

**PEMANTAUAN DINAMIS TERHADAP KUALITAS DAYA LISTRIK
PADA TRANSFORMATOR 345 kVA DI PT ATMI DUTA
ENGINEERING**

TESIS

Oleh:

EDI IRVAN AMBARITA

2305190006



**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA
2026**

**PEMANTAUAN DINAMIS TERHADAP KUALITAS DAYA LISTRIK
PADA TRANSFORMATOR 345 kVA DI PT ATMI DUTA
ENGINEERING**

TESIS

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

Oleh:

EDI IRVAN AMBARITA

2305190006



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

2026



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA

PROGRAM PASCASARJANA

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Edi Irvan Ambarita

NIM : 2305190006

Program Studi : Magister Teknik Elektro

Fakultas : Program Pascasarjana

Bersama ini menyatakan, bahwa Tesis saya yang berjudul **“Pemantauan Dinamis Terhadap Kualitas Daya Listrik Pada Transformator 345 kVA Di Pt Atmi Duta Engineering”** adalah:

1. Disusun sendiri dengan menggunakan materi perkuliahan, buku-buku, tinjauan pustaka, jurnal dan referensi seperti yang disebutkan di dalam daftar pustaka pada Tesis ini.
2. Bukan merupakan duplikasi dari publikasi karya ilmiah atau yang pernah digunakan untuk memperoleh gelar di Universitas lain.
3. Bukan merupakan terjemahan dari karya tulis lain, jurnal acuan atau buku-buku yang tertera di dalam referensi karya tulis ini.

Jika suatu saat saya terbukti tidak memenuhi apa yang saya nyatakan di atas, maka karya tulis ini dianggap batal

Jakarta, 12 Januari 2026



Edi Irvan Ambarita

NIM: 2305190006



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA

PROGRAM PASCASARJANA

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO

PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TESIS

Oleh:

Nama : Edi Irvan Ambarita
NIM : 2305190006
Program Studi : Magister Teknik Elektro

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam Sidang Tesis guna mencapai gelar Magister Teknik pada Program Pascasarjana Program Magister Program Studi Magister Teknik Elektro, Universitas Kristen Indonesia.

Jakarta, 17 Januari 2026

Pembimbing I

Dr. Rismen Sinambela, ST., MT., IPM.
NIP/NIDK. 0317116903

Pembimbing II

Drs. Leonard Lisapaly, M.Si., Ph.D.
NIP/NIDN. 0327046205

Ketua Program Studi

Program Studi Magister Teknik Elektro

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

Direktur

Program Pascasarjana

Prof. Dr. dr. Bernadetha Nageak, M.Pd., P.A.



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA

PROGRAM PASCASARJANA


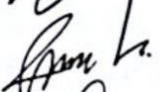
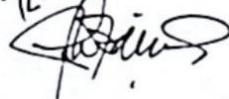
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO

PERSETUJUAN PENGUJI TESIS

Pada tanggal 17 Januari telah dilaksanakan Sidang Tesis untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik untuk memperoleh gelar Magister Teknik Elektro pada Program Pascasarjana ,Program Magister Program Studi Magister Teknik Elektro, Universitas Kristen Indonesia, atas nama:

Nama : Edi Irvan Ambarita
NIM : 2305190006
Program Studi : Magister Teknik Elektro

termasuk ujian Tesis yang berjudul "Pemantauan Dinamis Terhadap Kualitas Daya Listrik Pada Transformator 345 kVA Di PT Atmi Duta Engineering" oleh tim penguji yang terdiri dari:

Nama Penguji	Jabatan Tim Penguji	Tandatangan
1. Dr. Ichsan, ST, B.Sc (H), M.Sc	Sebagai Ketua	
2. Dr.Rismen Sinambela,ST.,MT.,IPM.	Sebagai Anggota	
3. Drs. Leonard Lisapaly, M.Si., Ph.D.	Sebagai Anggota	

Jakarta, 17 Januari 2026



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA

PROGRAM PASCASARJANA

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Edi Irvan Ambarita

NIM : 2305190006

Program Studi : Magister Teknik Elektro

Judul : Pemantauan Dinamis Terhadap Kualitas Daya Listrik Pada
Transformator 345 kVA Di PT Atmi Duta Engineering

Menyatakan bahwa:

1. Tesis 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 mana pun.
2. Tesis tersebut bukan merupakan plagiat dari hasil karya pihak lain, dan apabila saya mengutip dari karya orang lain, maka akan mencantumkannya sebagai referensi sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
3. Saya memberikan Hak Non-eksklusif 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 pemilik hak cipta.

