

**STUDI PENGAMAN GANGGUAN ARUS LEBIH SATU FASA KE
TANAH PADA TRANSFORMATOR DAYA 30 MVA DI GARDU
INDUK TALANG RATU PT.PLN (PERSERO) PALEMBANG**



**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan
Gelar Sarjana Strata-1 (S1) Pada Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang**

Disusun Oleh :

**AGUS ADI BIOWIDODO
1423110025**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG
2021**

**STUDI PENGAMAN GANGGUAN ARUS LEBIH SATU FASA KE
TANAH PADA TRANSFORMATOR DAYA 30 MVA DI GARDU
INDUK TALANG RATU PT.PLN (PERSERO) PALEMBANG**



**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan
Gelara Sarjana Strata-1 (S1) Pada Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang**

Disusun Oleh :

FOTO

**AGUS ADI BIOWIDODO
NIM : 1423110025**

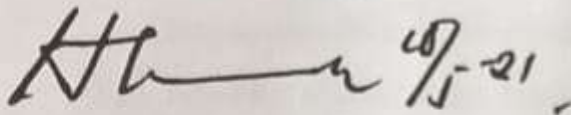
**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Agus Adi Biowidodo
Nomor Pokok : 1423110025
Program Studi : Teknik Elektro
Jenjang Pendidikan : Strata 1 (S1)
Judul Skripsi : Studi Pengaman Gangguan Arus Lebih Satu Fasa Ke Tanah Pada Transformator Daya 30 MVA pada Penyulang Tarakan di Gardu Induk Talang Ratu PT.PLN (Persero) Palembang

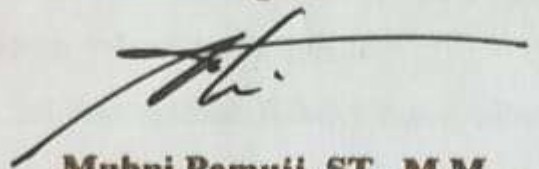
Disetujui oleh :

Pembimbing I,



Ir. H. Ishak Effendi, MT.

Pembimbing II,



Muhni Pamuji, ST., M.M.

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik,



I. Zulkarnain Fatoni, MT, MM.

Ketua Jurusan Teknik Elektro,



M. Husni Syahbani, ST, M.T.

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Agus Adi Biowidodo

NIM : 1423110025

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Judul Skripsi : Studi Pengaman Gangguan Arus Lebih Satu Fasa Ke Tanah Pada Transformator Daya 30 MVA pada Penyulang Tarakan di Gardu Induk Talang Ratu PT.PLN (Persero) Palembang

Dengan ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa:

1. Hasil penulisan skripsi yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Jika terdapat kata-kata dan rumusan yang sama itu hanya dijadikan bahan referensi dan dimasukkan dalam daftar pustaka
2. Apabila dikemudian hari penulisan skripsi ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan Undang -Undang Republik Indonesia Nomor 20 tahun 2003 tentang "Sistem Pendidikan Nasional" Pasal 25, ayat 2 dan Pasal 70.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Palembang, April 2021



Agus Adi Biowidodo

ABSTRAK

Tenaga listrik disalurkan ke konsumen melalui sistem tenaga listrik. Dalam pengamanan gangguan arus lebih satu fasa ke tanah pada Transformator daya 30 MVA PT.PLN (persero) Gardu Induk Talang Ratu, rele yang digunakan adalah rele arus lebih (OCR), karena pengaman ini melindungi peralatan dan saluran terhadap kerusakan dengan cara menghilangkan gangguan yang terjadi secara cepat dan tepat. Dengan demikian diharapkan untuk masa yang akan datang pelayanan listrik akan lebih efektif dan efisien. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa besar gangguan arus lebih satu fasa ke tanah pada Transformator di panjang penyulang 0% = 957,187 A, 25% = 918,968 A, 50% = 878,874 A, 75% = 838,307 A, dan 100% = 798,309 A. Dari hasil perhitungan dapat dilihat bahwa besarnya arus gangguan hubung singkat dipengaruhi oleh jarak titik gangguan, semakin jauh jarak titik gangguan maka semakin kecil arus gangguan hubung singkatnya, begitu pula sebaliknya.

Kata Kunci: arus lebih, transformator, satu fasa ke tanah, penyulang tarakan

ABSTRACT

Electric power is supplied to consumers via an electric power system. In safeguarding single-phase overcurrent disturbances to the ground on the 30 MVA power transformer PT.PLN (persero) Talang Ratu substation, the relay used is the overcurrent relay (OCR), because this safeguards protect equipment and lines against damage by eliminating disturbances that happened quickly and precisely. Thus, it is hoped that in the future electricity services will be more effective and efficient. From the research results, it was found that the magnitude of the one-phase overcurrent disturbance to the ground in the transformer at feeder length 0% = 957,187 A, 25% = 918,968 A, 50% = 878,874 A, 75% = 838,307 A, and 100% = 798,309 A. From the calculation results, it can be seen that the magnitude of the short circuit fault current is influenced by the distance of the fault points, the farther the fault point distance, the smaller the short circuit fault current, and vice versa.

