

**ANALISIS GANGGUAN DI GARDU INDUK 150KV CAWANG**

**TERHADAP KINERJA SISTEM PROTEKSI**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Derajat Strata-1 Pada**

**Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik**

**Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



**Disusun Oleh :**

**Reza**

**20180120063**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2022**

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Reza  
NIM : 20180120063  
Program Studi : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Menyatakan bahwa naskah tugas akhir berjudul “ *Analisis Gangguan Di Gardu Induk 150KV Cawang Terhadap Kinerja Sistem Proteksi*” merupakan hasil karya saya sendiri serta tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada Tingkat Perguruan Tinggi. Selain itu, sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau opini yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 30 September 2022



Reza

**MOTTO**

“RAGUMU  
RUGIMU”- 228

“I WANNA THANK ME”

“TETAPLAH PUTUS ASA DAN JANGAN SEMANGAT”

“ST MERUPAKAN GELAR TEKNIK YANG BERKEPANJANGAN DARI  
SENYUM TERUS”

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarrakatuh.*

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang Maha Pengasih dan Penyayang yang memberikan nikmat dan karunianya kepada hamba-Nya sehingga penyusunan skripsi dengan judul ANALISIS GANGGUAN DI GARDU INDUK 150KV CAWANG TERHADAP KINERJA SISTEM PROTEKSI). dapat terselesaikan dengan lancar. Sholawat serta salam selalu turunkan kepada Nabi Muhammad Sallallahu 'Alaihi Wasallam, utusan Allah yang telah membimbing umat manusia menuju jalan kebenaran dari jaman kegelapan hingga jaman terang menderang ini. Dalam penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dan dukungan yang membangun dari berbagai pihak, mulai dari persiapan hingga skripsi ini selesai dikerjakan. Maka dari itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Gunawan Budiyanto, MP., IPM selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Ir. Aris Widyono Nugroho, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Bapak Karisma Trinanda Putra, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Prodi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
4. Bapak Dr. Ramadhoni Syahputra, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I yang dengan sabar membimbing dan membagi ilmunya serta mengarahkan penulis selama melaksanakan penelitian Tugas Akhir (Skripsi) hingga dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Karisma Trinanda Putra, S.ST., M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan arahan dalam bimbingan, nasihat selama penulisan dan penyusunan Tugas akhir ini.
6. Bapak Kunnu Purwanto, S.T., M. Eng. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan dalam Tugas Akhir ini.
7. Seluruh dosen dan staff di Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
8. Kedua orang tua saya, yaitu Bapak Ruslan dan Ibu Rosmayeli atas segala

do'a, kasih sayang, dukungan, semangat, serta motivasi dan untuk semua yang telah kalian curahkan dan korbankan untuk anakmu ini hingga dapat menyelesaikan kuliah.

9. Kakak saya Nia Agustina dan Adik saya Febi Sintya yang selalu memberi arahan dan do'a dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
10. Teman-teman sekaligus keluarga Teknik Elektro Angkatan 2018 kelas B atas dukungan, semangat, dan motivasi untuk segera menyelesaikan Tugas Akhir ini.
11. Teman-Teman Seperjuangan (Wikang, Anjas, Bonavita, Ridwan, Giorgio, Faradisa, Fauzan, Fauzul, Ananda, Kevin, Logi, Putro, Rehan, Heri) yang sudah menjadi keluarga ke dua saya yang selalu memberi semangat dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
12. Nia Agustina yang tidak bosan – bosannya mengingatkan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari dalam penyusunan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna, untuk itu kritik dan saran yang bersifat membangun guna penyempurnaan tugas akhir ini agar kelak dapat bermanfaat. Semoga hasil tugas akhir ini dapat bermanfaat untuk para akademisi, praktisi ataupun untuk penelitian - penelitian selanjutnya. Akhir kata penulis mohon maaf atas kekurangan dan kesalahan yang ada pada penyusunan tugas akhir ini. Semoga ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Yogyakarta, 30 September 2022

