklinggau.
Pembimbing Utama : Dr. Ir. H. Syamsuri Zaini, M.M.
Pembimbing Pembantu :

No	Perbaikan	Dosen	Tanda Tangan
1.	1. Abstrak	Ir. Antonius Hamdadi, MS	
2.	1). Judul 2). Persamaan 2.5, 2.6 dan 2.7 3). Tabel 4.3, 4.4 dan 4.9	Ir. Ruddyanto Thayib, M.Sc	
3.	Tidak ada revisi	Dr. Ir. H. Syamsuri Zaini, M.M	
4.			
5.			

Pembimbing Utama

(Dr. Ir. H. Syamsuri Zaini, M.M)
NIP. 195803041987031002

ABSTRAK
PERGESERAN SUDUT FASA AKIBAT PERBAIKAN FAKTOR KERJA
STUDI KASUS DI PT.PDAM TIRTA BUKIT SULAP LUBUKLINGGAU

(Erwin Dwi Winata, 03041381320001, 2018, 44 halaman)

Dalam bidang perindustrian yang banyak memiliki peralatan listrik yang bersifat induktif terdapat permasalahan utama yang sering dihadapi yaitu buruknya faktor kerja ($\cos \varphi$). Buruknya faktor kerja ($\cos \varphi$) diakibatkan oleh pemakaian peralatan listrik yang bersifat induktif. Hal ini mengakibatkan meningkatnya pemakaian daya reaktif yang digunakan pada beban yang bersifat induktif, selain itu juga meningkatnya jumlah biaya yang dibayar perusahaan akibat kelebihan pemakaian daya reaktif. Faktor kerja dapat dikatakan buruk apabila besarnya $< 0,85$. Hal ini berdasarkan ketentuan dari PT. PLN (Persero) mengenai batas minimum dari faktor kerja pada peralatan listrik yang bersifat induktif yaitu $0,85$ dan apabila pada industri yang memiliki faktor kerja $< 0,85$ maka akan dikenakan denda dalam hal kelebihan pemakaian daya reaktif sesuai ketentuan yang berlaku. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan buruknya faktor kerja ($\cos \varphi$) adalah dengan melakukan perbaikan faktor kerja ($\cos \varphi$) dengan menggunakan kapasitor bank. Pada PT.PDAM Tirta Bukit Sulap Lubuklinggau. Daerah Kayu Ara memiliki faktor kerja ($\cos \varphi$) dibawah standar yaitu $0,79$ dan setelah diperbaiki menjadi $0,95$ dengan menggunakan kapasitor bank sebesar 20 kVAR . Penambahan kapasitor bank menimbulkan pelepasan kapasitas termis. Hal ini mengakibatkan adanya pergeseran sudut fasa yang terjadi, sehingga yang awalnya adalah $0,95$ menjadi $0,909$.

Kata Kunci: Faktor Kerja, Daya Reaktif, Kapasitor Bank

ABSTRACT
PERGESERAN SUDUT FASA AKIBAT PERBAIKAN FAKTOR KERJA
STUDI KASUS DI PT.PDAM TIRTA BUKIT SULAP LUBUKLINGGAU

(Erwin Dwi Winata, 03041381320001, 2018, 44 pages)

In the field of industry that many have electrical appliances that are inductive there are main problems that often faced is the bad power factor ($\cos \phi$). Poor Power factor ($\cos \phi$) is caused by the use of electrical appliances that are inductive. This results in increased use of reactive power used in inductive loads, as well as an increase in the amount of costs paid by firms due to the excessive use of reactive power. The working factor can be said to be bad when the magnitude <0.85 . This is based on the provisions of PT. PLN (Persero) concerning the minimum limit of power factor on electrical appliances that are inductive is 0.85 and if the industry has a power factor of <0.85 then it will be penalized in the case of excess reactive power consumption in accordance with applicable provisions. One way that can be done to overcome the problem of power factor ($\cos \phi$) is to make improvement power factor ($\cos \phi$) by using capacitor bank. At PT.PDAM Tirta Bukit Sulap Lubuklinggau, the area of kayu ara has a power factor ($\cos \phi$) below the standard of 0.79 and after repaired to 0.95 by using a bank capacitor of 20 kVAR. The addition of a bank capacitor leads to the release of the thermal capacity. This results in a shift in the phase angle occurring, so that initially is 0.95 becomes 0.909.

Keywords: Power Factor, Reactive Power, Bank Capacitor

Mengetahui,

↳ Ketua Jurusan Teknik Elektro



Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP :197108141999031005

Palembang, September 2018

Menyetujui,

Pembimbing Utama



Dr.Ir..H.Syamsuri Zaini, MM.

