

**PERHITUNGAN SKEMA *SETTING* PROTEKSI RELE OCR PADA
TRANSFORMATOR DAYA 60 MVA #1 150/20 KV GARDU INDUK
SIMPANG TIGA DENGAN MENGGUNAKAN MATHCAD**



LAPORAN AKHIR

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Diploma III
Pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik
Politeknik Negeri Sriwijaya**

Oleh:

WENDI AFRIANDI

0617 3031 1354

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

PALEMBANG

2020

**PERHITUNGAN SKEMA SETTING PROTEKSI RELE OCR PADA
TRANSFORMATOR DAYA 60 MVA #1 150/20 KV GARDU INDUK
SIMPANG TIGA DENGAN MENGGUNAKAN MATHCAD**



Oleh:

WENDI AFRIANDI (0617 3031 1354)

Palembang, September 2020

Menyetujui,

Pembimbing I,

Pembimbing II,

**Ir. Siswandi, M.T
NIP 196409011993031002**

**Ir. Markori, M.T
NIP195812121992031003**

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Listrik

Ketua Jurusan Teknik Elektro

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

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

**PERHITUNGAN SKEMA *SETTING* PROTEKSI RELE OCR PADA
TRANSFORMATOR DAYA 60 MVA #1 150/20 KV GARDU INDUK
SIMPANG TIGA DENGAN MENGGUNAKAN MATHCAD**



Oleh:

WENDI AFRIANDI (0617 3031 1354)

Palembang, September 2020

Menyetujui,

Pembimbing I,

Pembimbing II,

**Ir. Siswandi, M.T.
NIP 196409011993031002**

**Ir. Markori
NIP195812121992031003**

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Listrik

Ketua Jurusan Teknik Elektro

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

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

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO :

- / “Dunia ini ibarat bayangan. Kalau kau berusaha menangkapnya, ia akan lari. Tapi kalau kau membelakanginya, ia tak punya pilihan selain mengikutimu”.
- Ibnu Qayyim Al Jauziyyah
- / “Ilmu pengetahuan itu bukanlah yang dihafal, melainkan yang memberi manfaat”. - Imam Syafi’i
- / “Bahwa tiada yang orang dapatkan, kecuali yang ia usahakan, dan bahwa usahanya akan kelihatan nantinya”. An-Najm ayat 39-40.
- / Ketika kita sedang merasa diatas maka lihat lah ke atas masih banyak orang yang lebih dari mu. Ketika kita merasa terjatuh maka lihat lah kebawah, masih banyak orang yang tak seberuntung mu. Maka hiduplah dengan rasa syukur niscaya kamu akan bahagia.

Kupersembahkan Kepada:

- > Ibuku Tercinta
- > Keluarga Tercinta
- > Kedua Dosen Pembimbing ku
(Bapak Ir.Siswandi,M.T. dan Bapak Ir.Markori,M.T.)
- > Kedua Mentor ku (Bapak Jaka Prianggada dan Bapak Sukahar Trisunu)
- > Teman-teman Seperjuangan D3K PLN-POLSRI 2017
- > Kelas 6 LE
- > Almamater ku

ABSTRAK

PERHITUNGAN SKEMA *SETTING* PROTEKSI RELE OCR PADA TRANSFORMATOR DAYA 60 MVA #1 150/20 KV GARDU INDUK SIMPANG TIGA DENGAN MENGGUNAKAN MATHCAD

Wendi Afriandi

061730311354

Suatu sistem tenaga listrik tidak terlepas dari gangguan yang dapat terjadi sehingga menyebabkan sistem tenaga listrik bekerja abnormal. Dalam kenyataannya sistem penyaluran tersebut sering mengalami gangguan, di antaranya gangguan hubung singkat, baik hubung singkat 3 fasa maupun gangguan hubung singkat 2 fasa yang terjadi pada sisi penyulang. Oleh karena itu untuk melokalisasi gangguan tersebut diperlukan sistem proteksi yang memenuhi semua persyaratan seperti : sensitifitas, selektifitas, keandalan dan kecepatan.

Perhitungan pada Laporan akhir ini dilakukan dengan bantuan *software* Mathcad serta dengan perhitungan manual. Dengan adanya bantuan *software* ini, dapat membantu mempermudah pada proses perhitungan dan analisa.

