

**ANALISIS KOREKSI FAKTOR DAYA TRANSFORMATOR 3
MVA UNTUK BEBAN MOTOR 3 FASA DENGAN
PENAMBAHAN CAPASITOR BANK (1 STEP 2 x 50 KVAR)
MENGUNAKAN CONTROL REGULATOR RVT2 - 12 ABB**

TESIS

Oleh

HERIANTO A S PURBA

2205190010



**PROGRAM MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA
2025**

**ANALISIS KOREKSI FAKTOR DAYA TRANSFORMATOR 3
MVA UNTUK BEBAN MOTOR 3 FASA DENGAN
PENAMBAHAN CAPASITOR BANK (1 STEP 2 x 50 KVAR)
MENGUNAKAN CONTROL REGULATOR RVT2 - 12 ABB**

TESIS

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan akademik guna memperoleh gelar
Magister Teknik Elektro (MT) Pada Program Studi Magister Teknik Elektro
Universitas Kristen Indonesia**

Oleh

HERIANTO A S PURBA

2205190010



**PROGRAM MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA
2025**



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
MAGISTER TEKNIK ELEKTRO

PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR

ANALISIS KOREKSI FAKTOR DAYA TRANSFORMATOR 3 MVA UNTUK
BEBAN MOTOR 3 FASA DENGAN PENAMBAHAN CAPASITOR BANK (1
STEP 2 x 50 KVAR) MENGGUNAKAN CONTROL REGULATOR RVT2 - 12

ABB

Oleh

Nama : Herianto A S Purba

NIM : 2205190010

Program Studi : Magister Teknik Elektro

Peminatan : Energi Terbarukan

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

Jakarta, 30 Januari 2025

Menyetujui:

Pembimbing I

Dr. Rismen Sinambela, ST., MT., IPM
NIDN : 0317116903

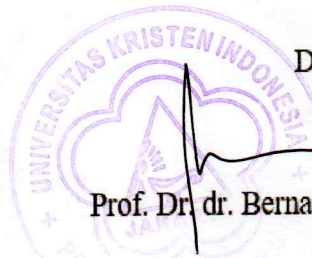
Pembimbing II

Drs. Leonard Lisapaly M.Si., Ph.D
NIDN : 0327046205



Kema Program Studi Magister Teknik Elektro

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



Direktur

Prof. Dr. dr. Bernadetha Nadeak MPd., PA



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK ELEKTRO

PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Pada 30 Januari 2025 telah diselenggarakan Sidang Tugas Akhir untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana Strata Dua pada Program Studi Magister Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Kristen Indonesia, atas nama:

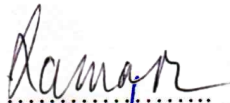
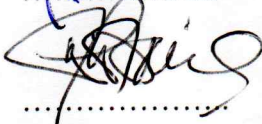
Nama : Herianto A S Purba

NPM : 2205190010

Program Studi : Magister Teknik Elektro

Fakultas : Program Pascasarjana

termasuk ujian Tugas Akhir yang berjudul "ANALISIS KOREKSI FAKTOR DAYA TRANSFORMATOR 3 MVA UNTUK BEBAN MOTOR 3 FASA DENGAN PENAMBAHAN CAPASITOR BANK (1 STEP 2 x 50 KVAR) MENGGUNAKAN CONTROL REGULATOR RVT2 - 12 ABB " oleh tim penguji yang terdiri dari:

Nama Penguji	Jabatan dalam Tim Penguji	Tanda Tangan
1. Dr. Qamaruzzaman, MT	Sebagai Ketua	
2. Dr. Rismen Sinambela, ST., MT., IPM	Dosen Pembimbing 1	
3. Drs. Leonard Lisapaly M.Si., Ph.D	Dosen Pembimbing 2	



Jakarta, 30 Januari 2025

UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA

PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Herianto A S Purba
NIM : 2205190010
Fakultas : Program Pascasarjana
Program Studi : Magister Teknik Elektro
Jenis Tugas Akhir : Tesis
Judul : ANALISIS KOREKSI FAKTOR DAYA TRANSFORMATOR 3 MVA UNTUK BEBAN MOTOR 3 FASA DENGAN PENAMBAHAN CAPASITOR BANK (1 STEP 2 x 50 KVAR) MENGGUNAKAN CONTROL REGULATOR RVT2 - 12 ABB

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
Tanggal: 30 Januari 2025



Herianto A S Purba



PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Herianto A S Purba

NIM : 2205190010

Program Studi : Magister Teknik Elektro

Fakultas : Program Pascasarjana

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis tugas akhir yang berjudul " ANALISIS KOREKSI FAKTOR DAYA TRANSFORMATOR 3 MVA UNTUK BEBAN MOTOR 3 FASA DENGAN PENAMBAHAN CAPASITOR BANK (1 STEP 2 x 50 KVAR) MENGGUNAKAN CONTROL REGULATOR RVT2 - 12 ABB" 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 bagianbagian 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, 30 Januari 2025