Keywords: overcurrent, transformer, single phase to ground, tarakan feeder

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi yang berjudul **“Studi Pengaman Gangguan Arus Lebih Satu Fasa Ke Tanah Pada Transformator Daya 30 MVA pada Penyulang Tarakan di Gardu Induk Talang Ratu PT.PLN (Persero) Palembang”** ini dengan baik. Skripsi ini dibuat untuk memenuhi syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Strata-1 pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Tridianti Palembang.

Dalam menyelesaikan penulisan Skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dari berbagai pihak yang telah memberikan bimbingan serta saran baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga penulisan Skripsi ini dapat selesai sesuai dengan waktunya. Pada kesempatan ini Penulis hendak mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Dr. Ir. Hj. Manisah, M.P., selaku Rektor Universitas Tridianti Palembang.
2. Bapak Ir. Zulkarnain Fatoni, M.T., M.M. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang.
3. Bapak M. Husni Syahbani, ST, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro dan Pembimbing I.

4. Ibu Dina Fitria, ST, M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Tridianti Palembang.
5. Bapak Ir. H . Ishak Effendi, MT., selaku Pembimbing I.
6. Bapak Muhni Pamuji, ST,. M.M., selaku Pembimbing II.
7. Dosen-dosen serta staf Jurusan Teknik Elektro Universitas Tridianti Palembang.
8. Keluarga dan teman-teman seperjuangan yang telah memberikan dukungannya.

Penulis menyadari bahwa penulisan Skripsi ini jauh dari sempurna, baik dari segi bentuk maupun isinya. Oleh karena itu, Penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun sehingga dikemudian hari dapat membuat yang lebih baik lagi.

Semoga penulisan Skripsi ini dapat dijadikan referensi bagi semua pihak khususnya pada jurusan Teknik Elektro Universitas Tridianti Palembang sehingga dapat bermanfaat bagi pembaca. Semoga ALLAH SWT selalu memberikan hidayah-Nya kepada kita semua. Amin.

Palembang, April 2021
Penulis,

Agus Adi Biowidodo

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Metode Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Transformator	6
2.2 Pengaman Transformator	9
2.3 Rele Arus Lebih	10
2.4 Penyebab Kegagalan Proteksi	11
2.5 Jenis-jenis rele pengaman	12
2.5.1 Pengaman saluran Transmisi dan Distribusi	12
2.5.2 Gangguan Hubung Singkat	15
2.6 Impedansi	18
2.7 Reaktansi Transformator	19

2.8 Arus Gangguan Hubung Singkat 1 Fasa ke Tanah	20
2.9 Setelan Relay.....	21
BAB III METODE PENELITIAN	26
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	26
3.2 Pengumpulan Data	26
3.3 Perhitungan data.....	32
3.4 Diagram Alir	42
BAB IV PERHITUNGAN DAN ANALISA	43
4.1 Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat	43
4.1.1 Menghitung Impedansi Sumber	43
4.1.2 Menghitung Reaktansi Transformator	44
4.1.3 Menghitung Impedansi Penyulang	44
4.1.4 Menghitung Impedansi Ekuivalen Jaringan	46
4.1.5 Menghitung Arus Gangguan Hubung Singkat 1 Fasa ke Tanah...	47
4.2 Analisa	51
4.3 Penyetelan Relai Arus Lebih dan Relai Gangguan Tanah.....	52
4.3.1 Setelan Relai di Sisi Penyulang	52
4.3.2 Setelan Relai Arus Lebih Incoming	54
4.3.3 Setelan Relai Gangguan Tanah Sisi Penyulang	57
4.3.4 Setelan Relai Gangguan Tanah di Sisi Incoming	58
4.4 Pemeriksaan Waktu Kerja Relai	60
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	66
5.1 Kesimpulan	66
5.2 Saran	66
DAFTAR PUSTAKA	66
LAMPIRAN	68

DAFTAR ISI

	Halaman
Tabel 3.1 Spesifikasi penghantar atau Impedansi Penyulang SUTM AAAC Penyulang Gardu Induk Talang Ratu	31
Tabel 3.2 Rayon dan Panjang Penyulang Gardu Induk Talang Ratu	32
Tabel 4.1 Impedansi Penyulang Urutan Positif dan Negatif	45
Tabel 4.2 Impedansi Penyulang Urutan Nol	46
Tabel 4.3 Impedansi Ekivalen $Z1_{eq}$ ($Z2_{eq}$).....	46
Tabel 4.4 Impedansi Ekivalen $Z0e$	47
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat	51
Tabel 4.6 Pemeriksaan Waktu Kerja Relay	64

