

**ANALISA SISTEM PROTEKSI RELAY DIFFERENSIAL PADA
GENERATOR GTG 5006-J DI PT. PUPUK SRIWIDJAJA PALEMBANG
MENGUNAKAN MATLAB**



LAPORAN AKHIR

Dibuat Sebagai Persyaratan Untuk Menyelesaikan Pendidikan Diploma III

Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik

Politeknik Negeri Sriwijaya

Oleh :

RACHMAD SUKRI

0616 3031 0164

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

PALEMBANG

2019

**ANALISA SISTEM PROTEKSI RELAY DIFFERENSIAL PADA
GENERATOR GTG 5006-J DI PT. PUPUK SRIWIDJAJA PALEMBANG
MENGUNAKAN MATLAB**



LAPORAN AKHIR

Dibuat Sebagai Persyaratan Untuk Menyelesaikan Pendidikan Diploma III

Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik

Politeknik Negeri Sriwijaya

Oleh :

RACHMAD SUKRI

0616 3031 0164

Palembang, Juli 2019

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

Bersiap Ginting, S.T., M.T.
NIP. 196303231989031002

Anton Firmansyah, S.T., M.T.
NIP. 197509242008121001

Mengetahui,

Ketua Jurusan
Teknik Elektro

Ketua Program Studi
Teknik Listrik

Yudi Wijanarko, S.T., M.T.
NIP. 196705111992031003

Mohammad Noer, S.S.T., M.T.
NIP. 196505121995021001

MOTTO

- “Tuhan bersama orang-orang pemberani.” (Penulis)
- “*One Piece* itu benar-benar ada.” (Penulis)
- “*Karena sesungguhnya dalam kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya dalam kesulitan ada kemudahan.*”(Q.S. Al-Insyirah:5,6)
- “Sebaik-baik manusia adalah yang paling banyak bermanfaat bagi orang lain.” (Al-Hadits)

Kupersembahkan kepada :

- *Ibu dan Ayah* tercinta yang tak pernah berhenti mendoakan, karena ridho dan doa kalianlah adek bisa sampai sejauh ini.
- *Ayuk dan kakakku* yang selalu memotivasi dan menyemangati.
- *Pak Ginting dan Pak Anton* yang telah membimbing dalam pembuatan L.A. Serta seluruh dosen yang telah memberikan masukan, Terimakasih untuk Ilmu nya.
- *Ayang ebeb, Koko, BayuKost* serta teman-teman lain yang telah banyak membantu, khususnya teman seangkatan Teknik Listrik 2016
- *Almamater* tercinta *Politeknik Negeri Sriwijaya*.

ABSTRAK

ANALISA SISTEM PROTEKSI RELAY DIFFERENSIAL PADA GENERATOR GTG 5006-J DI PT. PUPUK SRIWIDJAJA PALEMBANG MENGUNAKAN MATLAB

(2019 : xiv + 81 Halaman + Daftar Isi + Daftar Tabel + Daftar Gambar + Daftar
Pustaka + Lampiran)

Rachmad Sukri

0616 3031 0164

Program Studi Teknik Listrik

Jurusan Teknik Elektro

Politeknik Negeri Sriwijaya

Generator merupakan suatu pembangkit listrik yang digunakan dalam sebuah industri. Keandalan dari sebuah generator harus tetap terjaga sehingga memerlukan pengaman pada generator tersebut. Salah satunya adalah dengan menggunakan relai differensial. Relai differensial merupakan salah satu pengaman yang mengamankan gangguan di kumparan stator generator berdasarkan keseimbangan antara arus yang mengalir melalui trafo arus (CT) yang terpasang pada kedua sisi kumparan stator generator. Di Pusri 1B arus *setting break* nominal pada CT bernilai 0,4185A dan arus *setting pickup* nominal pada CT bernilai 0,1395A. Sementara itu kebutuhan *setting pickup* aktual tertinggi pada CT bernilai 0,9125A dan arus *setting break* aktual tertinggi pada CT bernilai 0,27375A. Walaupun begitu relai differensial bekerja berdasarkan keseimbangan, kebutuhan *setting* aktual sesuai perilaku pembebanan Pusri 1B memang jauh dengan *setting* yang terpasang namun jika terjadi gangguan sehingga perbedaan arus CT1 dan CT2 sesuai *setting* yang terpasang maka relay akan *break*. Adapun perhitungan menggunakan MATLAB memiliki perbedaan, namun perbedaan tersebut sangatlah kecil yang hanya terjadi pada perhitungan *setting* nominal.