Herianto A S Purba

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, kasih dan karunia-Nya maka penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "**ANALISIS KOREKSI FAKTOR DAYA TRANSFORMATOR 3 MVA UNTUK BEBAN MOTOR 3 FASA DENGAN PENAMBAHAN CAPASITOR BANK (1 STEP 2 x 50 KVAR) MENGGUNAKAN CONTROL REGULATOR RVT2 - 12 ABB**"

Penelitian ini dibuat dan disusun sebagai syarat kelulusan Program Study Magister Teknik Elektro pada Fakultas Pasca Sarjana Universitas Kristen Indonesia, Jakarta.

Dalam penyusunan Tesis ini, penulis juga menyadari tidak sedikit kendala dan halangan yang dihadapi penulis. Penulis juga menyadari bahwa Tesis ini masih jauh dari kata sempurna dan masih terdapat kekurangan yang disebabkan keterbatasan kemampuan yang dimiliki oleh penulis. Namun berkat bantuan dan koptribusi dari berbagai pihak maka penulisan dan penyusunan Tesis ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya.

Penulis menyadari bahwa, tanpa bimbingan dan referensi dari berbagai pihak, tidak dapat menyelesaikan Tesis ini. Sehingga pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak. Dr. Dhaniswara K. Harjono, SH., M.H., MBA., selaku Rektor Universitas Kristen Indonesia.
2. Ibu Prof. Dr. dr. Bernadetha Nadeak MPd., PA selaku Direktur program pasca sarjana, Universitas Kristen Indonesia.
3. Bapak Drs. Leonard Lisapaly, MSi, Ph.D. selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Elektro, Program Pasca Sarjana Universitas Kristen Indonesia dan juga selaku Dosen Pembimbing 2 yang selalu memberikan waktu, saran, dan dukungan dalam membimbing penulis menyelesaikan Tesis ini.
4. Bapak Dr. Rismen Sinambela, ST., MT.,IPM. Selaku Dosen Pembimbing I yang selalu memberikan waktu, nasihat, dan dukungan dalam membimbing penulis menyelesaikan Tesis ini.

5. Bapak Dr. Qamaruzzaman, MT selaku ketua sidang dan Dosen Penguji Tesis yang selalu memberikan waktu, nasihat, dan dukungan dalam membimbing penulis menyelesaikan Tesis ini.
6. Kedua orang tua tercinta, Ayahanda Mardi Purba dan Ibunda Artauli Sidabalok yang melahirkan dan membesarkan penulis dan menjadi inspirasi hidupku, mertua yang selalu support Inri Simanjuntak dan Saida Tambunan, Istriku tercinta, Sinthya Simajuntak, ST, My beloved daughter Andrea Bellvania Renee Purba yang sudah mendoakan, mendukung dan menyemangati saya dengan sabar hingga Tesis ini rampung. Kel.Besar Op.Christian Purba, abang, kakak dan adik-adikku yang selalu memberikan semangat dan dukungan dalam menyelesaikan Tesis ini.
7. Seluruh Dosen program Studi Magister Teknik Elektro dan Seluruh staf Fakultas Magister Teknik Elektro, Universitas Kristen Indonesia yang turut serta membantu memberikan dukungan dan bantuan dalam penulisan Tesis ini.
8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari dalam penulisan, keterbatasan ilmu, pengalaman, dan literatur dalam Tesis ini masih banyak kekurangan. Sebab itu, penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun guna perbaikan dalam menyempurkan Tesis ini. Besar harapan penelitian ini dapat bermanfaat, serta memberikan ilmu yang baru dan lebih lagi bagi pembaca. Akhir kata, dengan segera rasa syukur penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak. Tuhan memberkati.

Jakarta, 30 Januari 2025

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR	iv
PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR	v
PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
ABSTRAK.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Rumusan Masalah	6
1.5 Tujuan Penelitian.....	6
1.6 Manfaat Penelitian.....	7
1.7 Ruang Lingkup Penelitian.....	9
1.8 Sistematika Penulisan.....	10
BAB II LANDASAN TEORI.....	12
2.1 Defenisi Faktor Daya, Daya Nyata, Reaktif & Semu	12
2.1.1 Faktor Daya (Power Factor).....	12
2.1.2 Daya Nyata (Real Power).....	12
2.1.3 Daya Reaktif (Reactive Power).....	13
2.1.4 Daya Semu (Apparent Power).....	13
2.2 Konsep dasar koreksi faktor daya	14