Apabila dikemudian hari ditemukan pelanggaran Hak Cipta dan Kekayaan Intelektual atau Peraturan Perundang-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.

Jakarta, 17 Januari 2026



Edi Irvan Ambarita

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas Anugerah-Nya, penulis bisa menyelesaikan Tesis yang berjudul “Pemantauan Dinamis Terhadap Kualitas Daya Listrik Pada Transformator 345 kVA

Di PT Atmi Duta Engineering. Penulis mengangkat judul ini dikarenakan, penelitian ini dibuat dan disusun sebagai Tesis penulis, serta sebagai persyaratan yang harus di penuhi untuk menempuh Sidang Magister Teknik Elektro, dan untuk mendapatkan gelar Magister Teknik Elektro (M.T) pada Program Studi Magister Teknik Elektro, Program Pascasarjana Universitas Kristen Indonesia (PROGRAM PASCASARJANA UKI)

Penyusunan Tesis ini tidak akan berjalan dengan baik tanpa adanya dukungan dari semua pihak yang telah membantu, secara langsung maupun tidak langsung, dalam bentuk moril maupun materi. Oleh karena itu, dalam kesempatan yang sudah diberikan, penulis mengucapkan banyak terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Pak Dr.Rismen Sinambela,ST.,MT.,IPM dan Pak Drs. Leonard Lisapaly, M.Si., Ph.D sebagai dosen pembimbing yang telah berbaik hati membagikan ilmu dan meluangkan waktu untuk membimbing sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Pak Fransiskus Suryadi dan team PT Atmi Duta Engineering yang telah mensupport serta membantu memberikan sarana belajar dalam mengambil data penelitian ini.
3. Kedua orang tua beserta keluarga yang telah memberikan semangat dan selalu ada ketika dalam posisi kekurangan semangat.
4. Missel Adintia Nauli yang terkasih ,yang selalu membantu dan menyokong moril hingga penelitian ini dapat terselesaikan.
5. Pak Roy Tobing beserta jajaran keluarga besar MTE UKI yang sudah selalu support dalam meberikan sarana dan pra sarana.
6. Mas Iwan ,Pak Leksi dan teman kerja Atlas Copco disite Freeport Indonesia yang selalu support.

7. Pihak – pihak yang secara tidak langsung maupun langsung, yang telah memberikan referensi melalui jurnal, buku, dsb.
8. Saudara, teman, dan semua yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.

Dengan kerendahan dan ketulusan hati, penulis menyadari bahwa Tesis ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya atas hasil akhir dari Tesis ini, semoga kudepanya penulis bisa lebih baik lagi dalam melakukan penelitian. Penulis sangat berharap Tesis ini bisa memberikan manfaat atau pengetahuan baru bagi para pembaca atau berkontribusi dalam membantu memperbaiki permasalahan permukiman bantaran sungai. Akhir kata, dengan rasa syukur penulis ucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya, Tuhan memberkati kita semua.



Jakarta, 15 Januari 2026

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Edi Irvan Ambarita'.

