

**AUDIT ENERGI PADA SISTEM TRANSFORMATOR DAN
LVMDP UNTUK OPTIMASI EFISIENSI ENERGI DAN
KONSERVASI DI PT. TRIKARYA UTAMA CENDANA**

THESIS

Oleh

SUGANDA P SIMANJUNTAK

2305190010



**PROGRAM PASCASARJANA
MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA**

JAKARTA

2025

AUDIT ENERGI PADA SISTEM TRANSFORMATOR DAN LVMDP
UNTUK OPTIMASI EFISIENSI ENERGI DAN KONSERVASI DI PT.
TRIKARYA UTAMA CENDANA

THESIS

Diajukan untuk memenuhi persyaratan akademik guna memperoleh gelar Magister
Teknik (M.T) Pada Program Pascasarjana Magister Teknik Elektro Universitas Kristen
Indonesia

Oleh

SUGANDA P SIMANJUNTAK

2305190010



PROGRAM PASCASARJANA
MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA

2025



PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Suganda P. Simanjuntak

NIM : 2305190010

Program Studi : Magister Teknik Elektro

Fakultas : Program Pasca Sarjana

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis tugas akhir yang berjudul " Audit Energi Pada Sistem Transformator Dan LVMDP Untuk Optimasi Efisiensi Energi Dan Konservasi Di PT. Trikarya Utama Cendana " adalah:

1. Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan hasil kuliah, tinjauan lapangan, buku-buku dan jurnal acuan yang tertera di dalam referensi pada karya tugas akhir saya.
2. Bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di universitas lain, kecuali pada bagian-bagian sumber informasi yang dicantumkan dengan cara referensi yang semestinya.
3. Bukan merupakan karya terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera di dalam referensi pada tugas. Kalau terbukti saya tidak memenuhi apa yang dinyatakan di atas, maka karya tugas akhir ini dianggap batal.

Jakarta, 17 Desember 2025



(SUGANDA P SIMANJUNTAK, S.T.)



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA MAGISTER TEKNIK ELEKTRO

PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR

AUDIT ENERGI PADA SISTEM TRANSFORMATOR DAN LVMDP UNTUK
OPTIMASI EFISIENSI ENERGI DAN KONSERVASI DI PT. TRIKARYA UTAMA
CENDANA

Oleh :

Nama : **Suganda P.Simanjuntak**

NIM : **2305190010**

Program Studi : **Magister Teknik Elektro**

Peminatan : **Energi Terbarukan**

telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam Sidang Tugas Akhir guna mencapai gelar Sarjana Strata Satu/ pada Program Studi Magister Teknik Elektro, Magister Pascasarjana Universitas Kristen Indonesia,

Jakarta, 17 Desember 2025

Menyetujui,

Pembimbing I

(Drs. Leonard Lisapaly, M.Si.,
Ph.D.)

(0327046205)

Ketua Program Studi



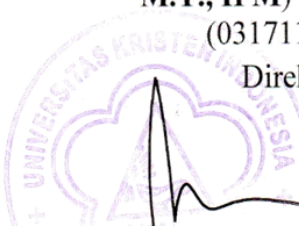
(Drs. Leonard Lisapaly, M.Si., Ph.D.))

Pembimbing 2

(Dr. Rismen Sinambela, S.T.,
M.T., IPM)

(0317116903)

Direktur



(Prof. Dr. dr. Bernadetha Nadeak,
M.pd., P.A.)



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA MAGISTER TEKNIK ELEKTRO

PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Pada ◇ telah diselenggarakan Sidang Tugas Akhir untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik guna memperoleh gelar Magister pada Program Studi Teknik Elektro, Program Pascasarjana, Universitas Kristen Indonesia, atas nama :

Nama : Suganda P.Simanjuntak

NPM : 2305190010

Program Studi : Magister Teknik Elektro

Fakultas : Pasca Sarjana

termasuk ujian Tugas Akhir yang berjudul " Audit Energi Pada Sistem Transformator Dan LVMDP Untuk Optimasi Efisiensi Energi Dan Konservasi Di PT. Trikarya Utama Cendana " oleh tim penguji yang terdiri dari :

- | | Nama Penguji | Jabatan dalam Tim Penguji | Tanda Tangan |
|---|--|---------------------------|---|
| 1 | Dr. Ichsan, ST, B.Sc (H),
M.Sc. | Sebagai Ketua |  |
| 2 | Drs. Leonard Lisapaly,
M.Si., Ph.D. | Sebagai Anggota |  |
| 3 | Dr. Rismen Sinambela,
S.T., M.T., IPM | Sebagai Anggota |  |

