

TUGAS AKHIR

**ANALISA SETTING RELAY PADA PENYULANG SIMO
KAWAGEAN WILAYAH UP3 SURABAYA SELATAN**



Disusun Oleh :

CANDRA NOVIA
NBI : 1451800016

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2022**

TUGAS AKHIR

ANALISA SETTING RELAY PADA PENYULANG SIMO
KAWAGEAN WILAYAH UP3 SURABAYA SELATAN



Disusun Oleh :

CANDRA NOVIA
NBI : 1451800016

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

2022

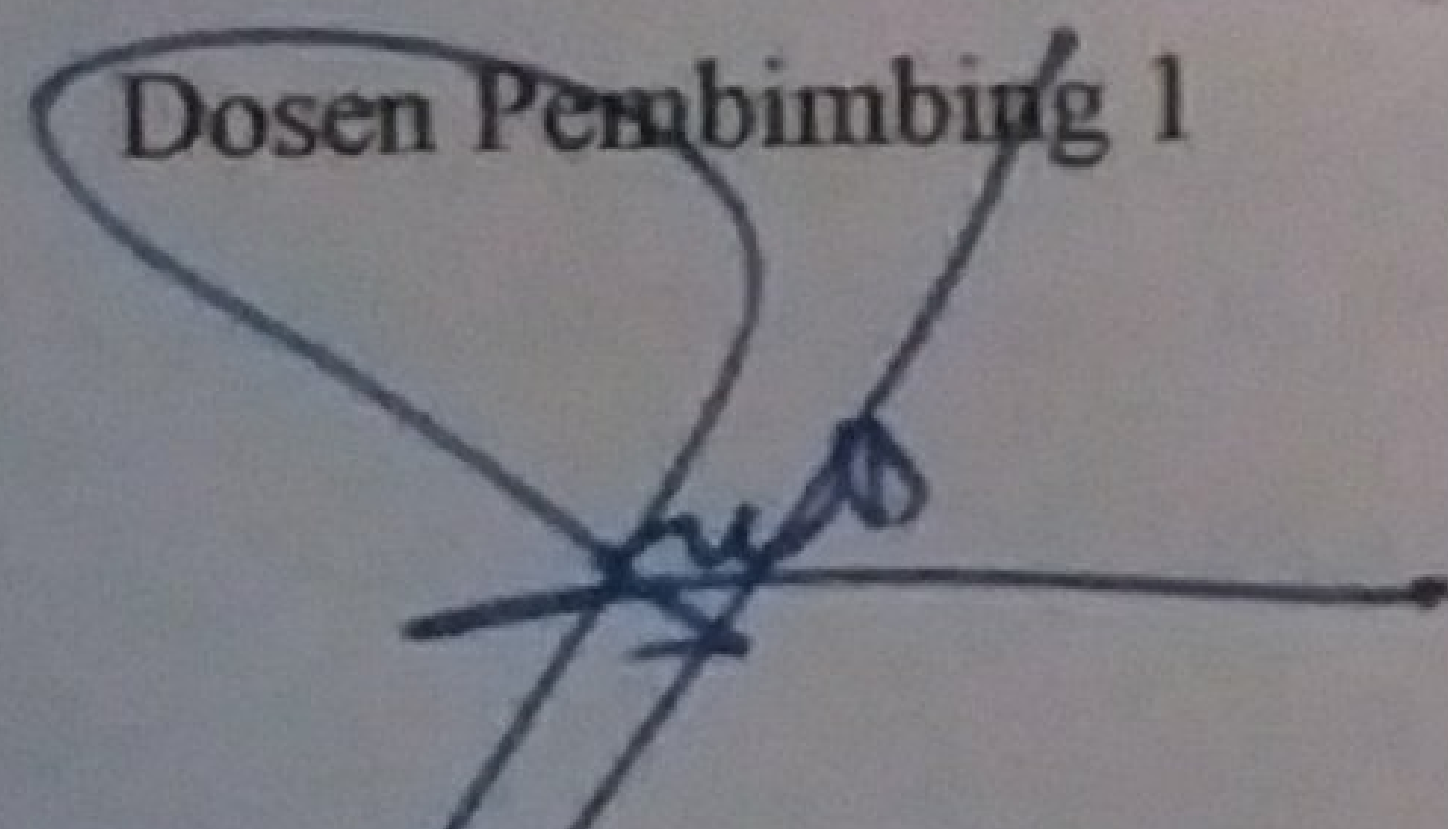
FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

