

**ANALISA KOORDINASI SETTING RELE GFR DAN SBEF
SEBAGAI PENGAMAN GANGGUAN FASA TANAH PADA
TRAFO DAYA 60 MVA#2 GARDU INDUK SIMPANG
TIGA MENGGUNAKAN APLIKASI MATHCAD**



LAPORAN AKHIR

**Dibuat untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan Pendidikan
Diploma III pada Program Studi Teknik Listrik Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Sriwijaya**

Oleh :

**ZULLINTARIZAH
061730311379**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2020**

**ANALISA KOORDINASI SETTING RELE GFR DAN SBEF
SEBAGAI PENGAMAN GANGGUAN FASA TANAH PADA
TRAFO DAYA 60 MVA #2 DI GARDU INDUK SIMPANG
TIGA MENGGUNAKAN APLIKASI MATHCAD**



Oleh :

**ZULLINTARIZAH
061730311379**

Palembang, September 2020

Menyetujui,

Pembimbing I

**Nofiansah, S.T.,M.T.
NIP. 197011161995021001**

Pembimbing II

**Muhammad Noer, S.S.T.,M.T.
NIP. 196505121995021001**

Mengetahui,

**Ketua Jurusan
Teknik Elektro**

**Ir. Iskandar Lutfi, M.T.
NIP. 196501291991031002**

**Ketua Program Studi
Teknik Listrik**

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

MOTTO

“Ketika engkau sudah berada dijalanan yang benar menuju Allah, maka berlariilah. Jika sulit bagimu, maka berlari kecillah. Jika kamu lelah, berjalanlah. Jika itu pun tidak mampu, merangkaklah. Namun, jangan pernah berbalik arah atau berhenti (Imam As-Syafi'i)”

“When you are on the right path to God, then run. If it's hard for you, then jog. If you are tired, then walk. If even that is not possible, then crawl. But, never turn around or stop”

Kupersembahkan Untuk :

❖ Kedua Orang Tuaku Tercinta

Terima kasih Ibu (Supatmiyatun) dan Bapak (Drs. Rakhmat Sutrisno) telah menjadi motivasi terbesar saya dalam menjalani masa pendidikan ini dan terima kasih atas segala bentuk kasih sayang tulus yang telah diberikan selama ini serta segenap dukungan, nasihat, dan bimbingan dalam penyusunan laporan akhir ini, semoga Allah selalu memberikan berkah dan lindungan kepada Ibu dan Bapak.

❖ Saudaraku dan Saudariku Tersayang

Untuk Kedua Saudaraku (Miftah Faridh dan Muhammad Fadhli) dan Satu Saudariku (Nurul Nadiyah) serta Saudari Iparku (Syifah Paujiah) terima kasih telah menjadi ‘role model’ dan mendukung penuh atas hasil kerja keras saya.

❖ Keluarga Besarku

Terima kasih untuk keluarga besarku yang telah men-support saya selama penyusunan laporan akhir ini.

❖ Sahabatku Tersayang (...)

Terima kasih telah menjadi pendengar terbaik selama ini, jangan pernah bosan ya untuk menjadi pendengar atas keluh kesalku ini, selamat dan semangat untuk kita kedepannya.

❖ Keluargaku di ULTG Prabumulih

Terimakasih telah menjadi penyemangat dan pendukung saya selama saya berada disana, banyak pengalaman yang tidak bisa saya dapatkan di tempat lain. Walaupun baru sebentar kita berjumpa tapi semoga tali silaturahmi kita tetap terjaga dengan baik.

❖ Teman Seperjuangan D3K PLN-Polsri 2017

Selamat atas keberhasilan kita kawan dalam menempuh pendidikan serta semangat selalu untuk menghadapi dunia kerja kedepan, semoga tali silaturahmi akan terus terjalin.