DAFTAR ISI

	Halaman
Gambar 2.1 Kurva karakteristik relay arus lebih.....	11
Gambar 3.1 Nameplate Transformator PT. PLN (Persero) Talang Ratu Palembang.....	28
Gambar 3.2 High, Low, And Rate Power Voltage Transformator 30 MVA pada PT. PLN (Persero) Talang Ratu Palembang	28
Gambar 3.3 CT dan YNYno Transformator 30 MVA pada PT. PLN (Persero) Talang Ratu Palembang	29
Gambar 3.4 Data Setelah Relay dan Penyulang Gardu Induk Talang Ratu PT.PLN (Persero) Palembang	29
Gambar 3.5 Data Penyulang Padang Gardu Induk Talang Ratu	30
Gambar 3.6 Diagram Alir Penelitian	42
Gambar 4.1 Grafik Arus Gangguan Hubung Singkat Penyulang Tarakan di Gardu Induk Talang Ratu Palembang	51
Gambar 4.2 Kurva Pemeriksaan Waktu Kerja Relay	64

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tenaga listrik disalurkan ke konsumen melalui sistem tenaga listrik. Namun pada kenyataannya sistem distribusi sering mengalami gangguan antara yang paling umum adalah hubung singkat satu fase ke ground. Suatu gangguan hampir selalu berupa hubung langsung atau melalui impedansi. Istilah gangguan identik dengan hubung singkat, yang merupakan suatu hubungan abnormal pada impedansi yang relatif rendah terjadi secara kebetulan atau disengaja antara dua titik yang mempunyai potensial yang berbeda. Selain itu ada ada pula rele arus lebih atau yang lebih dikenal dengan OCR (*Over Current Relay, Rele arus lebih*) ini digunakan hampir pada seluruh pola pengamanan sistem tenaga listrik, lebih lanjut rele ini dapat digunakan sebagai pengaman utama ataupun pengaman cadangan pada saat terjadi gangguan arus lebih.

Pada transformator tenaga, dan OCR hanya berfungsi sebagai pengaman cadangan (*back up protection*) untuk gangguan eksternal atau sebagai back up bagi outgoing feeder. OCR dapat dipasang pada sisi tegangan tinggi saja, atau pada sisi tegangan menengah saja, atau pada sisi tegangan tinggi dan tegangan menengah sekaligus. Selanjutnya OCR dapat menjatuhkan PMT pada sisi dimana rele terpasang atau dapat menjatuhkan PMT di kedua sisi transformator tenaga. OCR jenis definite time ataupun inverse time dapat dipakai untuk proteksi transformator terhadap arus lebih.

Gardu Induk Talang Ratu PT.PLN (Persero) Palembang khususnya pada penyulang Tarakan terkadang mengalami gangguan arus lebih serta ledakan kabel tanah di tiang pertama. Dalam pengamanan gangguan arus lebih satu fasa ke tanah pada Transformator daya 30 MVA PT.PLN (persero) Gardu Induk Talang Ratu, rele yang digunakan adalah rele arus lebih (OCR), Karena pengamanan ini melindungi peralatan dan saluran terhadap kerusakan dengan cara menghilangkan gangguan yang terjadi secara cepat dan tepat. Dengan demikian diharapkan untuk masa yang akan datang pelayanan listrik akan lebih efektif dan efisien.

1.2 Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimanakah besar arus lebih hubung singkat satu fasa ke tanah, pada transformator daya 30MVA 70/20 kV di Gardu Induk Talang Ratu PT.PLN (Persero) Palembang?
2. Bagaimanakah *setting* arus *over current relay* (OCR) di Gardu Induk Talang Ratu PT.PLN (Persero) Palembang?

1.3 Batasan Masalah

Karena ruang lingkup di dalam sistem tenaga Listrik terdapat beberapa jenis gangguan hubung singkat maka, dalam pembahasan skripsi ini penyusun membatasi permasalahannya yaitu:

1. Data penelitian di Gardu Induk Talang Ratu PT.PLN (Persero) Palembang pada tahun 2020.
2. Arus hubungan singkat yang diteliti adalah arus 1 fasa ke tanah.
3. *Setting* arus yang diteliti adalah arus *over current relay* (OCR).
4. Transformator daya yang diteliti adalah trafo 30MVA 70/20 kV.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Untuk mengetahui besar arus lebih hubung singkat satu fasa ke tanah, pada transformator daya 30MVA 70/20 kV di Gardu Induk Talang Ratu PT.PLN (Persero) Palembang.
2. Untuk mengetahui *setting* arus *over current relay* (OCR) di Gardu Induk Talang Ratu PT.PLN (Persero) Palembang.