2.3	Kalkulasi Daya Reaktif Transformer	15
2.4	Jenis-jenis Konsep koreksi Faktor Daya	16
2.4.1	Koreksi faktor daya terdistribusi	16
2.4.2	Koreksi faktor daya kelompok	17
2.4.3	Koreksi faktor daya terpusat	18
2.4.4	Koreksi faktor daya gabungan.....	19
2.4.5	Koreksi faktor daya otomatis	19
2.5	Control Regulator RVT2-12 ABB	20
2.6	Kapasitor	22
2.7	Harmonik.....	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		29
3.1	Umum.....	29
3.2	Perencanaan koreksi faktor daya.....	30
3.2.1	Pengukuran Faktor Daya Awal	30
3.2.2	Metode Kalkulasi Daya Reaktif.....	32
3.2.3	Penentuan Jumlah kapasitor	33
3.2.4	Perhitungan faktor daya kompensasi kapsitor.....	35
3.3	Pengaturan faktor daya.....	37
3.4	Simulasi Pemodelan system kapasitor	38
3.5	Harmonik pada sistem kelistrikan	43
BAB IV ANALISA.....		50
4.1	Hasil & Analisa System	50
4.2	Hasil & Analisa System menggunakan ETAP	53
4.3	Hasil & Analisa Ekonomi	54
4.4	Analisa Harmonik	56
BAB V PENUTUP.....		60
5.1	Kesimpulan.....	60
5.2	Saran.....	61
5.3	Studi Lanjutan	61
DAFTAR PUSTAKA		63
DAFTAR LAMPIRAN.....		67

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perhitungan Data-data nameplate dari capasitor	23
Tabel 2. 2 Perhitungan Data-data nameplate dari capasitor untuk 3 phasa	24
Tabel 3. 1 Summary Hasil Pemodelan kapasitor 6 step ETAP seperti gambar 3.14 s/d gambar 3.19	43
Tabel 3. 2 Nilai Tegangan dan Arus disetiap orde 1 s/d 50 pada penelitian	47
Tabel 3. 3 Nilai THDV & THDI (menggunakan persamaan 2.9 & 2.10 dari Tabel 3.2)	49
Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran & efisiensi trafo secara otomatis sesuai step untuk target faktor daya 0.9	51
Tabel 4. 2 Maksimum THDV standar IEEE 519-2014	57
Tabel 4. 3 Maksimum THDI standar IEEE 519-2014	59



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Konsep dasar koreksi faktor daya.....	14
Gambar 2. 2 Koreksi faktor daya terdistribusi	16
Gambar 2. 3 Koreksi faktor daya kelompok	17
Gambar 2. 4 Koreksi faktor daya Terpusat	18
Gambar 2. 5 Overview RVT (Power Factor Control)	20
Gambar 2. 6 Wiring Diagram RVT (Power Factor Control).....	21
Gambar 2. 7 Gambar kapasitor dan Name plate kapasitor 3 phasa	22
Gambar 2. 8 Gambar Distorsi harmonik tunggal	25
Gambar 3. 1 Diagram alur metode penelitian	29
Gambar 3. 2 Titik Pengukuran Faktor daya di Secondary Transformer.....	30
Gambar 3. 3 Name Plate Transformer 3 MVA	31
Gambar 3. 4 Display ABB Power Quality Link.....	32
Gambar 3. 5 Capacitor yang digunakan dalam penelitian ini 50 KVAR	34
Gambar 3. 6 Data input capasitor RVT-12 ABB	35
Gambar 3. 7 View display data awal pengukuran di power link ABB.....	36
Gambar 3. 8 RVT2-12 untuk sett scaling sensing current & Voltage	37
Gambar 3. 9 Metode sensing current & Voltage	37
Gambar 3. 10 Pengaturan Faktor daya	38
Gambar 3. 11 Load Flow Analisis Rangkain Simulasi Capacitor	38
Gambar 3. 12 Data Input untuk Bus simulasi.....	39
Gambar 3. 13 Data Input untuk Tranformator yang disimulasi.....	39
Gambar 3. 14 Pemodelan step – 1 kapasitor bank.....	40
Gambar 3. 15 Pemodelan step – 2 kapasitor bank.....	40
Gambar 3. 16 Pemodelan step – 3 kapasitor bank.....	41
Gambar 3. 17 Pemodelan step – 4 kapasitor bank.....	41
Gambar 3. 18 Pemodelan step – 5 kapasitor bank.....	42
Gambar 3. 19 Pemodelan step – 6 kapasitor bank.....	42
Gambar 3. 20 Spectrum THDV & THDI pada saat step 0	44
Gambar 3. 21 Spectrum THDV & THDI pada saat step 1	44
Gambar 3. 22 Spectrum THDV & THDI pada saat step 2	45
Gambar 3. 23 Spectrum THDV & THDI pada saat step 3	45
Gambar 3. 24 Spectrum THDV & THDI pada saat step 4	46
Gambar 3. 25 Spectrum THDV & THDI pada saat step 5	46
Gambar 3. 26 Spectrum THDV & THDI pada saat step 6	47

