



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

LAPORAN TUGAS AKHIR

ALOYSIUS ANGGA WIDJAYA

41423110091

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2025**



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**ANALISIS KOORDINASI PROTEKSI RELAI ARUS LEBIH
PADA BAY TRAF0 1 GARDU INDUK 150 kV JATIBARANG
MENGUNAKAN ETAP 12.6.0**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Strata Satu
(S1)

NAMA : ALOYSIUS ANGGA WIDJAYA
NIM : 41423110091
PEMBIMBING : AKHMAD WAHYU DANI, S.T., M.T.

MERCU BUANA

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Aloysius Angga Widjaya
NIM : 41423110091
Program : Teknik Elektro
Studi
Judul : Analisis Proteksi Relai Arus Lebih pada bay Trafo I Gardu Induk 150 kV Jatibarang Menggunakan ETAP 12.6.0

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata I (S1) pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana
Disahkan oleh:

| | | Tanda Tangan |
|-----------------|------------------------------------|---|
| Pembimbing | : Akhmad Wahyu Dani, S.T., M.T. |  |
| NUPTK | : 7052763664130323 | |
| Ketua Penguji | : Fadli Sirait, S.Si., M.T., Ph.D. |  |
| NUPTK | : 1852754655131132 | |
| Anggota Penguji | : Triyanto Pangaribowo, S.T., M.T. |  |
| NUPTK | : 1240756657130123 | |

Jakarta, 20 Januari 2025

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, S.T., M.T.
NUPTK: 6639750651230132

Ka Prodi S1/Teknik Elektro



Dr. Eng. Heru Suwoyo, S.T., M.Sc.
NUPTK: 2146770671130403

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

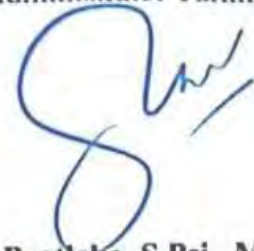
Menerangkan bahwa Karya Ilmiah/Laporan Tugas Akhir/Skripsi pada BAB I, BAB II, BAB III, BAB IV dan BAB V atas nama:

Nama : ALOYSIUS ANGGA WIDJAYA
NIM : 41423110091
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir / Tesis : Analisis Proteksi Relai Arus Lebih pada Bay Trafo 1 GI
Jatibarang Menggunakan ETAP 12.6.0

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Jum'at, 31 Januari 2025** dengan hasil presentase sebesar **9%** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 01 Februari 2025
Administrator Turnitin,



Saras Nur Pratiha, S.Psi., MM

U N I V E R S I T A S
MERCU BUANA

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Aloysius Angga Widjaya
N.I.M : 41423110091
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Analisis Koordinasi Proteksi Relai Arus Lebih pada
bay Trafo 1 Gardu Induk 150 kV Jatibarang
Menggunakan ETAP 12.6.0

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan plagiat, serta semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Apabila ternyata ditemukan di dalam Laporan Tugas Akhir saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 20-01-2025

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

METERAN TEMPEL
BFAMX137363691

Aloysius Angga Widjaya

ABSTRAK

Transformator daya sebagai salah satu material transmisi utama yang memiliki kebermanfaatan sangat tinggi, tentunya tidak bisa lepas dari gangguan khususnya arus lebih. Akibat daripada itu, maka pasokan energi listrik kepada pelanggan sangat berpotensi padam sehingga menyebabkan kerugian bagi semua pihak. Untuk meminimalisir gangguan tersebut salah satu caranya yaitu dengan menggunakan alat proteksi relai arus lebih. Relai arus lebih memainkan peran penting dalam operasi perlindungan sistem penyaluran energi listrik yaitu mendeteksi adanya arus yang menguat melebihi arus setting.

Pada penelitian ini, digunakan pemodelan menggunakan perangkat lunak ETAP 12.6.0 sebagai media simulasi. Dengan menggunakan karakteristik *Standard Inverse*, relai arus lebih yang menjadi objek yaitu sisi 150 kV, sisi 20 kV *Incoming*, dan sisi penyulang 20 kV.