Laporan akhir ini merupakan perhitungan dan analisa skema setting proteksi rele arus lebih (OCR) pada transformator daya 60 MVA #1 di gardu induk simpang tiga, tujuan skema *setting* proteksi ini untuk melokalisasi gangguan dalam hal ini gangguan arus hubung singkat yang terjadi pada penyulang agar tidak menimbulkan dampak yang meluas akibat dari gangguan tersebut. Dari hasil perhitungan diketahui *setting* proteksi pada rele OCR penyulang dengan sisi *incoming* dan sisi 150 kV pada transformator daya 60 MVA #1 sudah sesuai dengan kaidah penyetelan skema proteksi dan dapat melokalisasi gangguan agar tidak menimbulkan dampak yang lebih luas.

***Kata Kunci* : Gardu Induk, Mathcad, Setting Proteksi, Rele OCR.**

ABSTRACT

THE CALCULATION OF RELE OCR PROTECTION SETTING SCHEMES ON 60 MVA # 1 150/20 KV POWER TRANSFORMERS SIMPANG TIGA SUBSTATION USING MATHCAD

Wendi Afriandi

061730311354

An electric power system is inseparable from disturbances that can occur, causing the electric power system to work abnormally. In fact, the distribution system often experiences problems, including short circuit, both 3-phase short circuit and 2-phase short circuit that occurs on the feeder side. Therefore, to localize the disturbance, a protection system is needed that meets all the requirements such as: sensitivity, selectivity, reliability and speed.

The calculations in this final report were carried out with the help of Mathcad software as well as with manual calculations. With the help of this software, it can help simplify the calculation and analysis process.

This final report is a calculation and analysis of the overcurrent relay protection setting scheme (OCR) on the 60 MVA # 1 power transformer at the three-way substation, the purpose of this protection setting scheme is to localize the fault, in this case the short circuit current disturbance that occurs in the feeder so as not causing widespread impact as a result of the disturbance. From the calculation, it is known that the protection settings on the feeder OCR relay with the incoming side and the 150 kV side on the 60 MVA # 1 power transformer are in accordance with the protection scheme setting rules and can localize the disturbance so as not to cause a wider impact

KeyWords : *Substation, Mathcad, Protection Setting, Over Current Relay.*

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah puji dan syukur kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir yang berjudul ***“Perhitungan Skema Setting Proteksi Rele OCR pada Transformator Daya 60 MVA #1 150/20 kV Gardu Induk Simbang Tiga dengan Menggunakan Mathcad”*** ini dengan tepat waktu. Tujuan dari penyusunan Laporan ini adalah sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di Program Studi Teknik Listrik Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.

Selama menyelesaikan Laporan Akhir ini penulis banyak sekali mendapat bantuan, bimbingan dan petunjuk dari berbagai pihak, maka dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Iskandar Lutfi, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Sriwijaya
3. Bapak Herman Yani, S.T., M.Eng. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Sriwijaya
4. Bapak Anton Firmansyah, S.ST., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik Politeknik Sriwijaya
5. Bapak Ir. Siswandi, M.T selaku Dosen Pembimbing I dalam pembuatan Laporan Akhir ini
6. Bapak Ir. Markori, M.T selaku Dosen Pembimbing II dalam pembuatan Laporan Akhir ini
7. Bapak Jaka Prianggada selaku Manager ULTG Prabumulih sekaligus sebagai Mentor 1 pada Program Magang D3K PLN Polsri 2017
8. Bapak Sukahar Trisunu selaku Supervisor HAR PMO ULTG Prabumulih sekaligus sebagai Mentor 2 pada Program Magang D3K PLN Polsri 2017

9. Kepada orangtua yang selalu senantiasa memberikan doa dan dukungan untuk menyelesaikan Laporan Akhir ini.
10. Teman-teman seperjuangan Jurusan Teknik Elektro khususnya kelas 6 LE yang selalu memberi semangat dalam menyelesaikan Laporan Akhir ini.
11. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Laporan Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Laporan ini masih terdapat kesalahan dan kekurangan, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak demi kesempurnaan penulisan yang akan datang. Akhir kata penulis berharap semoga Laporan ini bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkannya, khususnya mahasiswa- mahasiswi Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya sehingga tujuan yang diharapkan dapat tercapai, Aamiin.