NIP. 19580304 198703 1 002

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT serta salam dan shalawat agar tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga dan para sahabat. Berkat rahmat dan ridho Allah SWT, penulis dapat membuat usulan proposal skripsi ini yang berjudul **“PERGESERAN SUDUT FASA AKIBAT PERBAIKAN FAKTOR KERJA STUDI KASUS DI PT.PDAM TIRTA BUKIT SULAP LUBUKLINGGAU”**. Pembuatan usulan proposal skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr.Ir..H.Syamsuri Zaini, MM.selaku Pembimbing Utama tugas akhir
2. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T.,M.Eng, Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro
3. Bapak Dr. Iwan Pahendra Anto Saputra,St.,M.T. selaku Sekretaris Ketua Jurusan Teknik Elektro
4. Bapak, Prof. Ir. H. Zainuddin Nawawi, Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Akademik
5. Segenap Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan
6. Orang tua, kakak-kakak dan keluarga yang telah memberikan dukungan sepenuhnya selama pembuatan skripsi
7. Teman-teman angkatan 2013 yang selalu memberikan dukungan

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga uraian ini dapat bermanfaat untuk kita semua.

Palembang, September 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	I-1
1.2. Tujuan Penulisan	I-2
1.3. Rumusan Masalah	I-3
1.4. Batasan Masalah	I-3
1.5. Metode Penulisan	I-4
1.6. Sistematika Penulisan	I-4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Pengertian Daya	II-1
2.2. Rugi-Rugi Daya (<i>Losses</i>)	II-2
2.2.1. Panjang Saluran	II-3
2.2.2. Gangguan Hubung Singkat	II-3
2.2.3. Over Load (<i>Kelebihan Beban</i>)	II-3
2.3. Faktor Daya	II-3
2.3.1. Faktor Daya Terbelakang (<i>Lagging</i>)	II-4
2.3.2. Faktor Daya Mendahului (<i>Leading</i>)	II-4

2.4. Perbaikan Faktor Daya.....	II-4
2.5. Pelepasan Kapasitas Thermis.....	II-6
2.6. Sifat-Sifat Beban Listrik	II-7
2.6.1. Beban Resistif	II-7
2.6.2. Beban Induktif	II-7
2.6.3. Beban Kapasitif.....	II-8
2.7. Kompensasi Daya	II-8
2.7.1. Menstabilkan Tegangan	II-9
2.7.2. Mengurangi Flicker	II-9
2.7.3. Memperbaiki Faktor Daya	II-9
2.7.4. Mengurangi Harmonic	II-9
2.7.3. Menyeimbangkan Beban	II-9
2.8. Kapasitor	II-9
2.8.1. Kapasitor Bank	II-10
2.8.2. Metode Pemasangan Kapasitor Bank	II-11
2.8.3. Metode Perhitungan Kapasitor Bank.....	II-12
2.9. Keuntungan dan Kerugian dari Pemasangan Kapasitor.....	II-13
2.9.1. Keuntungan Pemasangan Kapasitor	II-13
2.9.2. Kerugian Pemasangan Kapasitor	II-14

BAB III METODELOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian	III-1
3.1.1. Lokasi.....	III-1
3.1.2. Waktu Penelitian.....	III-1
3.2. Metode Pengumpulan Data.....	III-2
3.2.1. Studi Literatur	III-2
3.2.2. Pengumpulan Data	III-2
3.3. Pengolahan Data	III-2
3.4. Diagram Alir	III-3

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Analisa Pengukuran Daya Aktif	IV-1
4.2. Pola Perhitungan Daya Reaktif Pada Setiap Beban Sebelum Dilakukan Perbaikan Faktor Daya	IV-2
4.3. Pola Pemakaian Daya Aktif dan Daya Reaktif Sebelum Diperbaiki Nilai Faktor Daya	IV-4
4.4. Pola Perhitungan Daya Semu dan Daya Reaktif Setelah Diperbaiki Nilai Faktor Daya	IV-6
4.5. Penentuan Kapasitas Kapasitor	IV-11
4.6. Pemasangan Kapasitor Bank	IV-13
4.7. Pelepasan Kapasitas Thermis (TC) Akibat Pemasangan Kapasitor	IV-13
4.8. Pergeseran Sudut $\cos \theta_3$	IV-15
4.9. Efek Ekonomis	IV-17
4.9.1. Penghematan Biaya Energi	IV-17
4.9.2. Perbedaan Biaya Setelah Kompensasi	IV-17
4.10. Biaya Investasi dan Payback Periode (PBP)	IV-19
4.10.1. Biaya Investasi	IV-19
4.10.2. PayBack Period	IV-20