Jakarta, 1 November 2025



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA MAGISTER TEKNIK ELEKTRO

Pernyataan dan Persetujuan Publikasi Tugas Akhir

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Suganda P.Simanjuntak
 NIM : 2305190010
 Fakultas : Teknik Elektro
 Program Studi : Magister
 Jenis Tugas Akhir : Tesis
 Judul : **AUDIT ENERGI PADA SISTEM TRANSFORMATOR DAN
 LVMDP UNTUK OPTIMASI EFISIENSI ENERGI DAN
 KONSERVASI DI PT. TRIKARYA UTAMA CENDANA**

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir tersebut adalah benar karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar akademik di perguruan tinggi manapun;
2. Tugas akhir tersebut bukan merupakan plagiat dari hasil karya pihak lain, dan apabila saya/kami mengutip dari karya orang lain maka akan dicantumkan sebagai referensi sesuai dengan ketentuan yang berlaku;
3. Saya memberikan Hak Noneksklusif Tanpa Royalti kepada Universitas Kristen Indonesia yang berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilih hak cipta.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran Hak Cipta dan Kekayaan Intelektual atau Peraturan Perundangan-undangan Republik Indonesia lainnya dan integritas akademik dalam karya saya tersebut, maka saya bersedia menanggung secara pribadi segala bentuk tuntutan hukum dan sanksi akademis yang timbul serta membebaskan Universitas Kristen Indonesia dari segala tuntutan hukum yang berlaku.

Dibuat di Jakarta 17 Desember 2025

Yang menyatakan



(Suganda P Simanjuntak, S.T.)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat, karunia, dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “*Audit Energi Pada Sistem Transformator Dan LVMDP Untuk Optimasi Efisiensi Energi Dan Konservasi Di PT. Trikarya Utama Cendana*” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Pascasarjana Magister Teknik Elektro Universitas Kristen Indonesia.

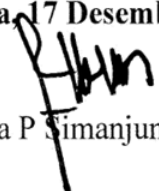
Tesis ini tidak akan terselesaikan tanpa dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Dhaniswara K. Harjono, S.H., M.H., M.B.A. Selaku Rektor Universitas Kristen Indonesia, yang telah memberikan kesempatan dan fasilitas kepada penulis untuk menempuh pendidikan di perguruan tinggi ini.
2. Na Prof. Dr. dr. Bernadetha Nadeak, M.pd., P.A. Selaku Dekan Universitas Kristen Indonesia, atas segala dukungan dan arahannya selama masa studi.
3. Drs. Leonard Lisapaly, M.Si., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Universitas Kristen Indonesia, yang telah membimbing dan mendukung proses akademik penulis.
4. Drs. Leonard Lisapaly, M.Si., Ph.D dan Dr. Rismen Sinambela, S.T., M.T., IPM. Selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, saran, dan arahan secara intensif selama proses penyusunan tesis ini.
5. Seluruh dosen dan staff akademik di lingkungan Universitas Kristen Indonesia, yang telah memberikan ilmu dan pengalaman berharga selama masa perkuliahan.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada keluarga tercinta, sahabat, dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas dukungan moril, motivasi, dan doa yang tak henti-hentinya.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa mendatang. Semoga tesis ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan pihak-pihak yang berkepentingan.

Jakarta, 17 Desember 2025


Suganda P. Simanjuntak, S.T.