Palembang, September 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Motto dan Persembahan.....	iii
Abstrak	iv
Kata Pengantar	vi
Daftar Isi	viii
Daftar Gambar.....	xii
Daftar Tabel	xiii
Daftar Lampiran.....	xiv

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan dan Manfaat.....	3
1.3.1 Tujuan.....	3
1.3.2 Manfaat.....	3
1.4 Pembatasan Masalah.....	4
1.5 Metode Penulisan	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4

BAB II TINJAUAN UMUM

2.1 Pengertian Umum Gardu Induk.....	6
2.1.1 Jenis Gardu Induk di Indonesia	6
2.2 Sistem Proteksi	7
2.2.1 Rele Proteksi.....	8
2.2.1.1 Rele Proteksi Utama Trafo Tenaga.....	8
2.2.1.2 Rele Proteksi Cadangan Trafo Tenaga	10
2.2.2 Karakteristik Waktu Rele Proteksi	13
2.2.3 Daerah Pengaman Proteksi.....	14
2.2.4 Persyaratan Sistem Proteksi.....	16

2.2.5	Penyebab Kegagalan Proteksi.....	17
2.3	Transformator Tenaga	18
2.3.1	Peralatan Pengaman Transformator Tenaga.....	19
2.3.1.1	Pemutus Tenaga (PMT)	19
2.3.1.2	<i>Lightning Arrester</i> (LA).....	20
2.3.1.3	<i>Current Transformer</i> (CT).....	21
2.3.1.4	<i>Potential Transformator</i> (PT).....	23
2.3.1.5	<i>Neutral Grounding Resistor</i> (NGR)	24
2.3.1.6	Panel Kontrol	25
2.3.1.7	Panel Proteksi	26
2.4	Macam-macam Gangguan	26
2.5	Perhitungan Arus Hubung Singkat	28
2.6	Perhitungan Impedansi	29
2.6.1	Perhitungan Impedansi Sumber	29
2.6.2	Perhitungan Impedansi Penyulang	29
2.6.3	Perhitungan Impedansi Ekuivalen Jaringan.....	30
2.7	Perhitungan Reaktansi Trafo	30
2.8	Perhitungan Setting Rele Arus Lebih	31
2.9	Pemeriksaan Selektifitas Kerja Rele Proteksi	32
2.10	<i>Software Mathcad</i>	33

BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Metodelogi Penelitian.....	34
3.1.1	Metode Pengambilan Data.....	35
3.1.1.1	Transformator Daya	36
3.1.1.2	Trafo Arus/ <i>Current Transformator</i> (CT).....	37
3.1.1.3	Rele Arus Lebih Sisi 150 kV	37
3.1.1.4	Rele Arus Lebih Sisi <i>Incoming</i> 150 kV	38
3.1.1.5	Rele Arus Lebih Penyulang 20 kV	39
3.1.1.6	Data Beban Puncak	40
3.1.1.7	Data Arus Hubung Singkat Gardu Induk Simpang Tiga ...	40
3.1.1.8	Data Arus Hubung Singkat Transformator Daya 60 MVA #1	41
3.1.1.9	Data Impedansi Penyulang 20 kV	41

3.1.1.10	Data Impedansi Sumber Gardu Induk Simpang Tiga.....	41
3.1.2	Metode Konsultasi dan Diskusi	41
3.2	Langkah-langkah Penelitian.....	42

BAB IV PEMBAHASAN

4.1	Perhitungan Gangguan Arus Hubung Singkat.....	44
4.1.1	Menghitung Impedansi Sumber.....	45
4.1.2	Menghitung Reaktansi Trafo	45
4.1.3	Menghitung Impedansi Penyulang	46
4.1.4	Menghitung Impedansi Ekuivalen.....	47
4.1.5	Menghitung Arus Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa dan 2 Fasa	47
4.1.5.1	Menghitung Arus Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa ..	47
4.1.5.2	Menghitung Arus Gangguan Hubung Singkat 2 Fasa ..	48
4.2	Perhitungan <i>Setting</i> Arus dan Waktu.....	52
4.2.1	Perhitungan <i>Setting</i> Arus Rele OCR	52
4.2.1.1	Setting Arus OCR Sisi 150 kV	52
4.2.1.2	Setting Arus OCR Sisi Incoming 20 kV	54
4.2.1.3	Setting Arus OCR Sisi Penyulang Seminung	55
4.2.1.4	Setting Arus OCR Sisi Penyulang Galunggung	56
4.2.1.5	Setting Arus OCR Sisi Penyulang Dieng	57
4.2.1.6	Setting Arus OCR Sisi Penyulang Kerinci	57
4.2.2	Perhitungan <i>Setting</i> Waktu Rele OCR.....	58
4.2.2.1	Setting Waktu OCR Sisi 150 kV	59
4.2.2.2	Setting Waktu OCR Sisi Incoming 20 kV	59
4.2.2.3	Setting Waktu OCR Sisi Penyulang Seminung	60
4.2.2.4	Setting Waktu OCR Sisi Penyulang Galunggung	60
4.2.2.5	Setting Waktu OCR Sisi Penyulang Dieng	61
4.2.2.6	Setting Waktu OCR Sisi Penyulang Kerinci	61

