

**TUGAS AKHIR**  
**ANALISA PERHITUNGAN ARUS GANGGUAN FASA**  
**KE TANAH DALAM MENENTUKAN SEGMENT GANGGUAN**  
**DI UP3 BANDENGAN**

Diajukan guna melengkapi sebagian syarat dalam mencapai  
gelar Sarjana Strata Satu (S1)



UNIVERSITAS  
Disusun oleh :  
MERCU BUANA

Nama : Heri Setiawan

Nim : 41420110157

Pembimbing : Budiyanto Husodo, Ir., M.Sc.

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MERCU BUANA**  
**JAKARTA**  
**2021**

## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Heri Setiawan  
NIM : 41420110157  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul Tugas Akhir : Analisa Perhitungan Arus Gangguan Fasa ke Tanah dalam Menentukan Segmen Gangguan di UP3 Bandengan

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan Universitas Mercu Buana.

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

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Penulis



(Heri Setiawan)

**HALAMAN PENGESAHAN**

**ANALISA PERHITUNGAN ARUS GANGGUAN FASA KE TANAH DALAM  
MENENTUKAN SEGMENT GANGGUAN DI UP3 BANDENGAN**



UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**

Disusun Oleh:

Nama : HERI SETIAWAN  
N.I.M. : 41420110157  
Program Studi : Teknik Elektro

Mengetahui,  
Pembimbing Tugas Akhir

(Ir. Budi Yanto Husodo, M.Sc)

Kaprodi Teknik Elektro

Koordinator Tugas Akhir

UNIVERSITAS

(Dr. Ir. Eko Ihsanto, M.Eng)

(Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, ST. M.Sc.)

MERCU BUANA

## KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih Lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur hanya bagi Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, karunia, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir (TA) ini berjudul **“Analisa Perhitungan Arus Gangguan Fasa ke Tanah dalam Menentukan Segmen Gangguan di UP3 Bandengan ”**. Tugas akhir ini diajukan guna melengkapi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana Teknik Elektro Universitas Mercu Buana Jakarta.

Dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memberi dukungannya selama pembuatan Tugas Akhir, karena bantuan dan dukungan dari banyak pihak penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak dan Ibu, yang selalu mendoakan dan memberikan semangat serta dukungannya.
2. Bapak Dr. Eko Ihsanto, M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Budiyanto Husodo, Ir, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan petunjuk dan arahnya dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Teman-teman kantor UP3 Bandengan PT PLN (Persero) Distribusi Jakarta Raya, yang telah memberi dukungan dan pengertian selama penyusunan Tugas Akhir.
5. Teman-teman dari kelas Karyawan Universitas Mercu Buana Kampus Meruya program studi Teknik Elektro Angkatan 37 yang selalu kompak dari awal kuliah sampai saat sekarang ini.
6. Semua pihak yang telah berkontribusi dalam membantu menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam pembuatan tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dalam penulisan dan penyusunannya, oleh karena itu penulis dengan senang hati menerima kritik dan sarannya yang bersifat membangun demi penyempurnaan tugas akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, bagi rekan-rekan mahasiswa Mercu Buana, rekan mahasiswa universitas lainnya, semua pembaca dan bagi penulis khususnya.

Jakarta, Januari 2022

Penulis,



Heri Setiawan



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## ABSTRAK

PT PLN (Persero) sebagai perusahaan tunggal penyedia tenaga listrik di Indonesia dituntut untuk memberikan pelayanan terbaik kepada pelanggannya. Permasalahan utama yang dihadapi PT PLN (Persero) adalah kehandalan sistem tenaga listrik agar tidak terganggu. Salah satu jenis gangguan yang masih sering terjadi adalah masalah gangguan pada jaringan tegangan menengah (JTM) yang mengakibatkan pemadaman pada sisi pelanggan. Pada saat terjadi gangguan jaringan menengah (JTM) dan dalam melakukan pengusutan gangguan untuk menentukan segmen gangguan memerlukan waktu yang lama, dimana waktu pengusutan gangguan sudah diatur dalam *Service level Agreement* (SLA) selama 40 menit, maka hal tersebut akan berdampak pada *recovery time* dan *System Average Interruption Duration Index* (SAIDI).