Penulis



Reza

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN I .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN II.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
MOTTO .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
INTISARI .....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
<b>1.1. Latar belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	2
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	2
<b>1.4 Tujuan Penelitian</b> .....	3
<b>1.5 Manfaat Penelitian</b> .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI .....	5
<b>2.1. Tinjauan Pustaka</b> .....	5
<b>2.2. Landasan Teori</b> .....	6
<b>2.2.1 Sistem Tenaga Listrik</b> .....	6
<b>2.2.2 Gardu Induk</b> .....	6
<b>2.2.3 Jenis-Jenis Gardu Induk</b> .....	7
<b>2.2.4 Komponen Gardu Induk</b> .....	9
<b>2.2.5 Persyaratan Proteksi Gardu Induk</b> .....	17
<b>2.3. Gangguan Pada Sistem Tenaga Listrik</b> .....	19
<b>2.2.6 Faktor-Faktor Penyebab Gangguan</b> .....	19
<b>2.2.7 Macam-Macam Gangguan Pada Sistem Tenaga Listrik</b> .....	20
<b>2.2.8 Mengatasi Gangguan Sistem Tenaga Listrik</b> .....	21
<b>2.2.9 Relay Bucholz</b> .....	21
<b>2.2.10 Sudden Pressure Relay</b> .....	22
<b>2.2.11 Over Current Relay (OCR)</b> .....	23
<b>2.2.12 Impedansi</b> .....	24
<b>2.2.13 Proteksi Dan Gangguan Pada Trafo Tenaga Di Gardu Induk</b> .....	25
<b>2.4. Menghitung Frekuensi Gangguan Pada Transformator</b> .....	26

BAB III METODE PENELITIAN .....	28
<b>3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian .....</b>	<b>28</b>
<b>3.2 Alat Dan Bahan .....</b>	<b>28</b>
<b>3.3 Alur Penelitian .....</b>	<b>29</b>
<b>3.4 Pengumpulan Data.....</b>	<b>30</b>
<b>3.5 Metode Wawancara .....</b>	<b>30</b>
<b>3.6 Analisis Data.....</b>	<b>30</b>
<b>3.7 Hasil Dan Kesimpulan.....</b>	<b>31</b>
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....	32
<b>4.1 Hasil Penelitian.....</b>	<b>32</b>
<b>4.1.1 Data Sheet Pada Transformator.....</b>	<b>34</b>
<b>4.1 Penyebab Gangguan .....</b>	<b>36</b>
<b>4.2 Kinerja Sistem Proteksi.....</b>	<b>40</b>
<b>4.3 Frekuensi Gangguan Pada Transformator .....</b>	<b>44</b>
<b>4.4 Bentuk Gangguan Pada Transformator .....</b>	<b>46</b>
<b>4.5 Keandalan Sistem Proteksi .....</b>	<b>47</b>
<b>4.6 Perhitungan matematis.....</b>	<b>51</b>
<b>4.1.2 Data Setting Over Current Relay .....</b>	<b>51</b>
<b>4.1.3 Menghitung Impedansi Sumber .....</b>	<b>53</b>
<b>4.1.4 Impedansi Pada Transformator I, II, III, dan IV .....</b>	<b>54</b>
<b>4.1.5 Impedansi <i>Ekivalen</i> Pada Transformator I, II, III, dan IV.....</b>	<b>55</b>
<b>4.1.6 Perhitungan Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa .....</b>	<b>57</b>
<b>4.1.7 <i>Setting Over Current Relay</i> pada transformator I, II, III, dan IV .....</b>	<b>58</b>
<b>4.7 Simulasi Pada Software ETAP 12.6.0 .....</b>	<b>62</b>
<b>4.1.8 Simulasi Sistem Proteksi Transformator.....</b>	<b>62</b>
<b>4.1.9 Perbandingan Setting OCR Terpasang Dan Terhitung .....</b>	<b>81</b>
BAB V PENUTUP .....	83
<b>5.1 Kesimpulan.....</b>	<b>83</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>83</b>
DAFTAR PUSTAKA .....	85
LAMPIRAN.....	86