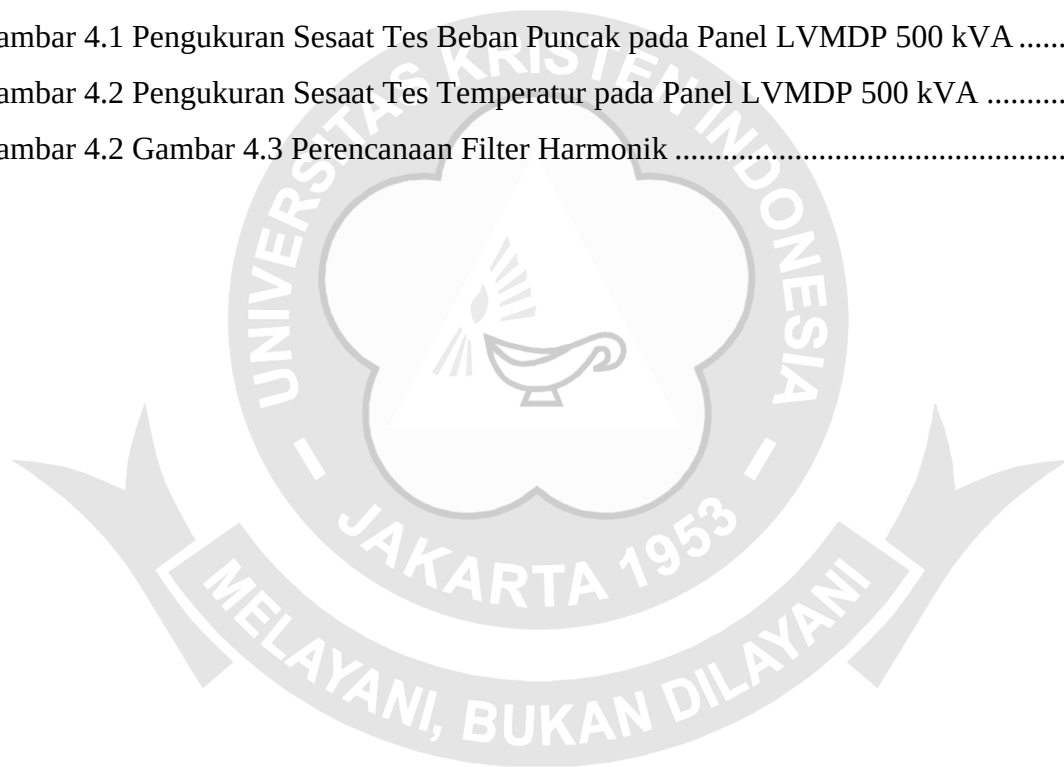
DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING	iii
HALAMAN PERSETUJUAN TIM PENGUJI.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI.....	v
HALAMAN JUDUL	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GRAFIK	xii
ABSTRAK.....	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Batasan Masalah.....	8
C. Rumusan Masalah.....	9
D. Tujuan Penelitian.....	9
E. Manfaat Penelitian.....	9
BAB II LANDASAN TEORI.....	11
A. Konsep Dasar Sistem Distribusi Listrik	11
1. Transformator	11
2. <i>Low Voltage Main Distribution Panel (LVMDP)</i>	15
3. Efisiensi Energi dalam Sistem Distribusi	21
B. Kerugian Daya (<i>Losses</i>) pada Sistem Distribusi Listrik.....	25
1. Definisi dan Jenis <i>Losses</i>	25
2. Faktor Penyebab Kerugian Daya	26
3. Pengaruh Kerugian Daya terhadap Operasional	27
C. Audit Energi	29
1. Pengertian dan Tujuan Audit Energi.....	29
2. Jenis Audit Energi.....	31
3. Langkah-Langkah Audit Energi	32
4. Relevansi Audit Energi pada Transformator dan LVMDP.....	32
D. Strategi Optimasi dan Konservasi Energi.....	35
1. Pendekatan Optimasi Sistem Distribusi Listrik	35
2. Strategi Konservasi Energi	37
3. Implikasi Konservasi Energi terhadap Industri.....	38
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	41
A. Pendekatan dan Desain Penelitian.....	41

B. Lokasi dan Waktu Penelitian	42
C. Sampel Penelitian	43
D. Teknik Pengumpulan Data	44
E. Teknik Analisis Data	46
F. Jadwal Penelitian	47
 BAB IV	 48
HASIL DAN PEMBAHASAN	48
A. Konsumsi Energi PT Trikarya Utama Cendana	48
B. Target Energi PT Trikarya Utama Cendana	56
C. Pengukuran Panel LVMDP sebagai Tindak Lanjut Audit Energi.....	62
1. Pengukuran Parameter Tegangan	68
2. Pengukuran Parameter Arus	71
3. Pengukuran Parameter Faktor Daya	73
4. Pengukuran Parameter THD Tegangan (HarmonikTegangan).....	76
5. Pengukuran Parameter THD Arus (Harmonik Arus).....	78
D. Perencanaan Filter Harmonik	81
 BAB V	 84
KESIMPULAN DAN SARAN	84
A. Kesimpulan.....	84
B. Saran.....	85
 DAFTAR PUSTAKA.....	 86

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Konstruksi Transformator.....	12
Gambar 2.2. Bentuk gelombang tegangan, arus dan fluks pada sebuah transformator..	13
Gambar 2.6 Busbar	17
Gambar 2.7 ACB (katalog ABB 2015 1.3)	18
Gambar 2.8 MCCB (katalog ABB 2015 1.3)	18
Gambar 2.9 Box Panel.....	19
Gambar 4.1 Pengukuran Sesaat Tes Beban Puncak pada Panel LVMDP 500 kVA	59
Gambar 4.2 Pengukuran Sesaat Tes Temperatur pada Panel LVMDP 500 kVA	62
Gambar 4.2 Gambar 4.3 Perencanaan Filter Harmonik	77