Edi Irvan Ambarita

NIM: 2305190006

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	iii
PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING	iv
PERSETUJUAN DOSEN PENGUJI.....	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR GRAFIK.....	xv
ABSTRAK	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 IDENTIFIKASI MASALAH.....	4
1.2.1 Kelemahan transformator terhadap harmonisa	4
1.2.2 Peluang dari mitigasi Transformator.....	4
1.2.3 Ancaman pengaruh panas pada transformator	4
1.3 PEMBATASAN MASALAH.....	7
1.4 PERUMUSAN MASALAH	7
1.5 TUJUAN PENELITIAN.....	8

1.6	MANFAAT PENELITIAN.....	9
1.6.1	Manfaat Akademis	9
1.6.2	Manfaat Praktis.	9
1.7	SISTEMATIKA PENULISAN.....	10
1.8	<i>State of the Art</i> Penelitian Terkait	10
1.9	<i>Research Gap</i> Penelitian	11
BAB II	14 LANDASAN TEORI.....	14
2.1	Gelombang Sinusoidal	16
2.2	Beban Listrik.....	17
2.2.1	Jenis Beban Listrik.....	17
2.3	Transformator.....	19
2.3.1	Prinsip kerja Transformator	20
2.3.2	Ketidakseimbangan Beban.....	21
2.3.3	Transformator Distribusi.....	22
2.4	Sifat Beban Listrik	24
2.5	Pengaruh Harmonisa Terhadap Rugi–Rugi Beban Transformator	26
2.6	Pengaruh harmonisa terhadap derating Transformator	27
2.7	Standar Harmonisa	28
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN.....	30
3.1	Pendekatan dan Desain Penelitian	32
3.2	Lokasi dan waktu penelitan.....	33
3.3	Data dan sumber data	33
3.4	Tahapan Penelitian	34

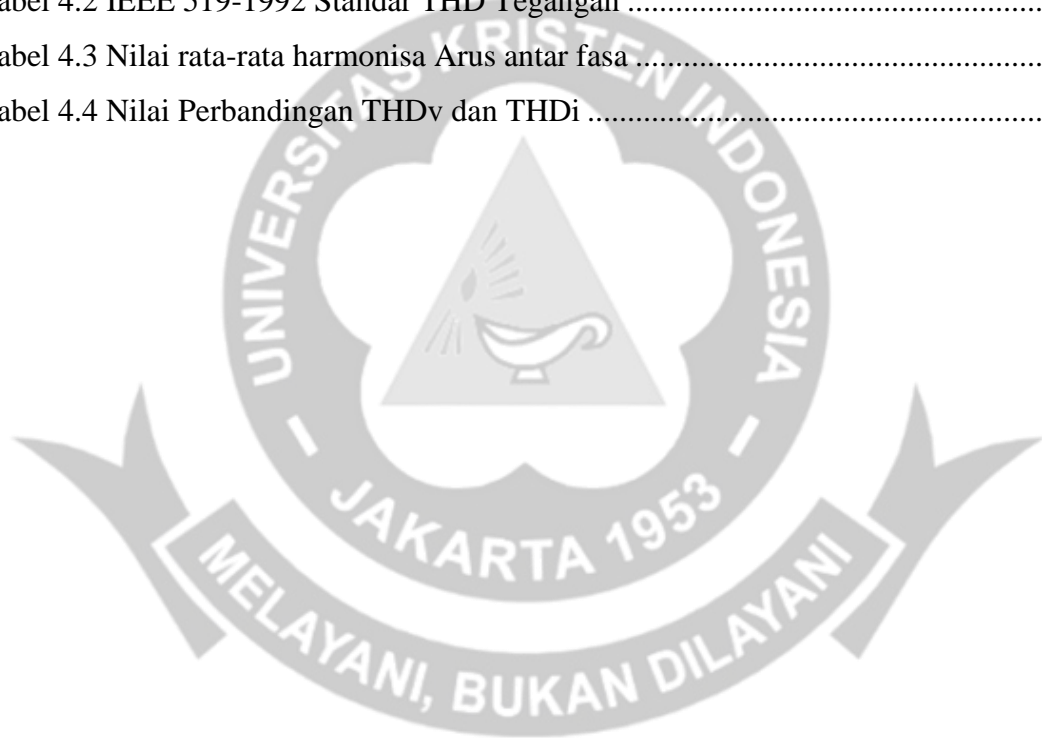
3.5	Teknik Analisis Data.....	35
3.6	Alat dan Bahan.....	35
3.7	Output dan Luaran Penelitian	35
BAB IV PEMBAHASAN		36
4.1.1	Kondisi Operasional Sistem Distribusi Listrik PT ATMI Duta Engineering	37
4.1.2	Karakteristik Tegangan Antar Fasa.....	40
4.1.3	Karakteristik Arus Beban Antar Fasa	43
4.1.4	Karakteristik Frekuensi Sistem	49
4.1.5	Ringkasan Karakteristik Umum Kualitas Daya	53
4.2	Analisis Distorsi Harmonisa Arus dan Tegangan Berdasarkan Standar IEEE 519-1992	56
4.2.1	Hasil Pengukuran THDv (Total Harmonic Distortion Tegangan).....	58
4.2.2	Hasil Pengukuran THDi (Total Harmonic Distortion Arus).....	60
4.2.3	Perbandingan THDv dan THDi dengan Standar IEEE 519-1992.....	63
4.2.4	Pembahasan Sumber Dominan Harmonisa.....	66
4.3	Pengaruh Distorsi Harmonisa Arus terhadap Ketidakseimbangan Beban Antar Fasa	69
4.3.1	Analisis Ketidakseimbangan Arus Antar Fasa.....	69
4.3.2	Hubungan THDi dengan Ketidakseimbangan Beban	72
4.3.3	Implikasi Teknis terhadap Transformator	74
4.4	Evaluasi Hasil dan Implikasi terhadap Keandalan Sistem Distribusi Industri pada PT ADE.	75