Hasil akhir menunjukkan bahwa kalkulasi nilai arus hubung singkat di busbar 150 kV sisi tegangan tinggi, berturut - turut dari hubung singkat 3 fasa 2 fasa dan 1 fasa adalah 1652,76 A, 1424,9 A, dan 1011,13 A, kemudian pada sisi busbar 20 kV tegangan menengah nilai hubung singkat berturut - turut dari hubung singkat 3 fasa 2 fasa dan 1 fasa adalah 14280,75 A, 12366,84 A, dan 8573,65 A. Selanjutnya nilai TMS proteksi relai arus lebih sisi tegangan tinggi 150 kV yaitu 0,36 s, sedangkan nilai TMS proteksi relai arus lebih sisi tegangan menengah 20 kV *incoming* yaitu 0,25 s. Perihal koordinasi antar relai arus lebih sudah sesuai dengan standar PLN UIT JBT, yaitu dengan deviasi perbedaan waktu ≤ 500 ms. Untuk waktu koordinasi bekerja proteksi relai arus lebih sisi *feeder* adalah 544 ms, kemudian sisi *incoming* yakni 854 ms, dan pada sisi tegangan tinggi 150 kV yaitu 1305 ms. Maka dari itu, koordinasi *setting* proteksi relai arus lebih sisi tegangan tinggi 150 kV, sisi tegangan menengah 20 kV *Incoming*, dan sisi 20 kV *feeder* apabila di komparasikan dengan standar PLN UIT JBT, yaitu dengan deviasi perbedaan waktu ≤ 500 ms. Deviasi perbedaan waktu tersebut, antara sisi 20 kV *feeder* dengan sisi tegangan menengah 20 kV *Incoming* sebesar 310 ms, antara sisi tegangan menengah 20 kV *Incoming* dengan sisi tegangan tinggi 150 kV sebesar 451 ms.

Kata kunci : ETAP, Koordinasi Relai Arus Lebih, PLN GI Jatibarang, *Standard Inverse*

ABSTRACT

Power transformers as one of the main transmission materials that have very high benefits, of course cannot be separated from disturbances, especially overcurrent. Therefore, the supply of electrical energy to customers has the potential to be blacked out, causing losses for all parties. To minimize these disturbances, one way is to use an overcurrent relay protection device. Overcurrent relays play an important role in the operation of the electrical energy distribution system protection, namely detecting currents that exceed the current settings.

In this study, modeling was used using ETAP 12.6.0 software as a simulation medium. By using the Standard Inverse characteristics, the overcurrent relay that is the object is the 150 kV side, the 20 kV Incoming side, and the 20 kV feeder side.

The final result of the calculation of the short-circuit current value on the 150 kV busbar on the high voltage side, respectively from the 3-phase 2-phase and 1-phase short circuits are 1652,76 A, 1424,9 A, and 1011,13 A, then on the 20 kV medium voltage busbar side the short-circuit values sequentially from the 3-phase 2-phase and 1-phase short circuits are 14280,75 A, 12366,84 A, and 8573,65 A. Furthermore, the TMS value of the overcurrent relay protection on the high voltage side of 150 kV is 0,36 s, while the TMS value of the overcurrent relay protection on the medium voltage side of 20 kV incoming is 0,25 s. Regarding coordination between overcurrent relays, it is in accordance with PLN UIT JBT standards, namely with a time difference deviation of ≤ 500 ms. The coordination time for the overcurrent relay protection on the feeder side is 544 ms, then the incoming side is 854 ms, and on the high voltage side of 150 kV is 1305 ms. Therefore, the coordination of the overcurrent relay protection settings on the high voltage side of 150 kV, the medium voltage side of 20 kV incoming, and the feeder side of 20 kV when compared to the PLN UIT JBT standard, namely with a time difference deviation of ≤ 500 ms. The deviation of the time difference, between the 20 kV feeder side and the medium voltage side of 20 kV incoming is 310 ms, between the medium voltage side of 20 kV incoming 20 kV and the high voltage side of 150 kV is 451 ms.

Keywords : ETAP, Over Current Relay Coordination, PLN Jatibarang Substation, Standard Inverse,

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia - NYA penulis akhirnya dapat menyelesaikan penulisan laporan Tugas Akhir dengan judul “Analisis Proteksi Relai Arus Lebih pada bay Trafo 1 Gardu Induk 150 kV Jatibarang Menggunakan ETAP 12.6.0” secara baik. Laporan Tugas Akhir ini ditulis agar salah satu dari beragam syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Sarjana Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana terpenuhi.