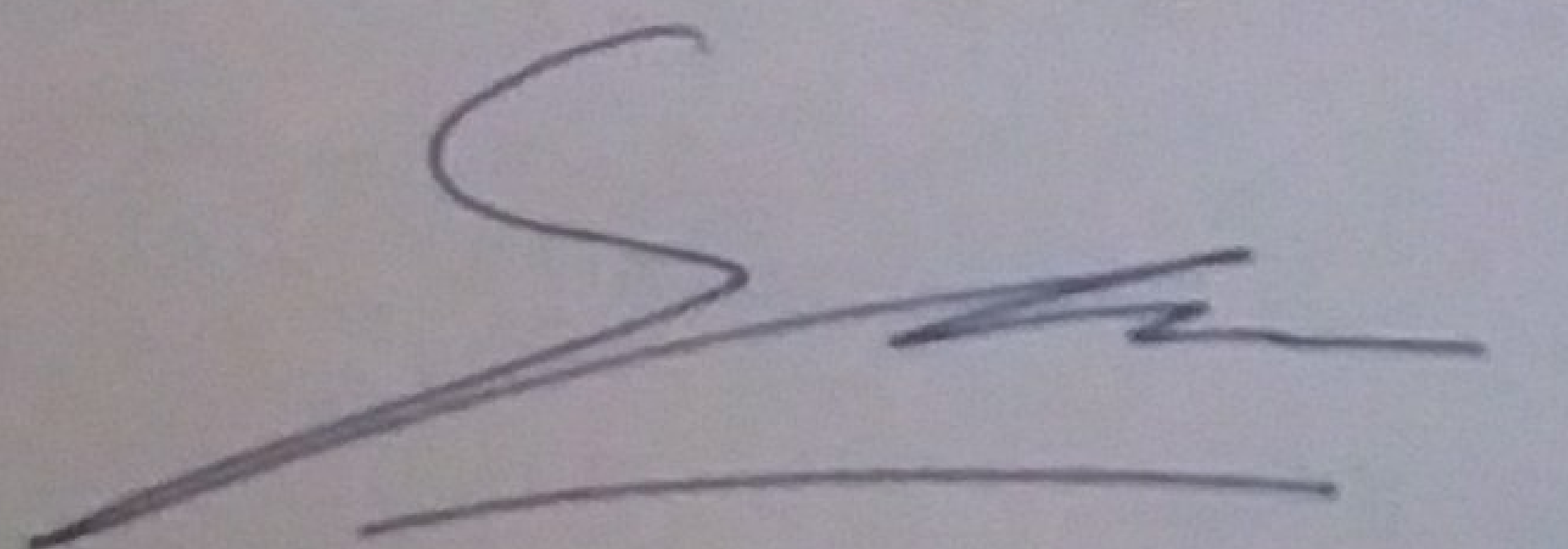
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

NAMA : CANDRA NOVIA
NBI : 1451800016
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS : TEKNIK
JUDUL : ANALISA SETTING RELAY PADA
PENYULANG SIMO KWAGEAN
WILAYAH UP3 SURABAYA SELATAN