Kata kunci : Generator, Relay Differensial, Transformator Arus, MATLAB.

ABSTRACT

ANALYSIS OF DIFFERENTIAL RELAY PROTECTION SYSTEM IN GENERATOR GTG 5006-J IN PT. PUPUK SRIWIDJAJA PALEMBANG USING MATLAB

(2019 : xiv + 81 Pages + List of Contents + List of Tables + List of Figures +
Bibliography + Appendix)

Rachmad Sukri
0616 3031 0164
Electrical Engineering Study Program
Electro Department
State of Polytechnic Sriwijaya Palembang

A generator is a power plant used in an industry. Reliability of a generator must be maintained so that it requires safety on the generator. One of them is by using differential relays. Differential relays are one of the safeguards that secure interference in the stator generator coil based on the balance between the current flowing through the current transformer (CT) installed on both sides of the generator stator coil. At Pusri 1B the nominal setting break current on CT is 0.4185A and the nominal pickup setting current on CT is 0.1395A. While the need for the highest actual pickup setting on CT is 0.9125A and the highest current setting break on CT is 0.27375A. Even so the differential relay works based on balance, the actual setting requirements according to Pusri 1B loading behavior are indeed far from the installed settings but if there is a disturbance so that the difference in current CT1 and CT2 according to the installed settings, the relay will break. The calculation using MATLAB has a difference, but the difference is very small which only occurs in the calculation of the nominal setting.

Keywords : *Generator, Differential Relay, Current Transformer, MATLAB.*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum, Wr. Wb.

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan akhir ini yang berjudul **“Analisa Sistem Proteksi Relay Differensial Pada Generator GTG 5006-J Di PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang Menggunakan MATLAB”** Laporan akhir ini dibuat untuk memenuhi persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan Diploma III pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Bersiap Ginting S.T., M.T. selaku Pembimbing I

2. Bapak Anton Firmansyah S.T., M.T. selaku Pembimbing II

Yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, dan nasehatnya kepada penulis dalam menyelesaikan laporan akhir ini.

Penulis menyadari tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak mungkin laporan akhir ini tidak akan terselesaikan dengan baik. Penulis juga menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Bapak Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Yudi Wijanarko, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
3. Bapak Herman Yani, S.T., M.Eng. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro.
4. Bapak Mohammad Noer, S.S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik.
5. Seluruh dosen Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya atas semua bantuan yang diberikan dalam kelancaran laporan akhir ini.
6. Ayang ebeb, Koko, BayuKost serta teman-teman lain yang telah banyak membantu, mereka adalah orang-orang terbaik.

7. Teman-teman seperjuangan Listrik 2016 khususnya kelas 6LA, 6LB, 6LC, dan 6LD yang telah memberikan doa, dukungan, dan semangat dalam menyelesaikan laporan akhir ini.

Dalam penulisan laporan akhir ini penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan. Oleh sebab itu, penulis sangat mengharapkan adanya kritik dan saran yang bersifat membangun guna kebaikan kita bersama dimasa yang akan datang.

Akhirnya penulis berharap semoga laporan akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua, khususnya bagi mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Palembang, Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|----------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| MOTTO | iii |
| ABSTRAK | iv |
| ABSTRACT | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiv |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Perumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Tujuan dan Manfaat | 2 |
| 1.4 Batasan Masalah | 3 |
| 1.5 Metode Penulisan | 3 |
| 1.6 Sistematika Penulisan | 3 |
| | |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 Generator | 5 |
| 2.2 Sistem Proteksi | 7 |
| 2.2.1 Pembagian Daerah Proteksi..... | 7 |
| 2.2.2 Pengelompokan Sistem Proteksi | 9 |
| 2.2.3 Pembagian Tugas Dalam Sistem Proteksi..... | 9 |
| 2.2.4 Komponen Peralatan Proteksi | 10 |
| 2.2.5 Relai Proteksi..... | 11 |