Secara sadar, penulis mengakui bahwa selama pelaksanaan pengambilan data dan penyusunan laporan Tugas Akhir ini tak lepas dari hambatan, rintangan, dan tantangan serta masih jauh dari kesempurnaan. Namun berkat motivasi, informasi, yang disertai sifat saling bahu - membahu, saling kuat - menguatkan, saling tergerak - menggerakkan dari berbagai pihak, akhirnya penulis mampu menyelesaikannya dengan lancar. Untuk itu pada kesempatan ini, dengan rasa tulus dan kerendahan hati, penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada yang terhormat :

1. Bapak Akhmad Wahyu Dani, S.T., M.T. sebagai dosen pembimbing tugas akhir yang telah meluangkan waktu serta pikiran dan memberikan bimbingan ekstra dengan kritik yang sangat membangun.
2. Bapak Dr.Eng. Heru Suwoyo, S.T., M.Eng selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Elektro Universitas Mercu Buana Jakarta.
3. Pak Ign. Eka Wijayanto dan Ibu Theresia Widiastuti selaku Orang tua saya yang selalu memberikan Do’a, dukungan, serta segala aspek menuju kesuksesan dalam hidup saya.
4. Bapak M. Risma Indi selaku Team Leader Pemeliharaan Proteksi, Metering, dan Otomasi Unit Layanan Transmisi dan Gardu Induk Jatibarang beserta Tim yaitu Pak Andy Yunizar dan Ifan Sandy Martin M.P.
5. Bapak R. Agung Kusumajati sebagai Manager Unit Layanan Transmisi dan

Gardu Induk Jatibarang.

6. Seluruh *Junior Technician/ Technician* sub Bidang Pemeliharaan Gardu Induk, dan Pemeliharaan Jaringan ULTG Jatibarang
7. Teman-teman mahasiswa S1 Teknik Elektro Reguler 2 Angkatan September 2023 Kampus Meruya dan Kampus Warung Buncit UMB yang selalu memberikan dukungan.
8. Semua dosen dan karyawan Program S1 Teknik Elektro UMB.
9. Semua pihak yang telah memberikan dukungan selama pelaksanaan dan penulisan laporan ini.

Menjadi sebuah kepastian bahwa penulisan laporan ini masih jauh dari kata sempurna. Untuk itu saran, kritik, dan paradigma dari berbagai pihak sangat kami harapkan. Akhir kata, mudah-mudahan laporan ini dapat menjadi saduran serta informan yang mengkilap khususnya bagi penulis sendiri dan umumnya bagi semua pembaca tak terkecuali seluruh alam semesta. Aamiin.

Indramayu, 01 November 2024

UNIVERSITAS
Aloysius Angga Widjaya
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| HALAMAN SAMPUL | i |
| HALAMAN JUDUL | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN | iii |
| HALAMAN PERNYATAAN SIMILIARITY | iv |
| HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI | v |
| ABSTRAK | vi |
| <i>ABSTRACT</i> | vii |
| KATA PENGANTAR | viii |
| DAFTAR ISI | x |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Tujuan Penelitian..... | 3 |
| 1.4 Batasan Masalah | 3 |
| 1.5 Sistematika Penelitian | 4 |
| BAB 2 LANDASAN TEORI | 5 |
| 2.1 Penelitian Terkait | 5 |
| 2.2 Sistem Proteksi Transformator Tenaga | 10 |
| 2.3 Relai Arus Lebih..... | 12 |
| 2.3.1 Ragam Relai Arus Lebih berdasarkan Karakteristik Waktu | 12 |
| 2.4 Kalkulasi <i>Short Circuit Fault</i> | 15 |
| 2.4.1 Sistem Per Unit | 16 |
| 2.4.2 Impedansi | 18 |
| 2.4.3 Formulasi Arus Gangguan Hubung Singkat..... | 19 |
| 2.5 Kalkulasi <i>Setting</i> Relai Arus Lebih | 20 |
| 2.5.1 <i>Setting</i> Relai Arus Lebih Sisi Tegangan Tinggi..... | 20 |