Menyetujui,

Dosen Pembimbing 1

Ir. Hadi Tasmono, MT.
NPP. 2045F.16.0709

Dosen Pembimbing 2

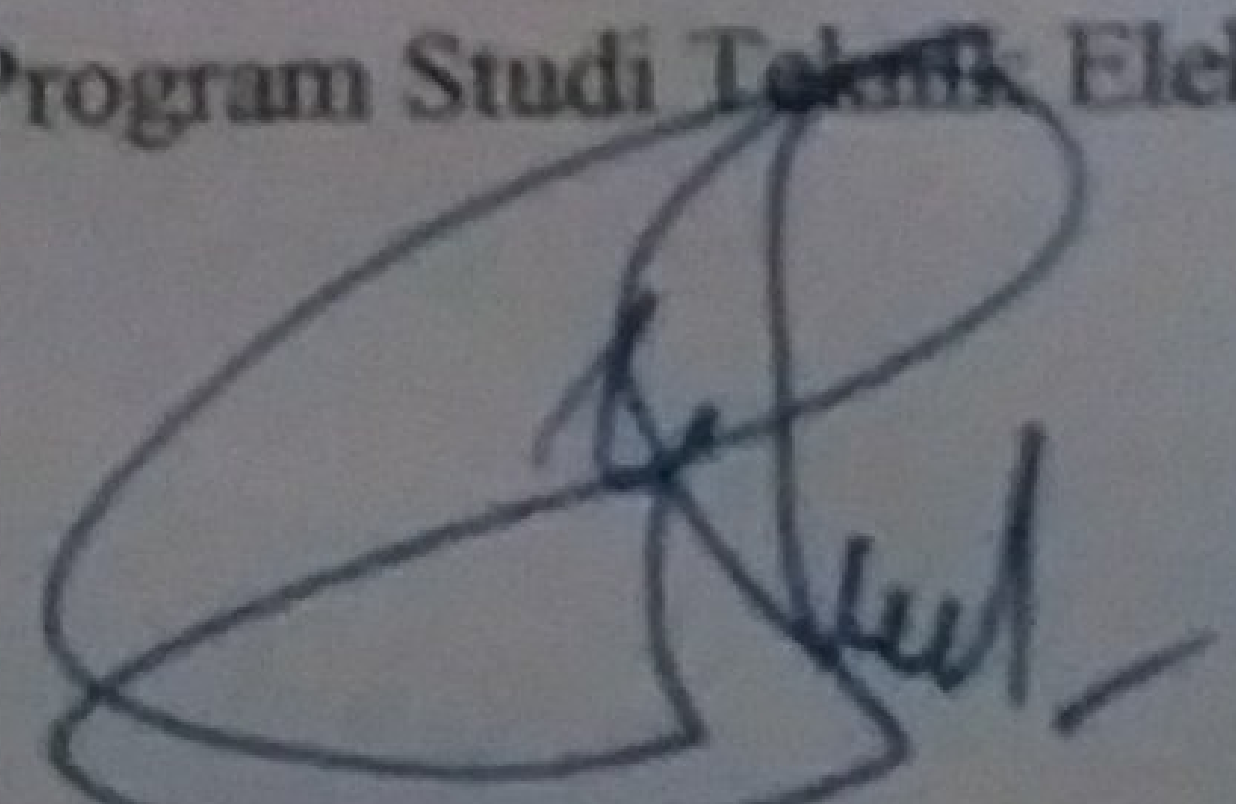

Reza Sarwo Widagdo, S.Tr.T., MT.
NPP.20450.22.0860

Mengetahui,

Dekan
Fakultas Teknik

Dr. Ir. Sajyo, M.Kes., IPU.
NPP. 20410.90.0197

Ketua
Program Studi Teknik Elektro


Puji Slamet, ST., MT.
NPP.20450.11.0601

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

NAMA : CANDRA NOVIA
NBI : 1451800016
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO

Menyatakan bahwa sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir yang berjudul:

**“ANALISA SETTING RELAY PADA PENYULANG SIMO
KWAGEAN WILAYAH UP3 SURABAYA SELATAN”**

Adalah benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan, dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri. Semua referensi yang dikutip maupun yang dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar Pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 2 Desember 2022
Penulis



Candra Novia
1451800016



UNIVERSITAS
17 AGUSTUS 1945
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN
Jl. SEMOLOWARU 45 SURABAYA
TELP. 031 593 1800 (Ext. 311)
e-mail : perpus@untag-sby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai Civitas Akademika Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : CANDRA NOVIA
NBI/NPM : 1451800016
Program Studi : TEKNIK ELEKTRO
Jenis Karya : TUGAS AKHIR

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Nonexclusive Royalty-Free Right*), atas karya saya yang berjudul:

**“ANALISA SETTING RELAY PADA PENYULANG SIMO
KWAGEAN WILAYAH UP3 SURABAYA SELATAN”**

Dengan **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Nonexclusive Royalty-Free Right*), Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, mempublikasikan karya ilmiah selama tetap tercantum.