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	V-1
5.2. Saran	V-2

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1. Segitiga Daya.....	II-2
Gambar 2.2. Segitiga Daya sebelum dan sesudah pemasangan kapasitor.....	II-5
Gambar 2.3. Released Thermal Capacity	II-6
Gambar 2.4. Rangkaian Beban Resistif.....	II-7
Gambar 2.5. Rangkaian Beban Induktif	II-7
Gambar 2.6. Rangkaian Beban Kapasitif	II-8
Gambar 2.7. Contoh Kapasitor Daya.....	II-10
Gambar 2.8. Contoh Single Line Diagram Kapasitor Shunt Pada Sistem Tenaga Listrik	II-11
Gambar 2.9. Segitiga Daya dari Perbaikan Faktor Daya dalam Menentukan Besar Kapasitas dari Kapasitor	II-13
Gambar 4.1. Pengurangan Kebutuhan kVAR	IV-7
Gambar 4.2. Pelepasan Kapasitas Thermis (TC).....	IV-14
Gambar 4.3. Pergeseran sudut Θ_2 menjadi Θ_3	IV-16

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 3.1. Waktu Penelitian	III-1
Tabel 4.1. Tabel Feeder Berupa Motor Induksi Yang Ada di PDAM Tirta Bukit Sulap.....	IV-1
Tabel 4.2. Nilai Daya Aktif dan Daya Reaktif di PDAM Tirta Bukit Sulap Lubuklinggau Daerah Kayu Ara Sebelum dilakukan Perbaikan Faktor Kerja	IV-3
Tabel 4.3. Pola Konsumsi Daya Aktif di PDAM Tirta Bukit Sulap Lubuklinggau Daerah Kayu Ara.....	IV-4
Tabel 4.4. Pola Konsumsi Daya Reaktif di PDAM Tirta Bukit Sulap Lubuklinggau Daerah Kayu Ara	IV-5
Tabel 4.5. Pengurangan Kebutuhan Daya Semu (kVA) di Daerah Kayu Ara ...	IV-9
Tabel 4.6. Pengurangan Kebutuhan Daya Reaktif (kVAR) di Daerah Kayu Ara	IV-10
Tabel 4.7. Pola konsumsi daya reaktif setelah di perbaiki di PDAM Tirta Bukit Sulap Lubuklinggau Daerah Kayu Ara	IV-10
Tabel 4.8 . Total Daya Reaktif yang di gunakan dalam satu hari pada keadaan awal dan sesudah dilakukan perbaikan faktor daya	IV-11
Tabel 4.9. Daya aktif dan daya reaktif dalam keadaan beban puncak serta faktor daya awal sebelum dilakukan perbaikan faktor daya dan setelah dilakukan perbaikan faktor daya	IV-12
Tabel 4.10. Pergeseran sudut fasa akibat adanya Thermal Capacity (TC)	IV-16
Tabel 4.11. Jumlah Total Perkiraan Investasi Pemasangan Kapasitor	IV-19

LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data Daya Aktif dan Cos Phi Pada Motor Induksi PDAM Tirta Bukit Sulap Kota LubukLinggau Tahun 2017	L-1
2. Single Line Diagram Motor Induksi PDAM Tirta Bukit Sulap.....	L-2
3. Foto Panel Listrik Motor Induksi PDAM Tirta Bukit Sulap Daerah Kayu Ara.....	L-3
4. Foto Motor Induksi PDAM Tirta Bukit Sulap Daerah Kayu Ara.....	L-4
5. Foto Panel Listrik Motor Induksi PDAM Tirta Bukit Sulap Daerah Lubuk Kupang.....	L-5
6. Foto Panel Listrik Motor Induksi PDAM Tirta Bukit Sulap Daerah Petanang	L-6
7. Foto Panel Listrik Motor Induksi PDAM Tirta Bukit Sulap Daerah Jukung	L-7

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam penyaluran tenaga listrik, kualitas penyaluran tenaga listrik menjadi penentu baik atau buruknya suatu sistem tenaga listrik dan salah satu faktor yang dapat menentukan hal tersebut adalah nilai dari faktor daya. Dengan semakin pesatnya perkembangan teknologi maka penggunaan listrik saat ini setiap tahunnya akan terus mengalami peningkatan. Klasifikasi beban listrik yang kita ketahui antara lain beban rumah, industri (perusahaan) dan beban perkantoran. Sebagai kasus yang diambil penulis dalam menjalankan tugas akhir ini salah satunya membahas beban perindustrian seperti perusahaan air PT.PDAM Tirta Bukit Sulap di Kota Lubuklinggau. Hal ini telah dipertimbangkan sebelumnya mengingat pada PT. PDAM Tirta Bukit Sulap banyak menggunakan peralatan bersifat induktif seperti motor induksi, transformator maupun lampu TL dan pada perusahaan tersebut khususnya di yang berada di daerah Kayu Ara belum mengalami perbaikan faktor daya.