4.5	Evaluasi Pemantauan Dinamis Kualitas Daya Menggunakan Power Quality Analyzer	77
4.5.1	Efektivitas Power Quality Analyzer dalam Pemantauan Dinamis.....	78
4.5.2	Manfaat Pemantauan Dinamis terhadap Keandalan Sistem.....	79
4.5.3	Rekomendasi Teknis Berbasis Hasil Pengukuran.....	81
BAB V PENUTUP.....		
5.1	Kesimpulan	83
5.2	Rekomendasi Teknis	86
5.3	Kontribusi Penelitian.....	87
DAFTAR PUSTAKA		88



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Gap Penelitian.....	13
Tabel 2.1.....	27
Tabel 4.1 IEEE 519-1992 Standar THD Arus(A).....	54
Tabel 4.2 IEEE 519-1992 Standar THD Tegangan	55
Tabel 4.3 Nilai rata-rata harmonisa Arus antar fasa	63
Tabel 4.4 Nilai Perbandingan THD _v dan THD _i	64



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Trafo Yang Terasang di PT ADE	2
Gambar 1.2 Lokasi Produksi PT ADE Surakarta	3
Gambar 2.1. Gelombang Fundamental, Harmonik ke-3 & Penjumlahan gelombang.....	15
Gambar 2.2. Visualisasi gelombang sinusoidal.....	17
Gambar 2.3 Gelombang sinus arus dan tegangan.....	18
Gambar 2.4 : Gelombang sinus terdistorsi harmonisa.....	19
Gambar 2.5 : Fasa R,S,T pada panel box listrik PTADE	22
Gambar 2.6. Gelombang beban resistif	24
Gambar 2.7. Gelombang beban induktif	25
Gambar 2.8. Gelombang beban kapasitif	26

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Penjelasan Tegangan Antar Fasa Pada Waktu Produksi Berlangsung	41
Grafik 4.2 Penjelasan Arus Antar Fasa Pada Waktu Produksi Berlangsung	44
Grafik 4.3 Penjelasan Tegangan Antar Fasa Pada Waktu Produksi Berlangsung	46
Grafik 4.4 Penjelasan Daya Antar Fasa Pada Waktu Produksi Berlangsung	48
Grafik 4.5 Penjelasan Frekuensi Pada Waktu Produksi Berlangsung.....	50
Grafik 4.6 Penjelasan THDi Pada Waktu Produksi Berlangsung	58
Grafik 4.7 Penjelasan THDv Pada Waktu Produksi Berlangsung	58
Grafik 4.8 Penjelasan THDi Pada Waktu Produksi Berlangsung	61