| | |
|---|----|
| 2.2.5.1 Relai Proteksi Pada Generator..... | 12 |
| 2.2.5.2 Relai Proteksi Pada Transformator..... | 23 |
| 2.2.5.3 Relai Proteksi Pada Transmisi..... | 25 |
| 2.2.5.3 Relai Proteksi Pada Distribusi..... | 25 |
| 2.2.6 Fungsi Relai Proteksi..... | 27 |
| 2.2.6 Syarat Relai Proteksi | 28 |
| 2.3 Transformator | 30 |
| 2.3.1 Transformator Tegangan | 30 |
| 2.3.2 Transformator Arus | 31 |
| 2.4 Relai Differensial..... | 33 |
| 2.4.1 Fungsi Relai Differensial Pada Generator..... | 34 |
| 2.4.2 Cara Kerja Relai Differensial | 35 |
| 2.4.3 <i>Setting</i> Arus Relai Differensial..... | 36 |
| 2.5 MATLAB | 38 |
| 2.5.1 <i>Sintak</i> Dasar Pada MATLAB | 39 |
| 2.5.2 GUI (<i>Graphical User Interface</i>)..... | 40 |
| 2.5.3 Menjalankan GUI | 41 |

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

| | |
|---|----|
| 3.1 Peralatan yang Digunakan | 43 |
| 3.2 Bahan yang Digunakan | 45 |
| 3.3 Prosedur Perhitungan..... | 45 |
| 3.4 Spesifikasi Generator..... | 46 |
| 3.5 Spesifikasi Relai Differensial | 48 |
| 3.6 Spesifikasi Transformator Arus | 49 |
| 3.7 Rekomendasi <i>Setting</i> Relai Differensial | 50 |
| 3.8 Diagram <i>Flowchart</i> | 54 |

BAB IV PEMBAHASAN

| | |
|-----------------------|----|
| 4.1 Pembahasan | 56 |
| 4.2 Perhitungan | 57 |

| | |
|---|----|
| 4.3 Hasil Perhitungan Menggunakan MATLAB..... | 75 |
| 4.4 Analisa | 78 |

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

| | |
|----------------------|----|
| 5.1 Kesimpulan | 80 |
| 5.2 Saran | 81 |

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Halaman

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1 Pembagian Daerah Proteksi Pada Sistem Tenaga Listrik | 7 |
| Gambar 2.2 Hubungan Komponen Proteksi Pada Suatu Sistem Proteksi | 10 |
| Gambar 2.3 Bagian Umum Suatu Relai Proteksi..... | 11 |
| Gambar 2.4 Penempatan Peralatan Pengaman Elektris | 12 |
| Gambar 2.5 Single Line Diagram Relai Tegangan Lebih..... | 14 |
| Gambar 2.6 <i>Single Line Diagram</i> Relai Gangguan Stator..... | 15 |
| Gambar 2.7 <i>Single Line Diagram</i> Relai Gangguan Stator Hubung Tanah Terbatas..... | 15 |
| Gambar 2.8 <i>Single Line Diagram</i> Relai Daya Balik..... | 16 |
| Gambar 2.9 <i>Single Line Diagram</i> Relai Gangguan Rotor | 17 |
| Gambar 2.10 <i>Single Line Diagram</i> Relai Differensial..... | 18 |
| Gambar 2.11 <i>Single Line Diagram</i> Relai Arus Lebih..... | 19 |
| Gambar 2.12 <i>Single Line Diagram</i> Relai Impedansi | 21 |
| Gambar 2.13 Diagram Relai Kehilangan Medan Penguat | 22 |
| Gambar 2.14 <i>Single Line Diagram</i> Relai Kehilangan | 23 |
| Gambar 2.15 Prinsip KERJA Transformator Tegangan | 31 |
| Gambar 2.16 Rangkaian Trafo Arus | 32 |
| Gambar 2.17 Proteksi Differensial Gangguan Antar Fasa Generator Beserta Trafo Block | 33 |
| Gambar 2.18 Cara Kerja Relai Differensial | 36 |
| Gambar 2.19 Aplikasi MATLAB | 38 |
| Gambar 2.20 <i>Blank</i> GUI | 40 |
| Gambar 2.21 Tampilan <i>Figure</i> Kosong MATLAB | 41 |
| Gambar 2.22 Tampilan <i>Figure</i> yang Sudah Dibentuk..... | 41 |
| Gambar 2.23 Tombol Untuk Menjalankan GUI | 42 |
| Gambar 2.24 Tampilan GUI yang Telah Dibuat dan Telah Dicoding | 42 |
| Gambar 3.1 <i>Display Control</i> | 44 |
| Gambar 3.2 <i>Generator Protection Relay</i> Pada Panel Kontrol | 44 |