Permasalahan pada pengusutan jaringan tegangan menengah (JTM) harus segera ditindak lanjuti dan dicari solusi terbaik untuk dapat meminimalkan dampak dan lamanya waktu pengusutan. Pada tugas akhir ini, penulis menggunakan metode baru untuk mempercepat pengusutan lokasi gangguan dengan perhitungan arus hubung singkat satu fasa ke tanah untuk melihat pengaruh panjang jaringan terhadap arus gangguan hubung singkat serta menentukan posisi segmen yang terganggu sehingga diharapkan mempercepat pengusutan gangguan.

Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan didapat hasil dari 17 penyulang yang diujikan 15 penyulang yang sesuai dengan segmen gangguan yang sebenarnya dan 2 penyulang masih belum tepat dengan faktor error 10,9% dan 43,11% tetapi sebenarnya hanya berbeda satu segmen saja. Perhitungan perkiraan SAIDI yang dapat diturunkan sebesar 0,13 menit per pelanggan dengan persentase sebesar 41%.

*Kata Kunci : Dashboard Gangguan, Pengusutan Gangguan Hubung singkat, SAIDI,*

## **ABSTRACT**

*PT PLN (Persero) as the only company providing electricity in Indonesia is required to provide the best service to its customers. The main problem faced by PT PLN (Persero) is the reliability of the electric power system. One of the disturbances that often occurs is the disturbance on the medium voltage network (JTM) which results in blackouts on the customer side. During the medium network disturbance (JTM), the investigation to determine the fault segment takes a long time, while the troubleshooting time that has been regulated in the Service Level Agreement (SLA) is 40 minutes, this will have an impact on recovery time and system Average Interruption Duration Index (SAIDI).*

*Problems in the medium voltage network (JTM) must be solved immediately and the best solution is sought to minimize the impact and length of the investigation. In this project, the author uses a new method to speed up the investigation of the fault location by calculating the single phase short circuit current to ground to see the effect of network length on the short-circuit fault current and determine the disturbed segment to speed up the troubleshooting.*

*Based on the simulation, the results obtained from 17 feeders tested, 15 feeders were in accordance with the actual disturbance segment and 2 feeders were still not correct with error factors of 10.9% and 43.11% but only differed by one segment. SAIDI calculation that can be reduced per consumer is 0,13 minute with a percentage of 41%.*

*Keywords: Short Circuit Disturbance, SAIDI, Disturbance Dashboard, Investigation*

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	ii
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>ABSTRAK</b> .....	vi
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiii
<b>DAFTAR PERSAMAAN MATEMATIKA</b> .....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Metode Penelitian .....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b> .....	6
2.1 Studi Literatur .....	6
2.1.1 Jurnal 1 .....	6
2.1.2 Jurnal 2 .....	7
2.1.3 Jurnal 3 .....	9
2.1.4 Jurnal 4 .....	10
2.1.5 Jurnal 5 .....	11
2.2 Sistem Tenaga Listrik .....	12
2.3 Operasi Sistem Tenaga Listrik .....	13
2.4 Bentuk Jaringan Distribusi Berdasarkan Susunan Rangkaiannya .....	13
2.4.1 Sistem radial.....	13