Untuk beban tipe perindustrian sendiri yang menjadi permasalahan yang sangat dihadapi adalah pengaruh daya reaktif yang dihasilkan perusahaan akibat penggunaan mesin-mesin induktif seperti motor induksi dan transformator. Hal ini yang membuat biaya listrik yang harus ditanggung perusahaan meningkat dikarenakan rendahnya nilai faktor daya. Selain itu perusahaan harus membayar biaya beban aktif nya (P), perusahaan juga harus membayar beban daya reaktifnya juga (kVAR) sesuai standar PLN yang telah ditetapkan.

Maka dari itu, banyak perusahaan berusaha mengurangi besar daya reaktif yang dihasilkan dengan melakukan kompensasi daya reaktif dengan melakukan koreksi faktor daya beban perindustrian tersebut.

Untuk melakukan koreksi faktor daya, maka salah satu langkah yang dilakukan perusahaan yakni dengan pemasangan kapasitor Bank pada sistem



kelistrikan perusahaan tersebut. Akan tetapi dalam perbaikan faktor daya akan terjadi pergeseran sudut fasa dari rencana perbaikan hal ini dikarenakan oleh panas yang dihasilkan oleh kapasitor yang dipasang yang mana panas tersebut akan menyebabkan rugi-rugi hal inilah yang mengakibatkan terjadinya pergeseran sudut fasa dan untuk mengetahui seberapa besar pergeseran yang diakibatkan oleh pemasangan kapasitor maka haruslah dilakukan penelitian mengenai hal tersebut.

Berikut referensi yang diambil dalam pembuatan tugas akhir ini yakni Studi Perencanaan Perbaikan Faktor Daya Dengan Pemasangan Kapasitor Bank Pada Sistem Tenaga Listrik di PT. Pertamina (persero) UPDN II LubukLinggau., dari Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya, Ranga Zumarta 2007. Studi Perbaikan Faktor Daya Untuk Penghematan Biaya Pemakaian Energi Listrik Pada PT. Eastern Pearl Flour Mills Makassar, dari Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro Universitas Hasanuddin, Yanky Tanggulungan. 2011 serta Pergeseran Sudut Fasa Akibat Perbaikan Faktor Daya Dengan Menggunakan Kapasitor Bank Di PDAM Tirta Musi Palembang, dari Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya, Ahmad Fadhil Hidayatullah. 2016.

Berdasarkan Uraian serta referensi diatas maka penulis ingin mengangkat judul tugas akhir adalah **“Pergeseran Sudut Fasa Akibat Perbaikan Faktor Kerja Studi Kasus di PT. PDAM Tirta Bukit Sulap Lubuklinggau”**.

1.2. Tujuan Penulisan

Tujuan dari pembuatan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk memperbaiki faktor kerja pada PT.PDAM Tirta Bukit Sulap di Kota Lubuklinggau
2. Untuk menentukan besar kapasitas kapasitor yang harus digunakan agar diperoleh perbaikan daya pada sistem kelistrikan pada PT.PDAM Tirta Bukit Sulap di Kota Lubuklinggau
3. Menganalisa pergeseran sudut fasa yang diakibatkan perbaikan faktor kerja pada PT.PDAM Tirta Bukit Sulap di Kota Lubuklinggau



4. Untuk menganalisa segi ekonomis dalam perbaikan faktor daya dengan menggunakan kapasitor bank

1.3. Rumusan Masalah

Dalam penelitian tugas akhir ini penulis merumuskan beberapa hal yakni menentukan besar kapasitas dari kapasitor agar diperoleh perbaikan daya di PT.PDAM Tirta Bukit Sulap di Kota Lubuklinggau serta melakukan penelitian mengenai pergeseran sudut fasa yang diakibatkan pemasangan kapasitor dan pengaruh dari pemasangan kapasitor sebagai perbaikan faktor daya dalam menekan pengeluaran biaya listrik dari perusahaan

