

**ANALISA KEANDALAN RELAI JARAK SEBAGAI PENGAMAN
UTAMA PADA SALURAN UDARA TEGANGAN TINGGI 70 KV
DI GARDU INDUK BOOM BARU – SEDUDUK PUTIH**



LAPORAN AKHIR

**Disusun untuk memenuhi syarat menyelesaikan pendidikan Diploma III
Pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik
Politeknik Negeri Sriwijaya**

Oleh:

ANGGA JULIANSYAH

0612 3031 1546

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJYA

PALEMBANG

2015

**ANALISA KEANDALAN RELAI JARAK SEBAGAI PENGAMAN
UTAMA PADA SALURAN UDARA TEGANGAN TINGGI 70 KV
DI GARDU INDUK BOOM BARU – SEDUDUK PUTIH**



LAPORAN AKHIR

**Disusun untuk memenuhi syarat menyelesaikan pendidikan Diploma III
Pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik
Politeknik Negeri Sriwijaya**

Oleh:

**ANGGA JULIANSYAH
0612 3031 1546**

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Muhammad Yunus, M.T.

NIP.1957 0228 198811 1 001

Ir. Zainuddin Idris, M.T.

NIP. 19571125 198903 1 001

Mengetahui,

Ketua Jurusan

Teknik Elektro

Ketua Program Studi

Teknik Listrik

Ir. Ali Nurdin , M.T.

NIP.196212071991031001

Herman Yani, S.T.,M.Eng.

NIP.196510011990031006

MOTTO:

- ❖ Kekuatan jiwa itu terekspresikan dalam tekad membaja yang tak pernah melemah, kesetiaan teguh yang tidak tersusupi penghianatan, pengorbanan yang tidak terbatas oleh keserakahan dan kekikiran, pengetahuan dan keyakinan, serta penghormatan yang tinggi terhadap ideologi yang diperjuangkan.
- ❖ Kita yang menjalani hidup dengan mengalir seperti air, Mungkin lupa bahwa air hanya mengalir ke tempat yang lebih rendah.
- ❖ Tugas kita adalah menyalakan lilin, bukan mencela kegelapan.

Kupersembahkan Kepada:

- ❖ Allah SWT yang selalu memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada seluruh hamba-Nya.
- ❖ Bapak Ir. Muhammad Yunus, M.T. dan Bapak Ir. Zainuddin Idris, M.T. yang menjadi dosen pembimbing LA.
- ❖ Ayah dan Ibu tersayang yang selalu memberi semangat dan do'anya kepada anaknya.
- ❖ Saudara perempuanku Riri Anggraeni dan Vera Rahmayanti yang senantiasa memberikan do'a.
- ❖ Dosen – dosen yang telah mendidiku.
- ❖ Teman – teman seperjuanganku angkatan 2012, khususnya teman –

teman LDK Karisma tercinta.

ABSTRAK

ANALISA KEANDALAN RELAI JARAK SEBAGAI PENGAMAN UTAMA PADA SALURAN UDARA TEGANGAN TINGGI 70 KV DI GARDU INDUK BOOM BARU – SEDUDUK PUTIH

(2015 : xiii + 53 Halaman + Daftar Pustaka + Lampiran)

ANGGA JULIANSYAH

0612 3031 1546

Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik

Politeknik Negeri Sriwijaya

Laporan akhir ini berjudul “Analisa Keandalan Relai Jarak Sebagai Pengaman Utama pada Saluran Udara Tegangan Tinggi 70 KV di Gardu Induk Boom Baru – Seduduk Putih”. Tujuan dari penulisan laporan akhir ini adalah untuk mengetahui cara kerja dari relai jarak, cara perhitungan nilai setting relai jarak dan mengetahui apakah relai jarak di gardu induk Boom Baru handal atau tidak. Dalam pengambilan data digunakan metode observasi dan wawancara. Data diperoleh dari Unit Pelayanan Transmisi (UPT) PT. PLN (Persero) Palembang dan gardu induk Boom Baru. Cara kerja dari relai jarak adalah relai jarak akan memutuskan jaringan (*trip*) apabila harga impedansi yang dihasilkan akibat gangguan tersebut lebih kecil daripada impedansi setting relai jarak di gardu induk Boom Baru. Hasil nilai setting yang didapat dari perhitungan yaitu zona 1 sebesar $0,15 \angle 55,7^\circ$ dengan waktu 0 detik, zona 2 sebesar $0,2232 \angle 55,7^\circ$ dengan waktu 0,4 detik, dan zona 3 sebesar $0,7416 \angle 55,7^\circ$ dengan waktu 1,2 detik. Setelah mengetahui impedansi gangguan dengan menggunakan

aplikasi ETAP 12.6.0, dapat disimpulkan bahwa relai jarak di gardu induk Boom Baru handal.