DAFTAR TABEL

Table 3.1 Data Yang dibutuhkan.....	45
Tabel 3.2 Jadwal Penelitian.....	47
Tabel 4.1 Potensi Daya Faktor Penggerak.....	48
Tabel 4.2 Pemakaian Faktor Penggerak dalam Satuan %	49
Tabel 4.3 Konsumsi Energi Listrik PT. Trikarya Utama Cendana	50
Tabel 4.4 R Square dan Baseline	51
Tabel 4.5 Konsumsi Energi Sebenarnya.....	52
Tabel 4.6 Target Energi PT. Trikarya Utama Cendana	54
Tabel 4.7 Energy Performance Indicators (EnPI)	55
Tabel 4.8 Hasil Pengukuran Parameter Tegangan secara Real-Time	63
Tabel 4.9 Hasil Pengukuran Parameter Arus secara Real-Time	66
Tabel 4.10 Hasil Pengukuran Parameter Faktor Daya secara Real-Time	68
Tabel 4.11 Hasil Pengukuran Parameter THD Tegangan secara Real-Time	71
Tabel 4.12 Hasil Pengukuran Parameter THD Arus secara Real-Time	74

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Kurva Enegi Aktual dengan Energi Sebenarnya.....	53
Grafik 4.2 Kurva Cumulative Sum Global.....	56



ABSTRAK

Transformator dan Low Voltage Main Distribution Panel (LVMDP) merupakan komponen vital dalam sistem distribusi listrik industri. Namun, kerugian daya (losses) akibat ketidakseimbangan beban dan kurangnya sistem monitoring efisien masih menjadi tantangan utama. PT. Trikarya Utama Cendana menghadapi masalah ini, yang berdampak pada peningkatan biaya operasional dan inefisiensi energi. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efisiensi energi dan mengidentifikasi potensi konservasi energi melalui audit sistem transformator dan Low Voltage Main Distribution Panel (LVMDP) di PT. Trikarya Utama Cendana. Rumusan masalah meliputi analisis tingkat efisiensi sistem kelistrikan, identifikasi potensi losses dan penyebabnya, serta strategi optimasi yang dapat diterapkan. Audit dilakukan dengan pengumpulan data primer dari pengukuran lapangan serta data sekunder dari dokumen operasional perusahaan. Hasil audit menunjukkan bahwa konsumsi energi aktual secara konsisten melebihi target efisiensi yang ditetapkan, dengan nilai pencapaian kinerja energi (EnPI) selalu di atas 100%. Analisis regresi menghasilkan nilai R^2 sebesar 0,90 yang menunjukkan bahwa variabel operasional memiliki kontribusi besar terhadap konsumsi energi, meskipun model belum signifikan secara statistik akibat keterbatasan jumlah data. Pengukuran pada panel LVMDP menunjukkan adanya ketidakseimbangan beban antar fasa, arus netral tinggi, serta harmonisa arus (THD) yang melebihi standar, berpotensi menyebabkan kerugian daya dan penurunan efisiensi sistem. Sebagai solusi, disarankan penerapan strategi efisiensi seperti penyeimbangan beban, pemantauan energi secara real-time, dan penggunaan filter harmonik aktif untuk mengurangi distorsi arus. Selain itu, penggantian transformator dan peralatan distribusi dengan perangkat berstandar efisiensi tinggi dapat dipertimbangkan. Keseluruhan temuan ini mendukung perlunya peningkatan manajemen energi dan konservasi yang berkelanjutan demi operasional yang lebih efisien di PT. Trikarya Utama Cendana.

Kata kunci: *Audit energi, transformator, LVMDP, efisiensi energi, harmonisa, konservasi energi, filter harmonik.*

ABSTRACT

Transformers and Low Voltage Main Distribution Panels (LVMDPs) are vital components in industrial electrical distribution systems. However, power losses due to load imbalance and the lack of efficient monitoring systems remain major challenges. PT. Trikarya Utama Cendana faces these issues, resulting in increased operational costs and energy inefficiency. This study aims to evaluate energy efficiency and identify potential energy conservation opportunities through an audit of the transformer and LVMDP systems at PT. Trikarya Utama Cendana. The research questions include analyzing the efficiency level of the electrical system, identifying potential losses and their causes, and determining applicable optimization strategies. The audit was conducted using primary data from field measurements and secondary data from the company's operational documents. The results show that actual energy consumption consistently exceeded the established efficiency targets, with Energy Performance Indicator (EnPI) values always above 100%. Regression analysis yielded an R^2 value of 0.90, indicating that operational variables have a significant impact on energy consumption, although the model was not statistically significant due to limited data. Measurements on the LVMDP panel revealed load imbalance across phases, high neutral currents, and current harmonics (THD) exceeding the standard, all of which contribute to power losses and reduced system efficiency. As solutions, the study recommends implementing efficiency strategies such as load balancing, real-time energy monitoring, and the use of active harmonic filters to reduce current distortion. In addition, replacing transformers and distribution equipment with high-efficiency standard devices may be considered. These findings highlight the need for improved energy management and sustainable conservation efforts to support more efficient operations at PT. Trikarya Utama Cendana.

Keywords: *Energy audit, transformer, LVMDP, energy efficiency, harmonics, energy conservation, harmonic filter.*