1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilaksanakan pada penelitian Tugas Akhir ini meliputi beberapa tahap kegiatan yaitu sebagai berikut.

1. Studi Literatur

Metode ini dilakukan dengan cara memperoleh data-data dengan membaca dan mempelajari buku-buku maupun lewat situs- situs yang ada hubungannya dengan masalah yang akan dibahas mengenai studi pengaman gangguan arus lebih satu fasa ke tanah pada transformator daya 30 MVA.

2. Observasi

Metode ini dilaksanakan melalui pengamatan langsung ke lapangan untuk melihat secara langsung peralatan yang diteliti mengenai studi pengaman gangguan arus lebih satu fasa ke tanah pada transformator daya 30 MVA.

3. Metode dokumentasi

Metode dokumentasi merupakan suatu cara mengumpulkan data yang di peroleh dari dokumen-dokumen yang ada di Gardu Induk Talang Ratu PT.PLN (persero) Palembang mengenai studi pengaman gangguan arus lebih satu fasa ke tanah pada transformator daya 30 MVA

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memberikan gambaran mengenai penulisan skripsi diuraikan dalam lima bab yaitu sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisikan latar belakang, pemmasalahan perumusan masalah. batasan masalah, tujuan dan manfaat, metode penelitian, serta sistematika penulisan skripsi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini di bahas mengenai teori dasar mengenai studi pengaman gangguan arus lebih satu fasa ke tanah pada transformator daya 30 MVA.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan membahas tentang metodologi penelitian berupa data-data mengenai studi pengaman gangguan arus lebih satu fasa ke tanah pada transformator daya 30 MVA.

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi tentang inti pembahasan skripsi, yang membahas mengenai arus hubungan singkat 1 fasa ke tanah, *setting* arus *over current relay* (OCR), dan besar arus lebih hubung singkat satu fasa ke tanah, pada transformator daya 30MVA 70/20 kV di Gardu Induk Talang Ratu PT.PLN (Persero) Palembang.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari penelitian skripsi tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Affandi, Irfan. 2009. *Analisa Setting Relai Arus Lebih dan Relai Gangguan Tanah pada Penyulang Sadewa Digi Cawang*. Depok: Program Studi Teknik Elektro Kekhususan Elektro Fakultas Teknik Univeristas Indonesia.
- [2] Arif, Muhammad. 2017. *Studi dan Evaluasi Setting Relai Arus Lebih pada Transformator Daya di Gardu Induk Garuda Sakti Pekanbaru*. Jom FTEKNIK Volume 4 No. 1 Februari 2017.
- [3] Carwoto. 2008. *Pemilihan Fungsi Proteksi dan Perhitungan Setting Relay Digital MCX – 913 untuk Proteksi Transformator Step – Up 11,5 kV*. Semarang: Momentum, Vol.4, No.1, April 2008:15 – 22.
- [4] Haskarya, Henry. 2016. *Koordinasi Proteksi Saluran Udara Tegangan Tinggi Pada Gardu Induk Mliwang – Tuban Akibat Penambahan Penghantar PLTU Tanjung Awar-Awar*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- [5] PLN. 2012. *Data Setelah Relay Penghantar, Transformator dan Penyulang*. Palembang: UPT Palembang Bagian Pemeliharaan.
- [6] PLN. 2012. *Sistem Proteksi Gardu Induk*. PT. PLN (Persero) Pusat Pendidikan dan Pelatihan.
- [7] PLN. 2014. *Proteksi dan Kontrol Transformator*. Jakarta: PT. PLN (Persero). Dokumen Nomor: PDM/SGI/16:2014.
- [8] PLN. 2015. *Perhitungan Setting Relai Proteksi Gardu Induk*. PLN (Persero) Pusat Pendidikan dan Pelatihan Aspek Teknis dalam Perhitungan Setting Proteksi GI.
- [9] PLN. 2014. *Buku Pedoman Pemeliharaan Proteksi Dan Kontrol Transformator*. PT PLN (Persero) No. 0520-3.K/DIR/2014.
- [10] Sugiyono. 2017. *Metode Penelitian Kualitatif, Kuantitatif, R & D*. Bandung: Alfabeta.
- [11] Wardoyo, Bagus. 2018. *Studi Rele Gangguan Tanah Pada Jaringan Distribusi Primer di PT PLN (Persero) Wilayah Papua Cabang Merauke*. Jurnal MJEME, Vol. 1, No. 1, Oktober 2018 p-ISSN 2622-4593, e-ISSN 2622-4623.
- [12] Wahyudi Sarimun. 2012. *Proteksi Sistem Distribusi Tenaga Listrik*. Garamnond, Trilogi Communication