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Pada tanggal : 2 Desember 2022



Candra Novia
NBI. 1451800016

ABSTRAK

Pada saat penyaluran energi listrik yang dimulai dari pembangkit hingga ke konsumen akan ada gangguan yang dapat terjadi dan tidak dapat dihindari, tetapi hal ini dapat diminimalisir dengan adanya sistem proteksi yang handal. Sistem proteksi bertujuan agar pada saat terjadi gangguan hubung singkat, tidak mempengaruhi keseluruhan sistem. Jaringan listrik yang baik harus memiliki sistem proteksi yang handal salah satunya adalah *Over Current Relay* (OCR) dan *Directional Ground Relay* (DGR) yang digunakan sebagai komponen proteksi pada jaringan listrik, *relay* ini bekerja ketika ada arus yang berlebih atau arus hubung singkat. Penelitian ini membahas mengenai *setting* OCR dan DGR pada penyulang Simo Kwagean PLN wilayah UP3 Surabaya Selatan. Hasil perhitungan arus gangguan hubung singkat pada penyulang Simo Kwagean pada jarak 7,210 Km sebesar 2.552,2459 A. Untuk $I_{set\ primer}$ pada sisi *incoming* OCR sebesar 1818,6541 A dan pada sisi *incoming* DGR sebesar 31,1342 A, sedangkan $I_{set\ primer}$ pada sisi penyulang OCR sebesar 242,4871 A dan pada sisi penyulang DGR sebesar 38,9177 A. Dapat dilihat juga $I_{set\ sekunder}$ pada sisi *incoming* OCR sebesar 0,9093 A dan pada sisi *incoming* DGR sebesar 0,0156 A, sedangkan $I_{set\ sekunder}$ pada sisi penyulang OCR sebesar 3,0310 A dan pada sisi penyulang DGR sebesar 0,4864 A. Serta untuk TMS (*Time Multiplier Setting*) pada sisi *incoming* OCR sebesar 1,1157 detik dan pada sisi *incoming* DGR sebesar 0,3985 detik, sedangkan pada sisi penyulang OCR sebesar 0,1214 detik dan pada sisi penyulang DGR sebesar 0,1825 detik. Serta untuk TMS (*Time Multiplier Setting*) pada sisi *incoming* OCR sebesar 1,1157 detik dan pada sisi *incoming* DGR sebesar 0,3985 detik, sedangkan pada sisi penyulang OCR sebesar 0,1214 detik dan pada sisi penyulang DGR sebesar 0,1825 detik.

Kata kunci : DGR, Gangguan Hubung Singkat, OCR, Proteksi

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis hanturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa Atas berkat dan rahmatNya yang telah dicurahkan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "Analisa *Setting Relay* Pada Penyulang Simo Kwagean Wilayah UP3 Surabaya Selatan" dengan lancar dan baik adanya. Penulisan Tugas Akhir merupakan persyaratan yang wajib ditempuh guna penyelesaian program Pendidikan Sarjana Strata Satu (S-1) Teknik Elektro di Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

Penulis menyadari banyak pihak yang memberikan dukungan selama menyelesaikan Tugas Akhir ini, oleh karena itu dengan segala kerendahan hati peneliti menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Mulyanto Nugroho, MM.,CMA.,CPAI, selaku Rektor Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
2. Bapak Dr. Ir. Sajiyo, M.Kes, IPM selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
3. Bapak Puji Slamet, ST., MT selaku Kepala Program Studi Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
4. Bapak Ir. Hadi Tasmono, M.T. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan masukan dan saran sehingga penelitian dapat diselesaikan tepat waktu.
5. Bapak Reza Sarwo Widagdo, S.Tr.T.,MT. selaku dosen pembimbing kedua tugas akhir yang telah banyak memberikan masukan dan saran dalam penyusunan tugas akhir sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan sebaik-baiknya.
6. Seluruh Dosen dan Civitas akademik Program Studi Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
7. Seluruh Staf dan Karyawan Tata Usaha di Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
8. PLN UP3 Surabaya Selatan yang bersedia memberikan sumbangsih data penelitian guna penyelesaian tugas akhir.
9. Mamah yang telah membimbing dan memotivasi penulis sehingga bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Terima kasih atas doa, semangat, kasih sayang serta waktu sehingga penulis dapat menjalani proses perkuliahan

10. di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
11. Keluarga penulis yang telah memberikan saran serta memotivasi dalam proses penyelesaian tugas akhir ini.
12. Fajrin Nafiani yang selalu memberikan dukungan serta menemani penulis selama masa perkuliahan hingga proses mengerjakan tugas akhir ini.
13. Semua teman-teman dari Prodi Teknik Elektro yang telah membantu selama proses perkuliahan.
14. Sahabat-sahabat penulis yaitu Qilla, Sakep, Nigen, Regsy, ka Dahlia, Oskar, dan juga teman-teman bar-bar yang telah memberikan dukungan dan semangat selama proses perkuliahan hingga menyelesaikan tugas akhir.
15. Semua rekan-rekan dan teman-teman serta pihak yang telah membantu dan tidak dapat disebutkan satu persatu semoga segala kebaikan dan pertolongannya dibalaskan oleh Tuhan yang Maha Esa.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dan keterbatasan dalam penyusunan Tugas Akhir ini, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak. Semoga Tugas Akhir ini dapat menjadi literatur yang bermanfaat bagi pembaca.