❖ Almamaterku Tercinta Politeknik Negeri Sriwijaya

ABSTRAK

**ANALISA KOORDINASI *SETTING* RELE GFR DAN SBEF
SEBAGAI PENGAMAN GANGGUAN FASA TANAH PADA
TRAFO DAYA 60 MVA#2 DI GI SIMPANG TIGA
MENGGUNAKAN APLIKASI MATHCAD
(2020 : xv + 68 Halaman + Daftar Pustaka + Lampiran)**

Zullintarizah

061730311379

Program Studi Teknik Listrik

Jurusan Teknik Elektro

Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang

Proses penyaluran dari sistem tenaga listrik pasti tidak akan luput dari gangguan. Gangguan tersebut bisa berasal dari gangguan internal ataupun gangguan eksternal. Gangguan internal berasal dari peralatan listrik itu sendiri, sedangkan gangguan eksternal dapat disebabkan oleh faktor yang berasal dari luar peralatan salah satunya adalah gangguan hubung singkat fasa tanah. Gangguan tersebut dapat merusak peralatan yang ada pada sistem penyaluran. Oleh sebab itu dibutuhkan sistem proteksi agar dapat melindungi peralatan pada sistem penyaluran dari gangguan-gangguan yang terjadi. Berdasarkan hasil analisa menggunakan aplikasi MathCAD pada laporan ini, hasil koordinasi *setting* pada rele GFR *Incoming* dan rele SBEF sebagai pengaman gangguan hubung singkat fasa tanah pada Trafo Daya 60 MVA #2 di Gardu Induk Simpang Tiga dapat kita lihat hasil grafik yang didapatkan dari nilai *setting* kedua rele, dalam laporan ini hasil *setting* kedua rele sudah sesuai dengan standar yang telah ditetapkan yaitu ketika terjadi gangguan hubung singkat fasa tanah maka sistem kerja dari rele GFR dan SBEF akan saling bekerja sama untuk mengamankan trafo daya. Kedua rele ini akan bekerja apabila kedua syarat *setting* telah terpenuhi yaitu melebihi nilai *setting* arus dan waktu yang terpasang pada rele tersebut.

Kata Kunci : *Gangguan Hubung Singkat Fasa Tanah, Rele GFR, Rele SBEF.*

ABSTRACT

ANALYSIS OF COORDINATION SETTING RELAY GFR AND SBEF AS SAFETY OF LAND PHASE DISRUPTION IN POWER TRANSFORMER 60 MVA#2 IN SIMPANG TIGA SUBSTATION BY USING MATHCAD APPLICATION

(2020 : xv + 68 Pages + References + Attachment)

Zullintarizah

061730311379

Electrical Engineering Study Program

Department of Electro Engineering

State Polytechnic of Sriwijaya Palembang

The distribution process of the electric power system will certainly not escape from interference. The disorder can come from internal interference or external interference. Internal disturbances originate from the electrical equipment itself, while external disturbances can be caused by factors originating from outside the equipment, one of which is the ground phase short circuit. This disruption can damage the equipment in the distribution system. Therefore a protection system is needed in order to protect the equipment in the distribution system from disturbances that occur. Based on the results of the analysis using the MathCAD application in this report, the results of coordinating the settings of the Incoming GFR relay and the SBEF relay as a security for short-circuit ground fault disturbance in the 60 MVA # 2 Power Transformer at Simpang Tiga Substation can be seen from the graphic results obtained from both of the relay value setting, in this report the results of the two relay settings are in accordance with the established standards, namely when a ground phase short circuit interruption occurs, the work systems of the GFR and SBEF relays will work together to secure the power transformer. Both of these relays will work if both of the setting conditions have been met, ie exceeding the current and time setting values installed in the relay.

Keywords : *Land Phase Short Circuit, Relay GFR, Relay SBEF*

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis haturkan kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunianya penulis dapat menyelesaikan laporan akhir ini dengan baik. Penulis mengucapkan terimakasih kepada kedua orang tua yang selalu memberi dukungan dalam bentuk material maupun spiritual, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir yang berjudul: "**Analisa Koordinasi Setting Rele GFR dan SBEF sebagai Pengaman Gangguan Fasa Tanah pada Trafo Daya 60 MVA#2 di Gardu Induk Simpang Tiga Menggunakan Aplikasi MathCAD**".

Laporan Akhir ini merupakan persyaratan untuk menyelesaikan Pendidikan Diploma III pada Program Studi Teknik Listrik Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya. Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

Bapak Nofiansah, S.T.,M.T., sebagai pembimbing I dan Bapak Muhammad Noer S.S.T.,M.T., sebagai pembimbing II. Atas bimbingan dan pengarahan serta bantuan yang telah diberikan selama penulisan dan penyusunan Laporan Akhir ini sampai dapat terselesaikan dengan baik.

