

**EFISIENSI PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK DI GEDUNG
MENARA BANK TABUNGAN NEGARA (BTN) GAMBIR
JAKARTA PUSAT BERBASIS AUDIT ENERGI**



**YULI SUTOTO NUGROHO
5115116914**

Skripsi ini Ditulis untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam Memperoleh Gelar
Sarjana Pendidikan

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
2015**

ABSTRAK

YULI S.N, Efisiensi Penggunaan Energi Listrik di Gedung Menara Bank Tabungan Negara (BTN), Gambir, Jakarta Pusat, Berbasis Audit Energi. Skripsi. Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, 2015. Pembimbing Dr. Suyitno, M.Pd dan Imam Arif Raharjo, S.Pd., MT

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi peluang-peluang penghematan energi di gedung Menara BTN, Jakarta Pusat, serta merekomendasikan langkah-langkah penghematan energi yang dapat ditindak lanjuti oleh pengelola gedung Menara BTN tersebut dan meningkatkan efisiensi penggunaan energi di gedung bangunan pemerintahan yang berbasis audit energi.

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif. Langkah yang pertama dilakukan adalah dengan mengumpulkan data sekunder berupa rekening listrik Gedung Menara BTN tahun 2014, kemudian dari data tersebut dihitung nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE), setelah itu dilakukan pengukuran parameter kelistrikan. Parameter kelistrikan yang diukur antara lain; fluktuasi tegangan, ketidakseimbangan tegangan dan arus, harmonisa tegangan dan arus, dan faktor daya. Hasil pengukuran parameter kelistrikan tersebut kemudian dibandingkan dengan standar yang berlaku, setelah itu dilakukan analisis mitigasi pada parameter kelistrikan yang tidak sesuai standar, serta perbaikan parameter kelistrikan yang sudah sesuai standar namun masih dapat dioptimalkan. Dari analisis mitigasi dapat dihitung efisiensi penggunaan energi listrik dengan membandingkan pada nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) sebelumnya.

Dari hasil pengukuran ditemukan bahwa harmonisa arus pada gedung tersebut tidak sesuai standar. Nilai faktor daya pada gedung tersebut sudah sesuai standar pemerintah namun masih mungkin untuk dioptimalkan. Dari langkah mitigasi pada harmonisa arus dan pengoptimalan nilai faktor daya ditemukan peluang penghematan penggunaan energi dengan presentase efisiensi energi sebesar 11,8%.

Kata Kunci: Audit Energi, Intensitas Konsumsi Energi, Harmonisa Arus, Faktor Daya, dan Efisiensi Energi

ABSTRACT

Yuli S. N, *Efficiency the Use of Electrical Energy in State Saving Bank (BTN) Tower Building, Gambir, Central Jakarta, Based Energy Audit.* Thesis. Study Program of Electrical Engineering Educational, Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, State University of Jakarta, 2015. Advisor Dr. Suyitno, M.Pd and Arif Imam Raharjo, S.Pd., MT

This study aims to identify opportunities for energy saving in BTN Tower building, Central Jakarta, and recommend energy saving measures that can be followed up by management of BTN Tower building and improve the efficiency of energy use in government building based energy audit.

This research uses descriptive method. The first step to do is to collect secondary data in the form of BTN Tower Building electricity bill in 2014, then from the data can be calculated Energy Consumption Intensity (IKE) value , after that measuring electrical parameter. Electrical parameter measured, among others; voltage fluctuation, voltage and current unbalance, harmonic voltage and current, and power factor. Electrical parameter measurement results are then compared with the applicable standard, after it carried out the analysis of mitigation on electrical parameters which are not according to the standard, as well as the improvement of the electrical parameter that have been standardized but can still be optimized. From the analysis of mitigation can be calculated efficiency of electrical energy use by comparing the value of the Energy Consumption Intensity (IKE) previously.

From the measurement results found that the harmonic current at the building does not meet standard. The value of the power factor in the building is in compliance with government standard, but it is still possible to be optimized. From the step of mitigation in harmonic currents and power factor optimization value are found saving opportunities the use of energy with energy efficiency percentage is 11.8 %.