2.4.2 Sistem loop .....	14
2.4.3 Sistem hantaran penghubung .....	16
2.4.4 Jaringan spindle .....	17
2.4.5 Kluster .....	18
2.4.6 Jaringan <i>grid/network</i> .....	18
2.5 Macam-macam Saluran.....	19
2.5.1 Saluran udara .....	19
2.5.2 Saluran bawah tanah .....	20
2.6 Gangguan pada Sistem Distribusi Tenaga Listrik .....	21
2.6.1 Jenis gangguan .....	22
2.7 Gangguan Hubung Singkat .....	23
2.7.1 Gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah .....	23
2.7.2 Gangguan hubung singkat fasa ke fasa .....	26
2.7.3 Gangguan hubung singkat dua fasa ke tanah .....	28
2.7.4 Gangguan hubung singkat tiga fasa .....	29
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>30</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	30
3.2 Langkah-langkah Penelitian .....	30
3.2.1 Studi literatur .....	30
3.2.2 Pengumpulan data .....	30
3.2.3 Diagram alir penelitian .....	31
3.3 Metode Penyelesaian .....	32
3.3.1 Proses pengusutan gangguan .....	32
3.3.2 <i>Ground Fault Detector</i> .....	33
3.3.3 Gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah .....	34
3.3.4 Impedansi Sumber .....	35
3.3.5 Reaktansi .....	35
3.3.6 Impedansi penyulang .....	36
3.3.7 Impedansi ekivalen jaringan .....	36
3.3.8 Pembuatan <i>dashboard</i> gangguan .....	37
3.3.9 <i>Time schedule</i> .....	38

<b>BAB IV HASIL SIMULASI DAN ANALISA.....</b>	<b>39</b>
4.1 Simulasi Perhitungan Gangguan Hubung Singkat Satu Fasa ke Tanah.....	39
4.2 Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat Satu Fasa ke Tanah .....	43
4.3 Perhitungan Penentuan Lokasi Gangguan .....	44
4.4 Simulasi Perhitungan untuk Menentukan Lokasi Gangguan .....	47
4.4.1 Impedansi sumber .....	47
4.4.2 Reaktansi Trafo .....	48
4.4.3 Impedansi penyulang egrang .....	48
4.4.4 Menentukan lokasi gangguan .....	48
4.5 Perhitungan Perkiraan SAIDI .....	52
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>54</b>
5.1 Kesimpulan .....	54
5.2 Saran .....	55
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>56</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>57</b>



UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Diagram satu garis sistem tenaga listrik	12
Gambar 2.2 Jaringan radial	14
Gambar 2.3 Jaringan <i>loop</i>	15
Gambar 2.4 Jaringan hantaran penghubung ( <i>tie line</i> )	16
Gambar 2.5 Jaringan spindel	17
Gambar 2.6 Jaringan kluster	18
Gambar 2.7 Jaringan <i>grid/network</i>	19
Gambar 2.8 Gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah	24
Gambar 2.9 Hubung singkat satu fasa pada bus 6 kV titik sekunder trafo	25
Gambar 2.10 Gangguan hubung singkat fasa ke fasa	26
Gambar 2.11 Gangguan hubung singkat dua fasa ke tanah	28
Gambar 2.12 Gangguan hubung singkat tiga fasa	29
Gambar 3.1 Gambar diagram alir penelitian	31
Gambar 3.2 Kondisi penyulang saat terjadi gangguan	32
Gambar 3.3 Contoh <i>single line diagram</i>	35
Gambar 3.4 Gambar <i>dashboard</i> gangguan	37
Gambar 4.1 Tampilan <i>dashbord</i> gangguan	50

MERCU BUANA

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Estimasi waktu dalam tahapan pengusutan gangguan	33
Tabel 3.2 <i>Time schedule</i> penelitian	38
Tabel 4.1 Data gangguan penyulang tahun 2020	40
Tabel 4.2 Data panjang dan jenis kabel penyulang egrang	41
Tabel 4.3 Data panjang dan jenis kabel penyulang kamper	41
Tabel 4.4 Data panjang dan jenis kabel penyulang terano	41
Tabel 4.5 Data panjang dan jenis kabel penyulang wijen	42
Tabel 4.6 Data panjang dan jenis kabel penyulang yahud	42
Tabel 4.7 Data perhitungan arus hubung singkat	42
Tabel 4.8 Data gangguan penyulang egrang	47
Tabel 4.9 Hasil simulasi menggunakan program simulasi	51
Tabel 4.8 Hasil perhitungan nilai SAIDI setelah menggunakan program <i>dashboard</i> gangguan	52