Dan melalui kesempatan ini juga penulis banyak mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam bimbingan dan motivasi sehingga laporan akhir ini dapat diselesaikan. Penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Bapak Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Ir. Iskandar Lutfi, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Herman Yani, S.T., M.Eng., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Anton Firmansyah, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.

5. Seluruh dosen Program Studi Teknik Listrik Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Bapak Jaka Prianggada selaku mentor I selama magang di ULTG Prabumulih.
7. Bapak Sukahar Trisunu selaku mentor II selama magang di ULTG Prabumulih.
8. Bapak/Ibu Staff Karyawan PT. PLN (Persero) di ULTG Prabumulih.
9. Seluruh rekan – rekan mahasiswa Program Studi Teknik Listrik Politeknik Sriwijaya khususnya mahasiswa D3K PLN-Polsri 2017 yang telah membantu dan memberi dukungan.

Semoga amal baik dan ilmu bermanfaat yang telah diberikan kepada penulis mendapat imbalan dari Allah SWT. Dalam penulisan laporan ini mungkin terdapat kekurangan-kekurangan baik dalam penulisan maupun isi dari laporan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun demi penyempurnaan laporan akhir ini.

Akhirnya penulis berharap mudah-mudahan laporan akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis semua, khususnya bagi mahasiswa Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.

Palembang, September 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Hal.
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
MOTTO	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan dan Manfaat	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Metode Penulisan	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Gardu Induk.....	6
2.1.1 Pengertian gardu induk	6
2.1.2 Klasifikasi gardu induk	6
2.1.3 Komponen utama pada gardu induk	7
2.2 Transformator.....	14
2.2.1 Prinsip kerja transformator	14
2.2.2 Klasifikasi transformator	15
2.3 Sistem Proteksi.....	17
2.3.1 Pengertian sistem proteksi	17
2.3.2 Pembagian daerah proteksi	17

2.3.3	Pembagian tugas dalam sistem proteksi	19
2.4	Rele Proteksi	19
2.4.1	Pengertian rele proteksi.....	19
2.4.2	Fungsi rele proteksi.....	19
2.4.3	Persyaratan rele proteksi.....	20
2.5	Gangguan pada Transformator.....	22
2.5.1	Jenis - jenis gangguan	22
2.5.2	Prinsip dasar perhitungan gangguan arus hubung singkat.....	24
2.6	Sistem Proteksi Pada Trafo Daya.....	30
2.6.1	Sistem proteksi menurut SPLN 52-1	30
2.6.2	Rele GFR (<i>Ground Fault Relay</i>).....	31
2.7	Aplikasi MathCAD	38
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	44
3.1	Metode.....	44
3.2	Tempat Pengambilan Data	44
3.3	Peralatan yang Digunakan.....	45
3.4	Bahan yang Digunakan	46
3.5	Data Hasil Pengamatan	46
3.6	Prosedur Perhitungan	54
3.7	Diagram Alir (<i>Flow Chart</i>)	55
BAB IV PEMBAHASAN	58
4.1	Menghitung Arus Gangguan Hubung Singkat Fasa Tanah.....	58
4.2	Menghitung Arus dan Waktu <i>Setting</i> pada Rele GFR dan SBEF	60
4.2.1	Perhitungan arus <i>setting</i> pada rele GFR dan SBEF	60
4.2.2	Perhitungan waktu <i>setting</i> (tms) pada Rele GFR dan SBEF	61
4.3	Analisa Hasil Perhitungan dan Koordinasi <i>Setting</i> Rele pada GFR dan SBEF..	63
4.3.1	Analisa koordinasi hasil perhitungan <i>setting</i> pada rele GFR dan SBEF menggunakan aplikasi MathCAD	63

4.3.2 Analisa hasil perhitungan nilai <i>setting</i> dengan data yang terpasang pada rele GFR dan SBEF.....	65
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	67
5.1 Kcsimpulan.....	67
5.2 Saran.....	67