Gambar 4. 1 Display Pengukuran Regulator RVT2-12 ABB Sebelum Bekerja (no-step calling) ..	50
Gambar 4. 2 Display Pengukuran Regulator RVT2-12 ABB Setelah Bekerja (6-step calling)	51
Gambar 4. 3 Kurva Korelasi Perbaikan Faktor Daya.....	53
Gambar 4. 4 Data Branch Loading Summary Report ETAP.19.....	54
Gambar 4. 5 Load flow Report ETAP.19.....	54
Gambar 4. 6 Kurva efisiensi transformator pengaruh dari penambahan kapasitor.....	56
Gambar 4. 7 Kurva Spectrum THDV pada saat pemanggilan Step 0 – 6.....	57
Gambar 4. 8 Kurva Spectrum THDI pada saat pemanggilan Step 0 – 6	58



DAFTAR SINGKATAN

MVA	<i>Mega Volt Ampere</i>
KVAR	<i>Kilo Volt Ampere Reaktif</i>
PF	<i>Power Factor</i>
PCC	<i>Point of Common Coupling</i>
THD	<i>Total Harmonic Distortion</i>



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Standart Losses trafo TRAFINDO (Int. IEC 60076-1).....	67
Lampiran 2. Photo Transformer pada saat penelitian.....	68
Lampiran 3. Single line diagram simulation	69
Lampiran 4. Panel capasitor penelitian	70
Lampiran 5. Sample photo MCC & Motor	71



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Standart Losses trafo TRAFINDO (Int. IEC 60076-1).....	67
Lampiran 2. Photo Transformer pada saat penelitian.....	68
Lampiran 3. Single line diagram simulation	69
Lampiran 4. Panel capasitor penelitian	70
Lampiran 5. Sample photo MCC & Motor	71



ABSTRAK

Transformator berperan penting dalam distribusi tenaga listrik, terutama dalam mendukung kebutuhan beban motor tiga fasa pada industri. Namun, penggunaan motor tiga fasa sering menyebabkan rendahnya faktor daya, yang dapat mengakibatkan kerugian energi, kenaikan biaya operasional, serta penurunan efisiensi sistem tenaga listrik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis upaya koreksi faktor daya transformator berkapasitas 3 MVA melalui penambahan kapasitor bank dengan konfigurasi 1 step 2x50 kVAR dan pengendalian menggunakan control regulator RVT2-12 ABB. Metode penelitian mencakup pengukuran parameter listrik awal, perancangan sistem kapasitor bank, instalasi control regulator, serta evaluasi kinerja sistem setelah pemasangan kapasitor bank. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan kapasitor bank secara signifikan meningkatkan faktor daya sistem dari rata-rata 0,79 menjadi 0,92. Selain itu, koreksi ini berhasil mengurangi rugi-rugi daya reaktif dan mampu meningkatkan efisiensi kapasitas pemakaian transformator 3MVA dari 57,2 % menjadi 46,2 % (efisiensi 11 %) dengan beban yang sama. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa implementasi kapasitor bank dengan control regulator RVT2-12 ABB pada transformator 3 MVA efektif dalam meningkatkan efisiensi sistem tenaga listrik. Hasil ini memberikan kontribusi penting dalam pengelolaan energi listrik yang lebih hemat dan berkelanjutan di lingkungan industri.

Kata kunci: faktor daya, transformator 3 MVA, kapasitor bank, control regulator RVT2-12 ABB

ABSTRACT

Transformers play a crucial role in electrical power distribution, particularly in supporting the load requirements of three-phase motors in industrial settings. However, the use of three-phase motors often results in low power factor, which can lead to energy losses, increased operational costs, and decreased efficiency of the power system. This study aims to analyze the power factor correction efforts of a 3 MVA transformer through the addition of a capacitor bank with a 1-step 2x50 kVAR configuration and control using the RVT2-12 ABB regulator. The research methodology includes initial electrical parameter measurements, capacitor bank system design, control regulator installation, and performance evaluation of the system after the capacitor bank installation. The results indicate that the addition of the capacitor bank significantly improved the system's power factor from an average of 0.78 to 0.95. Furthermore, this correction reduced reactive power losses by 35% and achieved a 15% reduction in operational electricity costs. The conclusion of this study is that the implementation of a capacitor bank with the RVT2-12 ABB control regulator on a 3 MVA transformer is effective in improving the efficiency of the electrical power system. These findings provide significant contributions to achieving more cost-efficient and sustainable energy management in industrial environments.

Keywords: power factor, 3 MVA transformer, capacitor bank, RVT2-12 ABB control regulator