| | |
|---|----|
| Gambar 3.3 Generator Turbin Gas 5006-J di Pusri 1B | 47 |
| Gambar 3.4 <i>Nameplate</i> Generator GTG 5006-J di Pusri 1B | 47 |
| Gambar 3.5 <i>Generator Protection Relay</i> di Pusri 1B | 48 |
| Gambar 3.6 <i>Nameplate Generator Protection Relay</i> di Pusri 1B..... | 49 |
| Gambar 3.7 <i>Flowchart</i> | 55 |
| Gambar 3.8 Skema pengukuran tahanan pentanahan | 30 |
| Gambar 3.9 <i>Flowchart</i> pengukuran dan pengujian tahanan pentanahan | 33 |
| Grafik 4.1 Diagram Arus <i>Setting</i> | 72 |
| Grafik 4.2 Pemrograman GUI <i>M-file Line</i> 1-29..... | 75 |
| Grafik 4.3 Pemrograman GUI <i>M-file Line</i> 30-58..... | 76 |
| Grafik 4.4 Pemrograman GUI <i>M-file Line</i> yang Memuat Persamaan | 76 |
| Grafik 4.5 Tampilan Hasil Program GUI..... | 77 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|---|----------------|
| Tabel 2.1 Operasi Matematika Pada MATLAB | 39 |
| Tabel 2.2 Fungsi-fungsi Matematika Pada MATLAB | 40 |
| Tabel 3.1 Spesifikasi Generator GTG 5006-J | 46 |
| Tabel 3.2 Spesifikasi <i>Generator Protection Relay</i> GTG 5006-J | 48 |
| Tabel 3.3 Spesifikasi CT1 | 49 |
| Tabel 3.4 Spesifikasi CT2 | 49 |
| Tabel 3.5 Rekomendasi <i>Setting Relay Differensial</i> di Pusri 1B..... | 50 |
| Tabel 3.6 Data Aktual Pembebanan GTG 5006-J..... | 51 |
| Tabel 4.1 Arus aktual CT dan real serta <i>setting</i> relai differensial yang diperlukan..... | 63 |
| Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Manual dan Perhitungan MATLAB GUI..... | 77 |

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Lembar Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing I
- Lampiran 2. Lembar Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing II
- Lampiran 3. Lembar Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing I
- Lampiran 4. Lembar Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing II
- Lampiran 5. Lembar Rekomendasi Ujian Laporan Akhir
- Lampiran 6. Lembar Pelaksanaan Revisi Laporan Akhir
- Lampiran 7. Surat Keterangan Pengambilan Riset
- Lampiran 8. Hasil Pengambilan Data Generator GTG 5006-J dan *Nameplate*
- Lampiran 9. Hasil Pengambilan Data Spesifikasi Generator GTG 5006-J
- Lampiran 10. Hasil Pengambilan Data *Generator Protection Relay* dan *Nameplate*
- Lampiran 11. Hasil Pengambilan Data *Generator Protection Relay* Pada Panel Kontrol
- Lampiran 12. Hasil Pengambilan Data Spesifikasi CT1 dan CT2 Serta Rekomendasi *Setting Relay Differensial* di Pusri 1B
- Lampiran 13. Hasil Pengambilan Data Spesifikasi *Generator Protection Relay*
- Lampiran 14. Hasil Pengambilan Data *Single Line Diagram* di Pusri 1B
- Lampiran 15. Hasil Pengambilan Data Rekomendasi *Setting Relay Differensial*
- Lampiran 16. Hasil Pengambilan Data Data Pembebanan Pada GTG 5006-J Selama 5 Hari