ABSTRACT

THE ANALYSIS OF DISTANCE RELAY RELIABILITY AS A MAIN PROTECTION ON HIGH VOLTAGE 70 KV AT BOOM BARU – SEDUDUK PUTIH SUBSTATION

(2014 : xiii + 53 Pages + References + Appendixes)

ANGGA JULIANSYAH

0612 3031 1546

Electrical Engineering Program

State Polytechnic Of Sriwijaya

The final report entitled “The Analysis Of Distance Relay Reliability As A Main Protection On High Voltage 70 kV At Boom Baru – Seduduk Putih Substation”. The purpose of this final report are knowing the procedure of distance relay, the setting calculation of distance relay dan determine whether the distance relays at Boom Baru substations is reliable or not. The data collection method are used observation and interviews. Data obtained from Transmission Service Unit (UPT) PT. PLN (Persero) Palembang and Boom Baru substations. The procedure of distance relay is the relay will trip when the value of impedance due to the interference is smaller than the impedance setting of distance relays at Boom Baru substations. Setting value obtained from calculation is zone 1 of $0.15 \angle 55.7^\circ$ with time of 0 seconds, zone 2 at $0.2232 \angle 55.7^\circ$ with time of 0.4

seconds, and zone 3 of $0.7416 \angle 55.7^\circ$ with time of 1.2 seconds. After knowing

the interference impedance using ETAP 12.6.0, concluded that the distance relay at Boom Baru substation is reliable.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT. yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir ini yang berjudul “Analisa Keandalan Relai Jarak Sebagai Pengaman Utama Pada Saluran Udara Tegangan Tinggi 70 KV Di Gardu Induk Boom Baru – Seduduk Putih”.

Laporan akhir disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Diploma III pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik di Politeknik Negeri Sriwijaya. Dalam penyusunan Laporan Akhir ini penulis banyak mendapat saran, dorongan, bimbingan serta keterangan-keterangan dari berbagai pihak yang merupakan pengalaman yang tidak dapat diukur secara materi, namun dapat membukakan mata penulis bahwa sesungguhnya pengalaman dan pengetahuan tersebut adalah guru yang terbaik bagi penulis. Oleh karena itu, dengan segala hormat dan kerendahan hati perkenankanlah penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Muhammad Yunus, M.T. selaku Dosen Pembimbing I
2. Bapak Ir. Zainuddin Idris, M.T. selaku Dosen Pembimbing II

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

Penulis juga mengucapkan terima kasih atas bantuan dan kesempatan yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan akhir ini. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak RD. Kusumato, S.T., M.M., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Ir. Ali Nurdin, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Ir. Siswandi, M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Herman Yani, S.T., M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini masih banyak kekurangan baik dalam penulisan maupun materinya. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan oleh penulis guna perbaikan dimasa yang akan datang. Demikianlah, semoga Laporan Akhir ini dapat bermanfaat dan berguna bagi kita semua.

Palembang, Juni 2014

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
MOTTO	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan dan Manfaat.....	2
1.2.1 Tujuan	2
1.2.2 Manfaat	2
1.3 Perumusan Masalah	2
1.4 Batasan Masalah	3

1.5 Metode Penulisan	3
1.6 Sistematika Penulisan	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum.....	5
2.2 Saluran Transmisi	6
2.3 Gardu Induk	8
2.3.1 Pengertian Gardu Induk	8
2.3.2 Fungsi Gardu Induk	8
2.3.3 Klasifikasi Gardu Induk	9
2.4 Sistem Proteksi	11
2.5 Bagian Dari Suatu Sistem Proteksi	13
2.5.1 Transformator Ukur.....	13
2.5.2 Circuit Breaker (CB)/Pemutus Tenaga (PMT)	13
2.5.3 Relai Proteksi	15
2.6 Relai Jarak	16
2.6.1 Pengertian Relai Jarak	16
2.6.2 Prinsip Kerja Relai Jarak	17
2.6.3 Karakteristik Relai Jarak	18
2.6.4 Pola Proteksi	21
2.6.5 Penyetelan Daerah Jangkauan pada Relai Jarak	22

BAB III KEADAAN UMUM

3.1 Data Perhitungan.....	28
3.1.1 Data Saluran.....	28
3.1.2 Data Relai Jarak	29
3.1.3 Data Transformator Arus (CT)	30
3.1.4 Data Transformator Tegangan (PT)	30
3.1.5 Data Arus Hubung Singkat 1 Fasa GI Borang	31
3.1.6 Data Arus Hubung Singkat 3 Fasa GI Borang.....	32
3.1.7 Data Tegangan dan Arus Hubung Singkat 3 Fasa	32
3.1.8 Data Tegangan dan Arus Hubung Singkat 2 Fasa	32

3.2 Prosedur Perhitungan	33
--------------------------------	----

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Impedansi Saluran	38
4.1.1 Perhitungan Impedansi Saluran 1.....	38
4.1.2 Perhitungan Impedansi Saluran 2.....	39
4.2 Perhitungan Setting Relai Jarak.....	40
4.2.1 Perhitungan Zone 1	40
4.2.2 Perhitungan Zone 2	41
4.2.3 Perhitungan Zone 3	43
4.2.4 Perhitungan Impedansi Gangguan	46
4.3 Analisa	50