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Tabel Gangguan Fasa ke Tanah Tahun 2020	58
Lampiran 2 Spesifikasi Kabel SKTM	59
Lampiran 3 Data Panjang dan Jenis Kabel pada Penyulang	60
Lampiran 4 <i>Single line Diagram</i> Penyulang	64
Lampiran 5 Hasil Tampilan Simulasi Dashboard Gangguan	67
Lampiran 6 Tampilan Fisik GFD	76



## DAFTAR PERSAMAAN MATEMATIKA

		Halaman
Persamaan Matematika 2.1	Rumus komponen simetris arus	24
Persamaan Matematika 2.2	Rumus tegangan saat hubung singkat satu fasa ke tanah	24
Persamaan Matematika 2.3	Rumus tegangan saat hubung singkat satu fasa ke tanah	24
Persamaan Matematika 2.4	Rumus hubung singkat satu fasa ke tanah	25
Persamaan Matematika 2.5	Rumus hubung singkat satu fasa ke tanah	25
Persamaan Matematika 2.6	Rumus komponen simetris gangguan singkat fasa ke fasa	27
Persamaan Matematika 2.7	Rumus komponen simetris gangguan singkat fasa ke fasa	27
Persamaan Matematika 2.8	Rumus mensubstitusikan $I_b$ ke persamaan	27
Persamaan Matematika 2.9	Rumus hubung singkat fasa ke fasa	28
Persamaan Matematika 2.10	Rumus hubung singkat dua fasa ke tanah	28
Persamaan Matematika 2.11	Rumus hubung singkat tiga	29
Persamaan Matematika 3.1	Rumus impedansi sumber di 150kV	35
Persamaan Matematika 3.2	Rumus impedansi sumber di 20kV	35
Persamaan Matematika 3.3	Rumus reaktansi trafo tenaga dalam persen	35
Persamaan Matematika 3.4	Rumus reaktansi trafo tenaga	35
Persamaan Matematika 4.1	Rumus hubung singkat fasa ke tanah	44
Persamaan Matematika 4.2	Rumus hubung singkat fasa ke tanah	44
Persamaan Matematika 4.3	Rumus hubung singkat fasa ke tanah	44
Persamaan Matematika 4.4	Rumus nilai impedansi ekuivalen $Z_{1eq}$	44
Persamaan Matematika 4.5	Rumus nilai impedansi ekuivalen $Z_{0eq}$	44
Persamaan Matematika 4.6	Rumus hubung singkat fasa ke tanah dengan nilai impedansi ekuivalen $Z_{1eq}$ dan $Z_{0eq}$	44
Persamaan Matematika 4.7	Rumus hubung singkat fasa ke tanah dengan nilai impedansi ekuivalen	45

Persamaan Matematika 4.8	Rumus hubung singkat fasa ke tanah dengan nilai impedansi ekuivalen	45
Persamaan Matematika 4.9	Rumus hubung singkat dengan impedansi total	45
Persamaan Matematika 4.10	Rumus hubung singkat dengan memisah reaktansi dengan resistansi	45
Persamaan Matematika 4.11	Rumus hubung singkat dijadikan akar pada impedansi	45
Persamaan Matematika 4.12	Rumus hubung singkat dijadikan tanpa akar	45
Persamaan Matematika 4.13	Rumus hubung singkat kuadrat dengan L sebagai variable	45
Persamaan Matematika 4.14	Rumus hubung singkat kuadrat dengan L sebagai variable	46
Persamaan Matematika 4.15	Rumus hubung singkat satu fasa ke tanah dengan persamaan kuadrat	46
Persamaan Matematika 4.16	Rumus Persamaan kuadrat mencari nilai L	46