1.4. Batasan Masalah

Dari penulisan Tugas Akhir ini, penulis akan membatasi pembahasan isi Materi Tugas Akhir,. Hal ini diharapkan agar dapat memfokuskan pembahasan mengenai faktor daya, maka ada beberapa batasan antara lain sebagai berikut :

1. Tidak akan membahas sistem proteksi pada peralatan PT.PDAM Tirta Bukit Sulap di Kota Lubuklinggau
2. Pada Tugas Akhir kali ini penulis tidak akan membahas jenis dan type kapasitor yang akan digunakan secara mendetail
3. Pada tugas akhir ini penulis lebih memfokuskan pergeseran sudut fasa yang diakibatkan pemasangan kapasitor serta perbaikan faktor kerja



1.5. Metode Penulisan

Adapun langkah-langkah yang diambil dalam penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Studi Pustaka

Metode ini berupa membaca, memahami dan mempelajari data-data yang berhubungan dengan permasalahan, baik itu berasal dari buku-buku, Jurnal-jurnal, catatan kuliah dan lain-lain sebagai referensi.

2. Observasi

Metode ini dilakukan dengan pengamatan dan pengambilan data terhadap suatu objek yang diamati pada perusahaan yang bersangkutan.

3. Wawancara

Metode ini dilakukan dengan cara konsultasi kepada pembimbing dalam pembuatan dan penulisan laporan tugas akhir ini serta bertanya kepada orang yang lebih kompeten dengan bidang penulisan tugas akhir ini.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika dalam tugas akhir ini dibagi menjadi beberapa bab antara lain sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai latar belakang, tujuan penulisan, perumusan masalah, manfaat penulisan, pembatasan masalah, metodologi penulisan dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dijelaskan mengenai pengertian Daya, Rugi-rugi Daya, Faktor Daya, Kapasitor serta pemasangan kapasitor



BAB III METODELOGI PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai lokasi dan waktu penelitian, metode pengumpulan data, pengumpulan data, diagram alir mengenai metode yang digunakan dalam perbaikan faktor daya.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dibahas mengenai analisa data hasil pengukuran dan pembahasan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai kesimpulan dan saran yang dirangkum dari keseluruhan pembahasan pada tugas akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Stevenson Jr, William D. 1985. *Element of Power System Analysis*. 4th ed. Singapore : Mc Graw-Hill International Book Company.
- [2] Rangga Zumarta. 2007. “ *Studi Perencanaan Perbaikan Faktor Daya Dengan Pemasangan Kapasitor Bank Pada Sistem Tenaga Listrik di PT. Pertamina (persero) UPDN II LubukLinggau*. Inderalaya : Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- [3] Mustari Lama. 2011. *Diktat Teknik Instalasi*. Jakarta Barat : Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana
- [4] Bloomquist.W.C, Craig,C.R., Partington, R.M dan Wilson, R.C. 1950. *Capacitor For Industry*. New York : John Wiley & Son.
- [5] Nakhoda, Yusuf Ismail, Fitri Rahayu Hasan. 2008. *Perbaikan Kualitas Tegangan Menggunakan Kompensasi Dynamic Voltage Restore (DVR) dan Distribution Static Compensator (D-STATCOM) dengan Software PSCAD/EMTDC Power Simulation*. Jurnal. Institut Teknologi Nasional Malang.
- [6] Efrita Arfah Z, Khadafi Alland. 2014. *Perancangan Kebutuhan Kapasitor Bank Untuk Perbaikan Faktor Daya Pada Line Mess I Di PT. Bumi Lamongan Sejati (WBL)*. Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.
- [7] Safrizal. 2015. *Automatic Power Factor Control (APFR) Capacitor Shunt Untuk Optimasi Daya Reaktif Menggunakan Metode Invoice*. Jurusan Teknik Elektro, Universitas Islam Nahdlatul Ulama, Jepara.
- [8] Rinaldo Jaya Sitorus, Eddy Warman. 2013. *Studi Kualitas Listrik Dan Perbaikan Faktor Daya Pada Beban Listrik Rumah Tangga Menggunakan Kapasitor*. Universitas Sumatera Utara.

- [9] Ahmad Fadhil Hidayatullah. 2016. *Pergeseran Sudut Fasa Akibat Perbaikan Faktor Daya Dengan Menggunakan Kapasitor Bank Di PDAM Tirta Musi Palembang*. dari Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
- [10] Yanky Tanggulungan. 2011. *Studi Perbaikan Faktor Daya Untuk Penghematan Biaya Pemakaian Energi Listrik Pada PT. Eastern Pearl Flour Mills Makassar*. Dari Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro Universitas Hasanuddin.