ABSTRAK

Transformator distribusi merupakan komponen vital dalam sistem tenaga listrik industri, yang kinerjanya sangat dipengaruhi oleh kualitas daya listrik, khususnya pada lingkungan dengan beban dinamis dan non-linear. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik kualitas daya listrik pada transformator distribusi 345 kVA di PT ATMI Duta Engineering melalui pemantauan dinamis, serta mengevaluasi implikasi teknis distorsi harmonisa dan ketidakseimbangan beban terhadap kinerja operasional transformator. Pengukuran dilakukan menggunakan Power Quality Analyzer pada kondisi operasional normal selama proses produksi berlangsung, dengan parameter yang diamati meliputi tegangan, arus, frekuensi, Total Harmonic Distortion tegangan (THDv), Total Harmonic Distortion arus (THDi), serta ketidakseimbangan beban antar fasa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai tegangan dan frekuensi sistem relatif stabil dan berada dalam batas toleransi, dengan frekuensi berkisar antara 49,98–50,22 Hz. Nilai THDv terukur berada pada kisaran 1,5–3,3%, masih memenuhi batas standar IEEE 519-1992. Namun demikian, nilai THDi menunjukkan dominasi yang lebih signifikan, dengan puncak mencapai 5,5–11% pada fasa tertentu, disertai ketidakseimbangan arus antar fasa yang konsisten selama periode pengamatan. Kondisi ini mengindikasikan dominasi beban non-linear serta distribusi beban yang tidak merata pada sistem distribusi listrik industri. Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa distorsi harmonisa arus dan ketidakseimbangan beban berpotensi meningkatkan rugi-rugi daya, menyebabkan pemanasan tidak merata pada transformator, serta menurunkan kapasitas daya efektif sehingga kebutuhan derating transformator perlu dipertimbangkan dalam jangka panjang. Pemantauan dinamis terbukti efektif dalam mengidentifikasi pola waktu terjadinya lonjakan harmonisa dan memberikan gambaran representatif terhadap kondisi operasional aktual sistem. Dengan demikian, hasil penelitian ini dapat dijadikan dasar evaluasi teknis dan

penyusunan rekomendasi untuk meningkatkan keandalan serta efisiensi sistem distribusi listrik industri.

Kata kunci: kualitas daya listrik, harmonisa, THDi, THDv, ketidakseimbangan beban, transformator distribusi, pemantauan dinamis



ABSTRACT

Distribution transformers are vital components in industrial power systems, and their performance is significantly influenced by power quality, particularly in environments with dynamic and nonlinear loads. This study aims to analyze the power quality characteristics of a 345 kVA distribution transformer at PT ATMI Duta Engineering through dynamic monitoring, as well as to evaluate the technical implications of harmonic distortion and load imbalance on the transformer's operational performance. Measurements were conducted using a Power Quality Analyzer under normal operational conditions during the production process, with observed parameters including voltage, current, frequency, voltage Total Harmonic Distortion (THD_v), current Total Harmonic Distortion (THD_i), and phase-to-phase load imbalance.

The research results indicate that the system voltage and frequency values are relatively stable and within tolerance limits, with the frequency ranging from 49.98–50.22 Hz. The measured THD_v values fall within the range of 1.5–3.3%, still meeting the IEEE 519-1992 standard limits. However, the THD_i values showed a more significant dominance, with peaks reaching 5.5–11% in certain phases, accompanied by consistent current imbalance between phases during the observation period. These conditions indicate the dominance of nonlinear loads as well as uneven load distribution in the industrial power distribution system. Further analysis shows that harmonic distortion and load imbalance have the potential to increase power losses, cause uneven heating in transformers, and reduce effective power capacity; therefore, the need for transformer derating must be considered in the long term. Dynamic monitoring has proven effective in identifying the time patterns of harmonic surges and providing a representative picture of the system's actual operational conditions. Thus, the results of this study can serve as a basis for technical evaluation and the formulation of recommendations to improve the reliability and efficiency of industrial power distribution systems.

Keywords: power quality, harmonics, THDi, THDv, load imbalance, distribution transformers, dynamic monitoring