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	52
5.2 Saran	52

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Skema Sistem Tenaga Listrik.....	5
Gambar 2.2 Pengaman Utama pada Sistem Tenaga.....	12
Gambar 2.3 Bagian Rele Pengaman	16
Gambar 2.4 Daerah Pengamanan Relai Jarak	17
Gambar 2.5 Blok Diagram Relai Jarak.....	18
Gambar 2.6 Karakteristik Impedansi.....	19
Gambar 2.7 Karakteristik Mho.....	19
Gambar 2.8 Karakteristik <i>Reaktance</i>	20
Gambar 2.9 Karakteristik Quadrilateral.....	20
Gambar 2.10 Penyetelan Daerah Jangkauan pada Relai Jarak	22
Gambar 3.1 Gardu Induk Boom Baru.....	28
Gambar 3.2 Relai Jarak Gardu Induk Boom Baru.....	29
Gambar 3.3 Nameplate Transformator Arus.....	30
Gambar 3.4 Nameplate Transformator Tegangan	31
Gambar 3.5 Diagram <i>Flow Chart</i> Analisa Relai Jarak.....	36
Gambar 4.1 Jaringan Gardu Induk Boom Baru – Seduduk Putih	36
Gambar 4.2 Waktu Kerja Relai Jarak Gardu Induk Boom Baru – Seduduk	

	Putih	36
Gambar 4.3	Impedansi Saluran 1 Gardu Induk Boom Baru – Seduduk Putih.....	37
Gambar 4.4	Impedansi Saluran 2 Gardu Induk Seduduk Putih – Borang	38
Gambar 4.5	Jangkauan Impedansi Zone 1	39
Gambar 4.6	Jangkauan Impedansi Zone 2	40
Gambar 4.7	Jangkauan Impedansi Zone 3	42
Gambar 4.8	Gangguan 3 Phasa	45
Gambar 4.9	Gangguan 2 Phasa	47

DAFTAR TABEL

	Halaman	
Tabel 2.1	Tegangan dan Arus Masukan Relai Untuk Hubung Singkat 2 Fasa 26	
Tabel 3.1	Data Saluran Gardu Induk Boom Baru	28
Tabel 3.2	Data Penyetelan Impedansi Relai Jarak Gardu Induk Boom Baru ..	29
Tabel 3.3	Data Arus Hubung Singkat 1 Phasa Gardu Induk Borang	30
Tabel 3.4	Data Arus Hubung Singkat 3 Phasa Gardu Induk Borang	30
Tabel 3.5	Data Tegangan Dan Arus Hubung Singkat 3 Phasa.....	31
Tabel 3.6	Data Tegangan Dan Arus Hubung Singkat 2 Phasa.....	31
Tabel 4.1	Data Hasil Perhitungan Nilai Setting Impedansi Relai Jarak Gardu Induk Boom Baru ke Gardu Induk Seduduk Putih	45
Tabel 4.2	Data Perbandingan Impedansi Relai Jarak Hasil Perhitungan dan Data dari UPT (Unit Pelayanan Transmisi) Palembang.....	46
Tabel 4.3	Data Perbandingan Impedansi Sebelum dan Saat Terjadi Gangguan Hubung Singkat 3 Phasa.....	47
Tabel 4.4	Data Perbandingan Impedansi Sebelum dan Saat Terjadi Gangguan Hubung Singkat 2 Phasa.....	49

DAFTAR LAMPIRAN

- | | |
|---------------------|--|
| Lampiran 1 | Surat Kesepakatan Bimbingan Dosen Pembimbing I |
| Lampiran 2 | Surat Kesepakatan Bimbingan Dosen Pembimbing II |
| Lampiran 3 | Lembar Konsultasi Bimbingan Dosen Pembimbing I |
| Lampiran 4 | Lembar Konsultasi Bimbingan Dosen Pembimbing II |
| Lampiran 5 | Surat Rekomendasi Sidang Laporan Akhir |
| Lampiran 6 | Surat Revisi Laporan Akhir |
| Lampiran 7 | Surat Pelaksanaan Revisi Laporan Akhir |
| Lampiran 8 | Surat Permohonan Izin Magang di PT. PLN |
| Lampiran 9 | Daftar Hadir Magang |
| Lampiran 9 | Surat Pernyataan Pengambilan data |
| Lampiran 9. | Data Arus Hubung Singkat dan Impedansi UPT Palembang |
| Lampiran 10. | Data Arus Hubung Singkat 3 Fasa Di UPT Palembang |
| Lampiran 11. | Data Setelan Relay Gardu Induk Boom Baru |
| Lampiran 12. | Data Relai Jarak, Penghantar, Transformator Arus, dan Transformator Tegangan |
| Lampiran 13. | Gambar Relai Jarak Gardu Induk Boom Baru dan Nameplate Transformator Arus dan Transformator Tegangan |
| Lampiran 14. | Hasil Gangguan 3 Fasa Menggunakan Aplikasi ETAP 12.6.0 |

Lampiran 15. Hasil Gangguan 2 Phasa Menggunakan Aplikasi ETAP 12.6.0