Surabaya, Desember 2022

Candra Novia

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR | i |
| LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR | i |
| LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS | i |
| ABSTRAK | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR GAMBAR | xiii |
| DAFTAR TABEL | xv |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Perumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 2 |
| 1.4 Kontribusi Penelitian | 2 |
| 1.5 Batasan Masalah | 3 |
| 1.6 Sistematika Penulisan | 3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 State of The Art | 5 |
| 2.2 Sistem Distribusi Tenaga Listrik | 6 |
| 2.3 Transformator | 6 |
| 2.4 Konsep Dasar Transformator | 7 |
| 2.5 Gangguan Pada Transformator | 7 |
| 2.5.1 Gangguan Umum Yang Biasa Terjadi Pada Transformator | 8 |
| 2.5.2 Gangguan Yang Terjadi Diluar Transformator | 8 |
| 2.6 <i>Relay</i> Proteksi | 9 |
| 2.6.1 Fungsi <i>Relay</i> Proteksi | 9 |

| | | |
|-----------------------------|--|----|
| 2.7 | Over Current Relay (OCR) | 9 |
| 2.7.1 | Jenis <i>Over Current Relay</i> (<i>Relay Arus Lebih</i>) Berdasarkan Karakteristik Waktu Kerjanya | 10 |
| 2.7.2 | Penyetelan <i>Over Current Relay</i> (OCR) | 13 |
| 2.8 | <i>Directional Ground Relay</i> (DGR) | 14 |
| 2.8.1 | Penyetelan <i>Directional Ground Relay</i> (DGR) | 15 |
| 2.9 | Cara Menghitung <i>Setting Relay</i> OCR Dan DGR | 15 |
| 2.10 | Arus Gangguan Hubung Singkat | 16 |
| 2.11 | Pemutus Tenaga (PMT) / Circuit Breaker (CB) | 17 |
| BAB III METODE PENELITIAN | | 18 |
| 3.1 | Metode Penelitian | 18 |
| 3.2 | Diagram Alir Penelitian | 18 |
| 3.3 | Pengambilan Data | 19 |
| 3.4 | Pengolahan Data | 20 |
| 3.4.1 | Perhitungan Impedansi Sumber | 20 |
| 3.4.2 | Perhitungan Reaktansi Trafo | 20 |
| 3.4.3 | Perhitungan Impedansi Penyulang | 21 |
| 3.4.4 | Perhitungan Impedansi Ekuivalen Jaringan | 21 |
| 3.4.5 | Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat | 21 |
| 3.4.6 | Perbandingan Arus Gangguan Hubung Singkat | 22 |
| 3.4.7 | Perhitungan TMS (Time Multiplier Setting) | 22 |
| 3.4.8 | Perhitungan Waktu Kerja <i>Relay</i> | 23 |
| 3.4.9 | Hasil Perhitungan Setelan OCR Dan DGR | 23 |
| 3.4.10 | Perbandingan Hasil Perhitungan Teori Dengan Data | 23 |
| 3.4.11 | Simulasi Gangguan Hubung Singkat Pada Sisi <i>Incoming</i> | 23 |
| 3.4.12 | Simulasi Gangguan Hubung Singkat Pada Sisi Penyulang | 23 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | | 25 |
| 4.1 | Sistem Kelistrikan PLN UP3 Surabaya Selatan | 25 |
| 4.2 | Perhitungan Impedansi Sumber | 25 |