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Hal.
Gambar 2.1 Gardu Induk Transmisi.....	6
Gambar 2.2 Gardu Induk Distribusi.....	7
Gambar 2.3 Transformator.....	8
Gambar 2.4 <i>Neutral Grounding Relay</i> (NGR)	9
Gambar 2.5 <i>Circuit Breaker</i>	9
Gambar 2.6 Saklar Pemisah	10
Gambar 2.7 <i>Ligthning Arrestor</i>	10
Gambar 2.8 Rel Busbar	11
Gambar 2.9 Panel Kontrol Utama.....	11
Gambar 2.10 Panel Proteksi.....	12
Gambar 2.11 Baterai	12
Gambar 2.12 <i>Cubicle</i>	13
Gambar 2.13 Prinsip Kerja Transformator.....	14
Gambar 2.14 Trafo Daya.....	15
Gambar 2.15 Trafo Tegangan	16
Gambar 2.16 Trafo Arus	16
Gambar 2.17 Skema Sistem Proteksi pada Transformator dan Penyulang.....	18
Gambar 2.18 Gangguan hubung singkat fasa tanah.....	25
Gambar 2.19 Pengawatan Rele GFR	32
Gambar 2.20 Kurva karakteristik waktu kerja Rele GFR	32
Gambar 2.21 Kurva karakteristik waktu kerja Rele SBEF	36
Gambar 2.22 <i>Toolbar</i> pada MathCAD.....	41
Gambar 2.23 <i>Calculator Toolbar</i>	41
Gambar 2.24 <i>Graph Toolbar</i>	41
Gambar 2.25 <i>Matrix Toolbar</i>	41
Gambar 2.26 <i>Calculus Toolbar</i>	42
Gambar 2.27 <i>Evaluation Toolbar</i>	42
Gambar 2.28 <i>Boolean Toolbar</i>	42

Gambar 2.29 Programming Toolbar.....	42
Gambar 2.30 Greek Symbol	43
Gambar 2.31 Symbolic Keyword.....	43
Gambar 3.1 Gardu Induk Simpang Tiga PT.PLN (Persero)	44
Gambar 3.2 Area Sistem Proteksi	45
Gambar 3.3 Trafo Daya 60 MVA #2	47
Gambar 3.4 Rele SBEF (<i>Stand by Earth Fault</i>).....	48
Gambar 3.5 Rele GFR (<i>Ground Fault Relay</i>) <i>Incoming</i>	50
Gambar 3.6 Data Impedansi Sumber GI	52
Gambar 3.7 NGR (<i>Netral Ground Resistor</i>)	52
Gambar 4.1 Single Line Diagram Trafo Daya 60 MVA#2 GI Simpang Tiga	58
Gambar 4.2 Memasukkan nilai arus dan waktu <i>setting</i> hasil perhitungan.....	63
Gambar 4.3 Grafik koordinasi hasil penginputan nilai arus dan waktu <i>setting</i> pada Rele GFR dan SBEF	63
Gambar 4.4 Kurva perbandingan <i>setting</i> rele GFR dan SBEF	66

DAFTAR TABEL

	Hal.
Tabel 2.1 Jenis Sistem Proteksi menurut SPLN 52-1	31
Tabel 2.2 Konstanta Standar IEC 60255	34
Tabel 2.3 Batasan setelan GFR <i>incoming</i> , penyulang dan NGR	35
Tabel 2.4 Konstanta Standar IEC 60255	38
Tabel 3.1 Spesifikasi Rele SBEF (<i>Stand by Earth Fault</i>).....	48
Tabel 3.2 Spesifikasi Rele GFR (<i>Ground Fault Relay</i>) <i>Incoming</i>	51
Tabel 3.3 Spesifikasi NGR (<i>Netral Ground Resistor</i>)	53
Tabel 4.1 Perbandingan <i>setting</i> Hasil Perhitungan dengan Data Lapangan	65

DAFTAR LAMPIRAN

- | | | |
|------------|---|---|
| Lampiran 1 | : | Surat Rekomendasi Ujian Laporan Akhir |
| Lampiran 2 | : | Surat Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir |
| Lampiran 3 | : | Lembar Bimbingan Laporan Akhir |
| Lampiran 4 | : | Surat Pengambilan Data |
| Lampiran 5 | : | Data yang diambil di Gardu Induk Simpang Tiga |
| Lampiran 6 | : | Single Line Diagram GI Simpang Tiga |