Keywords: Energy Audit, Energy Consumption Intensity, Harmonic Current, Power Factor, and Energy Efficiency

HALAMAN PENGESAHAN

NAMA DOSEN	TANDA TANGAN	TANGGAL
Dr. Suyitno, M.Pd (Dosen Pembimbing I)
Imam Arif Raharjo, S.Pd., MT (Dosen Pembimbing II)

PENGESAHAN PANITIA UJIAN SKRIPSI

NAMA DOSEN	TANDA TANGAN	TANGGAL
Drs. Readysal Monantun (Ketua Penguji)
Aris Sunawar, S.Pd., MT (Dosen Ahli)
Drs. Irzan Zakir, M.Pd (Dosen Penguji)

Tanggal Lulus : 8 Juli 2015

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis skripsi saya ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di perguruan tinggi lain
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri dengan arahan dosen pembimbing
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, Juli 2015

Yang membuat pernyataan

Yuli Sutoto Nugroho

5115116914

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya sampaikan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat, karunia dan hidayahnya, sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “*Efisiensi Penggunaan Energi Listrik di Gedung Menara Bank Tabungan Negara (BTN), Gambir, Jakarta Pusat, Berbasis Audit Energi.*” Yang merupakan persyaratan untuk meraih gelar Sarjana Pendidikan Teknik Elektro pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Dalam merencanakan, menyusun dan menyelesaikan skripsi ini, saya banyak menerima bimbingan, dorongan, saran-saran dan bantuan dari berbagai pihak. Maka sehubungan dengan hal tersebut, pada kesempatan ini saya ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Drs. Wisnu Djatmiko, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
2. Drs. Readysal Monantun, selaku Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
3. Dra. Sri Sujanti, M.Pd, selaku Penasehat Akademik Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
4. Dr. Suyitno, M.Pd dan Imam Arif Raharjo, S.Pd., MT, selaku dosen pembimbing yang penuh kesabaran dan kepercayaan dalam membimbing dan memberi semangat kepada saya hingga selesainya skripsi ini.
5. Seluruh dosen Universitas Negeri Jakarta yang telah memberikan ilmunya guna menambah pengetahuan dan pengalaman yang berguna.
6. Kedua Orang Tua dan saudara-saudara sekeluarga yang senantiasa mendoakan dan memberikan semangat.
7. Rekan-rekan Mahasiswa Universitas Negeri Jakarta khususnya Program Studi Pendidikan Teknik Elektro 2011 selaku teman dan sahabat yang selalu memberikan motivasi.
8. Serta semua pihak yang belum saya sebutkan dalam membantu penyelesaian skripsi ini.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan semua pihak yang telah membantu. Saya menyadari bahwa skripsi ini belum sempurna, untuk itu saya mohon maaf apabila terdapat kekurangan dan kesalahan baik dari isi maupun tulisan. Akhir kata, saya berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan semua pihak yang terkait.

Jakarta, Juli 2015

Peneliti

Yuli Sutoto Nugroho

51151163914

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT.....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	5
1.3. Pembatasan Masalah.....	6
1.4. Perumusan Masalah.....	6
1.5. Tujuan Penelitian.....	7
1.6. Kegunaan Penelitian	7
BAB II LANDASAN TEORI.....	8
2.1. Kerangka Teoritis	8
2.1.1. Hakikat Efisiensi	8
2.1.1.1. Efisiensi penggunaan Energi Listrik	8
2.1.1.2. Intensitas Konsumsi Energi (IKE).....	8
2.1.2. Hakikat Energi	9
2.1.2.1. Energi Listrik	9
2.1.2.2. Pengguna Energi Listrik	10
2.1.3. Hakikat Konservasi Energi	10

2.1.4. Hakikat Audit Energi	11
2.1.4.1. Audit Energi pada Sistem Kelistrikan Bangunan	13
2.1.4.1.1. Fluktuasi Tegangan	14
2.1.4.1.2. Unbalance Tegangan dan Arus.....	16
2.1.4.1.3. Harmonisa Tegangan dan Arus	18
2.1.4.1.1. Faktor Daya	21
2.1.4.2. Peralatan dan program yang Digunakan pada Pengukuran Parameter Kelistrikan	25
2.1.4.2.1. Power Quality Analyzer	25
2.1.4.2.2. PQA-HiVIEW PRO.....	28
2.1.5. Gedung Menara Bank Tabungan Negara (BTN), Gambir, Jakarta Pusat	28
2.2. Kerangka Berfikir	31
 BAB III METODE PENELITIAN	32
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	32
3.2. Metodologi Penelitian.....	32
3.3. Prosedur Penelitian	34
3.3.1. Mengumpulkan Data Sekunder.....	35
3.3.2. Menghitung Nilai IKE.....	36
3.3.3. Pengukuran.....	36
3.3.4. Identifikasi Peluang-peluang Penghematan Energi	38
3.3.4. Analisis Efisiensi.....	38
3.4. Instrumen Penelitian	38
3.5. Teknik Analisis Data	50
 BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	51
4.1. Suplai Energi Listrik Gedung Menara BTN.....	51
4.2. IKE di Gedung Menara BTN.....	53
4.3. Hasil Pengukuran Parameter Kelistrikan.....	56
4.3.1. Hasil Pengukuran LVMDP	56