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan.....	65
5.2	Saran	66

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Prinsip Kerja Rele OCR.....	10
Gambar 2.2	Prinsip Kerja Rele GFR	12
Gambar 2.3	Karakteristik <i>Instantaneous</i> Rele	13
Gambar 2.4	Karakteristik Rele Arus Lebih Waktu Tertentu	13
Gambar 2.5	Karakteristik Rele Waktu Terbalik	14
Gambar 2.6	Daerah Pengaman Proteksi	15
Gambar 2.7	Pemutus Tenaga (PMT)	20
Gambar 2.8	<i>Lightning Arrester</i> (LA).....	21
Gambar 2.9	<i>Current</i> Transformator (CT)	22
Gambar 2.10	Trafo Tegangan	23
Gambar 2.11	Pentanahan Langsung dan Pentanahan Melalui NGR	24
Gambar 2.12	<i>Neutral Grounding Resistor</i> (NGR).....	25
Gambar 2.13	Alarm <i>Annunciator</i> pada Panel Kontrol.....	25
Gambar 2.14	Rangkaian Ekuivalen Gangguan 3 Fasa.....	28
Gambar 2.15	Rangkaian Ekuivalen Gangguan 2 Fasa.....	28
Gambar 3.1	Gardu Induk Simpang Tiga.....	34
Gambar 3.2	Single Line Diagram Gardu Induk Simpang Tiga	35
Gambar 3.3	Transformator Daya 60 MVA #1	36
Gambar 3.4	<i>Nameplate Current</i> Transformator (CT).....	37
Gambar 3.5	Panel Proteksi Sisi 150 kV.....	37
Gambar 3.6	Panel Sisi <i>Incoming</i>	38
Gambar 3.7	Panel Penyulang 20 kV	39
Gambar 3.8	Diagram Flow Chart.....	43
Gambar 4.1	Diagram Satu Garis Gangguan Arus Hubung Singkat di Busbar 20kV	44
Gambar 4.2	Rangkaian Ekuivalen Arus Hubung Singkat 3 Fasa	48
Gambar 4.3	Rangkaian Ekuivalen Arus Hubung Singkat 2 Fasa	49
Gambar 4.4	Grafik Arus Hubung Singkat	50
Gambar 4.5	Skema Koordinasi <i>Setting</i> Rele OCR	63

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Karakteristik waktu terbalik (<i>Inverse time</i>).....	14
Tabel 3.1	Spesifikasi Transformator 60 MVA #1.....	36
Tabel 3.2	Spesifikasi <i>Current</i> Transformator (CT).....	37
Tabel 3.3	Spesifikasi Rele Arus Lebih Sisi 150 kV	38
Tabel 3.4	Spesifikasi Rele Arus Lebih Sisi <i>Incoming</i> 20 kV	39
Tabel 3.5	Spesifikasi Rele Arus Lebih Sisi Penyulang 20 kV	40
Tabel 3.6	Data Beban Puncak Trafo Daya 60 MVA #1.....	40
Tabel 3.7	Data Rekap Arus Hubung Singkat Sisi Primer Gardu Induk Simpang Tiga	40
Tabel 3.8	Data Arus Hubung Singkat Transformator Daya 60 MVA #1	41
Tabel 3.9	Data Penyulang 20 kV	41
Tabel 3.10	Data Rekap Arus Hubung Singkat Sisi Primer Gardu Induk Simpang Tiga	41
Tabel 4.1	Data Gangguan Arus Hubung Singkat.....	50
Tabel 4.2	Data <i>Setting</i> Arus Rele OCR.....	52
Tabel 4.3	Data <i>Setting</i> Waktu Rele OCR.....	58
Tabel 4.4	Waktu Kerja Rele OCR.....	62

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Program *Software* Mathcad
- Lampiran 2 Data *Setting* Rele OCR ULTG Prabumulih
- Lampiran 3 Data *Short Circuit* UPT Palembang
- Lampiran 4 Data Panjang Penyulang Gardu Induk Simpang Tiga
- Lampiran 5 Permohonan Izin Pengambilan Data Laporan Akhir D3K PLN
Polsri
- Lampiran 6 Surat Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir
- Lampiran 7 Surat Lembar Bimbingan Laporan Akhir
- Lampiran 8 Surat Rekomendasi Ujian Laporan Akhir
- Lampiran 9 Surat Rekomendasi Seminar Laporan Akhir