| | |
|--|----|
| 2.5.2 <i>Setting</i> Relai Arus Lebih Sisi <i>Incoming</i> Tegangan Menengah 20 kV.. | 21 |
| BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN..... | 22 |
| 3.1 Diagram Blok | 22 |
| 3.2 Metode Observasi..... | 23 |
| 3.3 Metode Literatur | 24 |
| 3.4 Metode Analisis Data..... | 28 |
| 3.5 Tempat dan Waktu Penelitian | 28 |
| BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN | 29 |
| 4.1 Hasil dan Analisa | 29 |
| 4.1.1 Kalkulasi Arus Nominal Transformator Tenaga 150/ 20 kV | 29 |
| 4.1.2 Kalkulasi Nilai Impedansi | 30 |
| 4.2 Kalkulasi Arus Gangguan Hubung Singkat sisi 150 kV dan 20 kV | 35 |
| 4.3 Kalkulasi <i>Setting</i> Relai OCR sisi 150 kV dan 20 kV | 38 |
| 4.4 Analisis Rasio Arus Kerja dan Arus Kembali | 39 |
| 4.5 Analisis Karakteristik Waktu Kerja Relai OCR sisi 150 kV dan 20 kV..... | 43 |
| 4.6 Koordinasi Proteksi Relai Arus Lebih sisi 150 kV dan 20 kV | 59 |
| BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN | 72 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 74 |
| LAMPIRAN 1. Hasil Pengecekan <i>Turnitin</i> | 77 |

UNIVERSITAS
 MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1 Relai Elektrik pada Trafo Tenaga 150/20 kV | 11 |
| Gambar 2.2 Karakteristik Waktu Relai Arus Lebih | 16 |
| Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian | 23 |
| Gambar 4.1 Pemodelan Koordinasi Proteksi Relai Arus Lebih | 68 |
| Gambar 4.2 Algoritma Kerja Proteksi Relai Arus Lebih Gangguan <i>Feeder</i> | 69 |
| Gambar 4.3 <i>Outcome</i> Waktu Operasi Proteksi Relai Arus Lebih | 70 |
| Gambar 4.4 Algoritma Kerja Proteksi Relai Arus Lebih Gangguan 20 kV <i>Inco</i> ..71 | |
| Gambar 4.5 Algoritma Kerja Proteksi Relai Arus Lebih Gangguan 150 kV | 72 |
| Gambar 4.6 Kurva Koordinasi Proteksi Relai Arus Lebih A Gangguan <i>Feeder</i> ..73 | |
| Gambar 4.7 Kurva Koordinasi Proteksi Relai Arus Lebih Ak Gangguan <i>Inc</i>74 | |



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.1 <i>Reference of Journal</i> | 8 |
| Tabel 2.4 Nilai K dan α di setiap karakteristik relai <i>inverse</i> | 15 |
| Tabel 3.1 Data - Data Transformator Tenaga 150/ 20 kV GI Jatibarang | 24 |
| Tabel 3.2 Data Proteksi Relai Arus Lebih sisi Tegangan Tinggi | 26 |
| Tabel 3.3 Data Proteksi Relai Arus Lebih sisi Tegangan Menengah | 27 |
| Tabel 3.4 Data Arus Hubung Singkat Pembangkit DMN ROB GI Jatibarang | 27 |
| Tabel 3.5 Data Hasil Pengujian Arus pick - up sisi Tegangan Tinggi | 27 |
| Tabel 3.6 Data Hasil Pengujian Karakteristik Waktu sisi Tegangan Tinggi | 28 |
| Tabel 3.7 Data Hasil Pengujian Arus Pick - Up sisi <i>Incoming</i> 20 kV | 28 |
| Tabel 3.8 Data Hasil Pengujian Karakteristik Waktu sisi <i>Incoming</i> 20 kV | 28 |
| Tabel 3.9 Data Hasil Pengujian Waktu Kerja Sesaat sisi <i>Incoming</i> 20 kV | 29 |
| Tabel 4.1 Hasil Kalkulasi Nilai Impedansi Sumber sisi 150 kV dan isi 20 kV ... | 35 |
| Tabel 4.2 Variabel Data Paramater <i>Setting</i> Relai Arus Lebih sisi 150 kV | 41 |
| Tabel 4.3 Variabel Data Paramater <i>Setting</i> Relai Arus Lebih sisi 20 kV | 43 |
| Tabel 4.4 Hasil Pengujian relai arus lebih sisi Tegangan Tinggi 150 kV..... | 45 |
| Tabel 4.5 Hasil Pengujian relai arus lebih sisi Tegangan Menengah 20 kV | 46 |
| Tabel 4.6 Hasil Pengujian Karakteristik Waktu relai arus lebih sisi 150 kV | 47 |
| Tabel 4.7 Hasil Pengujian Karakteristik Waktu relai arus lebih sisi 20 kV | 47 |
| Tabel 4.8 Hasil Pemodelan Waktu kerja Proteksi Relai Arus Lebih Ggn Pny ... | 70 |

U N I V E R S I T A S
MERCU BUANA