4.3.2. Profil Beban LVMDP	71
4.3.3. Hasil pengukuran LVSDP	73
4.4. Analisis Mitigasi	81
4.4.1. Fluktuasi Tegangan	81
4.4.2. Unbalance Tegangan dan Arus	82
4.4.3. Harmonisa Tegangan dan Arus	82
4.4.4. Faktor Daya (Cos Phi)	83
4.5. Analisis Peluang Efisiensi Energi	84
4.5.1. Perhitungan Perbaikan Parameter Kelistrikan	84
4.5.2. Efisiensi Energi	88
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	90
5.1. Kesimpulan	90
5.2. Saran	92
DAFTAR PUSTAKA	94
LAMPIRAN	97

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Nilai IKE Standar di Bangunan	9
Tabel 3.1. Pemakaian Energi pada Gedung Menara BTN Tahun 2014.....	39
Tabel 3.2. Luas Kotor Gedung Menara BTN.....	39
Tabel 3.3. Nilai Aktual Fluktuasi Tegangan Dibandingkan Nilai Standar	40
Tabel 3.4. Nilai Aktual Harmonisa Tegangan Dibandingkan Nilai Standar.....	41
Tabel 3.5. Nilai Aktual Harmonisa Arus Dibandingkan Nilai Standar.....	41
Tabel 3.6. Nilai Aktual Ketidakseimbangan Tegangan Dibandingkan Nilai Standar	41
Tabel 3.7. Nilai Aktual Ketidakseimbangan Arus Dibandingkan Nilai Standar	42
Tabel 3.8. Nilai Aktual Faktor Daya Dibandingkan Nilai Standar	42
Tabel 3.9. Nilai Aktual Profil Beban	42
Tabel 3.10. Nilai Aktual Fluktuasi Tegangan Dibandingkan Nilai Standar	43
Tabel 3.11. Nilai Aktual Harmonisa Tegangan Dibandingkan Nilai Standar.....	43
Tabel 3.12. Nilai Aktual Harmonisa Arus Dibandingkan Nilai Standar.....	45
Tabel 3.13. Nilai Aktual Ketidakseimbangan Tegangan Dibandingkan Nilai Standar	47
Tabel 3.14. Nilai Aktual Ketidakseimbangan Arus Dibandingkan dengan Nilai Standar	48
Tabel 3.15. Nilai Aktual Faktor Daya Dibandingkan Nilai Standar	49
Tabel 4.1. Pemakaian Energi pada Gedung Menara BTN Tahun 2014.....	53
Tabel 4.2. Luas Kotor Gedung Menara BTN.....	54
Tabel 4.3. Nilai IKE Standar di Bangunan	55
Tabel 4.4. Nilai Aktual Fluktuasi Tegangan Dibandingkan Nilai Standar	57
Tabel 4.5. Nilai Aktual Harmonisa Tegangan Dibandingkan Nilai Standar.....	61
Tabel 4.6. Nilai Aktual Harmonisa Arus Dibandingkan Nilai Standar.....	65
Tabel 4.7. Nilai Aktual Ketidakseimbangan Tegangan Dibandingkan Nilai Standar	67
Tabel 4.8. Nilai Aktual Ketidakseimbangan Arus Dibandingkan Nilai Standar	69

Tabel 4.9. Nilai Aktual Faktor Daya Dibandingkan Nilai Standar	70
Tabel 4.10. Nilai Aktual Profil Beban	72
Tabel 4.11. Nilai Aktual Fluktuasi Tegangan Dibandingkan Nilai Standar	73
Tabel 4.12. Nilai Aktual Harmonisa Tegangan Dibandingkan Nilai Standar.....	74
Tabel 4.13. Nilai Aktual Harmonisa Arus Dibandingkan Nilai Standar.....	76
Tabel 4.14. Nilai Aktual Ketidakseimbangan Tegangan Dibandingkan Nilai Standar	78
Tabel 4.15. Nilai Aktual Ketidakseimbangan Arus Dibandingkan dengan Nilai Standar	79
Tabel 4.16. Nilai Aktual Faktor Daya Dibandingkan Nilai Standar	80