| | | |
|----------------------|---|----|
| 4.3 | Perhitungan Reaktansi Trafo | 26 |
| 4.4 | Perhitungan Impedansi Penyulang | 27 |
| 4.5 | Perhitungan Impedansi Ekuivalen Jaringan | 28 |
| 4.6 | Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat | 30 |
| 4.6.1 | Gangguan Hubung Singkat 1 Fasa ke Tanah | 30 |
| 4.6.2 | Gangguan Hubung Singkat Fasa ke Fasa | 33 |
| 4.6.3 | Gangguan Arus Hubung Singkat 3 Fasa | 36 |
| 4.7 | Perbandingan Gangguan Arus Hubung Singkat | 38 |
| 4.8 | Perhitungan Time Multipler Setting (TMS) | 39 |
| 4.9 | Perhitungan Waktu Kerja Relay | 43 |
| 4.9.1 | Waktu Kerja Relay 3 Fasa | 44 |
| 4.9.2 | Waktu Kerja Relay Fasa ke Fasa | 47 |
| 4.9.3 | Waktu Kerja Relay 1 Fasa ke Tanah | 51 |
| 4.10 | Hasil Perhitungan Setelan OCR dan DGR | 55 |
| 4.11 | Perbandingan Hasil Perhitungan dengan Data | 56 |
| 4.12 | Simulasi Penyulang Simo Kwagean Dengan Software ETAP 12.6.0 | 57 |
| 4.13 | Simulasi Hubung Singkat Pada Sisi Incoming | 59 |
| 4.14 | Simulasi Hubung Singkat Pada Sisi Penyulang | 61 |
| BAB V PENUTUP | | 63 |
| 5.1 | Kesimpulan | 63 |
| 5.2 | Saran | 64 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 65 |
| LAMPIRAN | | 67 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2. 1 Transformator | 6 |
| Gambar 2. 2 Over Current Relay | 10 |
| Gambar 2. 3 Single Line Over Current Relay | 10 |
| Gambar 2. 4 Karakteristik Instantaneous Time Overcurrent Relay | 11 |
| Gambar 2. 5 Karakteristik Definite Time Overcurrent Relay | 12 |
| Gambar 2. 6 Karakteristik Invers Time Overcurrent Relay | 13 |
| Gambar 2. 7 Curva Kerja Over Current Relay (OCR) | 14 |
| Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian | 18 |
| Gambar 4. 1 Diagram Arus Gangguan Hubung Singkat 1 Fasa ke Tanah | 33 |
| Gambar 4. 2 Diagram Arus Gangguan Hubung Singkat Fasa ke Fasa | 35 |
| Gambar 4. 3 Diagram Arus Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa | 38 |
| Gambar 4. 4 Diagram Perbandingan Arus Gangguan Hubung Singkat | 39 |
| Gambar 4. 5 Diagram Waktu Kerja Relay 3 Fasa | 47 |
| Gambar 4. 6 Diagram Waktu Kerja Relay Fasa ke Fasa | 51 |
| Gambar 4. 7 Diagram Waktu Kerja Relay 1 Fasa ke Tanah | 55 |
| Gambar 4. 8 Pemodelan Penyulang Simo Kwagen dengan ETAP 12.6.0 | 57 |
| Gambar 4. 9 Setting OCR dan DGR Pada Sisi Incoming | 58 |
| Gambar 4. 10 Setting OCR dan DGR Pada Sisi Penyulang | 58 |
| Gambar 4. 11 Hasil Simulasi ETAP Gangguan Pada Sisi Incoming | 59 |
| Gambar 4. 12 Kurva Hasil Simulasi Gangguan Hubung Singkat Pada Sisi Incoming | 60 |
| Gambar 4. 13 Hasil Simulasi ETAP Gangguan Pada Sisi Penyulang | 61 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 4. 1 Impedansi Penyulang Urutan Positif dan Urutan Negatif | 27 |
| Tabel 4. 2 Impedansi Penyulang Urutan Nol | 28 |
| Tabel 4. 3 Impedansi Ekuivalen Urutan Positif dan Urutan Negatif | 29 |
| Tabel 4. 4 Impedansi Ekuivalen Urutan Nol | 30 |
| Tabel 4. 5 Arus Gangguan 1 Fasa ke Tanah | 32 |
| Tabel 4. 6 Arus Gangguan Fasa ke Fasa | 35 |
| Tabel 4. 7 Arus Gangguan 3 Fasa | 37 |
| Tabel 4. 8 Perbandingan Arus Gangguan Hubung Singkat | 38 |
| Tabel 4. 9 Waktu Kerja Relay 3 Fasa | 46 |
| Tabel 4. 10 Waktu Kerja Relay Fasa ke Fasa | 50 |
| Tabel 4. 11 Waktu Kerja Relay 1 Fasa ke Tanah | 54 |
| Tabel 4. 12 Hasil Perhitungan Setelan OCR dan DGR | 56 |
| Tabel 4. 13 Hasil Perhitungan dengan Data | 56 |