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1. Intensitas Energi	1
Gambar 2.1. Fluktuasi Tegangan	15
Gambar 2.2. Ketidakseimbangan Tegangan	17
Gambar 2.3. Gelombang Harmonisa.....	19
Gambar 2.4. Segitiga Daya	22
Gambar 2.5. Power Quality Analyzer	25
Gambar 2.6. Pemasangan Power Quality Analyzer	26
Gambar 2.7. Pengukuran pada Titik Sambung Pelanggan.....	27
Gambar 2.8. Tampilan Program Power Quality Analyzer HiView PRO	28
Gambar 2.9. Peta Lokasi Gedung Menara BTN	29
Gambar 2.10. Gedung Menara BTN	30
Gambar 3.1. Diagram Alur Proses Penelitian	35
Gambar 4.1. Single Line Diagram Kelistrikan Di Gedung Bank BTN	52
Gambar 4.2. Grafik Nilai Fluktuasi Tegangan Pengukuran Aktual LVMDP 1..	56
Gambar 4.3. Grafik Nilai Fluktuasi Tegangan Pengukuran Aktual LVMDP 2..	57
Gambar 4.4. Grafik Nilai Harmonisa Tegangan Fasa “R” Pengukuran Aktual LVMDP 1	58
Gambar 4.5. Grafik Nilai Harmonisa Tegangan Fasa “S” Pengukuran Aktual LVMDP 1	58
Gambar 4.6. Grafik Nilai Harmonisa Tegangan Fasa “T” Pengukuran Aktual LVMDP 1	59
Gambar 4.7. Grafik Nilai Harmonisa Tegangan Fasa “R” Pengukuran Aktual LVMDP 2	59
Gambar 4.8. Grafik Nilai Harmonisa Tegangan Fasa “S” Pengukuran Aktual LVMDP 2	60
Gambar 4.9. Grafik Nilai Harmonisa Tegangan Fasa “T” Pengukuran Aktual LVMDP 2	60
Gambar 4.10. Grafik Nilai Harmonisa Arus Fasa “R” Pengukuran Aktual	

LVMDP 1	62
Gambar 4.11. Grafik Nilai Harmonisa Arus Fasa “S” Pengukuran Aktual	
LVMDP 1	62
Gambar 4.12. Grafik Nilai Harmonisa Arus Fasa “T” Pengukuran Aktual	
LVMDP 1	63
Gambar 4.13. Grafik Nilai Harmonisa Arus Fasa “R” Pengukuran Aktual	
LVMDP 2	63
Gambar 4.14. Grafik Nilai Harmonisa Arus Fasa “S” Pengukuran Aktual	
LVMDP 2.....	64
Gambar 4.15. Grafik Nilai Harmonisa Arus Fasa “T” Pengukuran Aktual	
LVMDP 2.....	64
Gambar 4.16. Grafik Nilai Ketidakseimbangan Tegangan Pengukuran Aktual	
LVMDP 1	66
Gambar 4.17. Grafik Nilai Harmonisa Ketidakseimbangan Tegangan	
Pengukuran Aktual LVMDP 2	66
Gambar 4.18. Grafik Nilai Ketidakseimbangan Arus Pengukuran Aktual	
LVMDP 1	68
Gambar 4.19. Grafik Nilai Ketidakseimbangan Arus Pengukuran Aktual	
LVMDP 2	68
Gambar 4.20. Grafik Nilai Faktor Daya Pengukuran Aktual LVMDP 1	69
Gambar 4.21. Grafik Nilai Faktor Daya Pengukuran Aktual LVMDP 2	70
Gambar 4.22. Grafik Nilai Profil Beban Pengukuran Aktual LVMDP 1	71
Gambar 4.23. Grafik Nilai Profil Beban Pengukuran Aktual LVMDP 2	72

DAFTAR LAMPIRAN

	Lampiran
Lampiran 1 Foto-foto Dokumentasi Penelitian.....	1
Lampiran 2 Surat Penelitian.....	2
Lampiran 3 Denah Lantai Gedung Menara BTN.....	3
Lampiran 4 Standar-Standar	4
Lampiran 4 Riwayat Hidup.....	5