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema sistem tenaga listrik .....	6
Gambar 2.2 Skema jaringan tenaga listrik .....	7
Gambar 2.3 Gardu induk.....	10
Gambar 2.4 Trafo arus/CT .....	10
Gambar 2.5 Trafo tenaga.....	11
Gambar 2.6 Trafo tegangan.....	12
Gambar 2.7 Lightning arrester .....	13
Gambar 2.8 Panel kontrol .....	14
Gambar 2.9 Cubicle .....	15
Gambar 2.10 Rel busbar.....	16
Gambar 2.11 Single bus .....	16
Gambar 2.12 Double bus-double breaker .....	16
Gambar 2.13 Double bus-single breaker.....	17
Gambar 2.14 Breaker-and-a-half .....	17
Gambar 2.15 Prinsip kerja rele proteksi.....	18
Gambar 2.16 Skema prinsip kerja relay bucholz .....	22
Gambar 2.17 Skema prinsip kerja sudden pressure relay .....	22
Gambar 2.18 Rangkaian pengawatan pada OCR.....	24
Gambar 2.19 Komponen internal pada transformator.....	26
Gambar 3.1 Peta gardu induk 150kV Cawang.....	28
Gambar 3.2 Flowchart struktur penelitian .....	29
Gambar 4.1 Single line diagram gardu induk 150kV Cawang .....	33
Gambar 4.2 Grafik data gangguan pada area transformator I pada tahun 2020 ...	37
Gambar 4.3 Grafik data gangguan pada area transformator II 150kV pada tahun 2021 .....	38
Gambar 4.4 Grafik data gangguan pada area transformator III 150kV pada 2021	39
Gambar 4.5 Grafik data gangguan pada area transformator IV 150kV Cawang pada tahun 2022 .....	40
Gambar 4.6 Grafik persentase gangguan pada area transformator pada tahun 2020-2022.....	46
Gambar 4.7 Grafik persentase keandalan sistem proteksi pada area transformator .....	51
Gambar 4.8 Simulasi keadaan normal pada transformator I.....	63
Gambar 4.9 Simulasi gangguan pada sisi 150kV .....	63
Gambar 4.10 Simulasi gangguan pada sisi 20kV .....	64
Gambar 4.11 Report simulasi gangguan pada transformator I sisi 150kV .....	65
Gambar 4.12 Report simulasi gangguan pada transformator I sisi 20kV .....	65
Gambar 4.13 Karakteristik pada saat gangguan 20kV.....	66
Gambar 4.14 Simulasi keadaan normal pada transformator II .....	67
Gambar 4.15 Simulasi gangguan pada transformator II sisi 150kV .....	68
Gambar 4.16 Simulasi gangguan pada transformator II sisi 20kV .....	69
Gambar 4.17 Report simulasi gangguan pada transformator II sisi 150kV .....	70
Gambar 4.18 Report simulasi gangguan pada transformator II sisi 20kV .....	70
Gambar 4.19 Karakteristik pada saat gangguan 20kV.....	71
Gambar 4.20 Simulasi keadaan normal pada transformator III .....	72

Gambar 4.21 Simulasi gangguan pada sisi 150kV .....	73
Gambar 4.22 Simulasi gangguan pada sisi 20kV .....	74
Gambar 4.23 Report simulasi gangguan pada sisi 150kV .....	75
Gambar 4.24 Report simulasi gangguan pada sisi 20kV .....	75
Gambar 4.25 Karakteristik pada saat gangguan 20kV .....	76
Gambar 4.26 Simulasi keadaan normal pada transformator IV .....	77
Gambar 4.27 Simulasi gangguan pada sisi 150kV .....	78
Gambar 4.28 Simulasi gangguan pada sisi 20kV .....	79
Gambar 4.29 Report simulasi gangguan pada sisi 150kV .....	80
Gambar 4.30 Report simulasi gangguan pada sisi 20kV .....	80
Gambar 4.31 Karakteristik pada saat gangguan 20kV .....	81

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data sheet pada transformator I .....	34
Tabel 4.2 Data sheet pada transformator II .....	34
Tabel 4.3 Data sheet pada transformator III.....	35
Tabel 4.4 Data sheet pada transformator IV .....	35
Tabel 4.5 Gangguan pada area transformator I 150kV Cawang pada tahun 2020	36
Tabel 4.6 Gangguan pada area transformator II 150kV Cawang pada tahun 2021 .....	37
Tabel 4.7 Gangguan pada area transformator III 150kV pada tahun 2021 .....	38
Tabel 4.8 Data gangguan pada area transformator IV 150kV pada tahun 2022 ...	39
Tabel 4.9 Sistem proteksi pada area transformator tenaga gardu induk 150kV Cawang.....	41
Tabel 4.10 Pengujian fungsi pengaman dan indikasi.....	41
Tabel 4.11 Pengujian fungsi pengaman dan indikasi.....	42
Tabel 4.12 Pengujian fungsi pengaman dan indikasi.....	43
Tabel 4.13 Pengujian fungsi pengaman dan indikasi.....	44
Tabel 4.14 Persentase gangguan pada sistem proteksi area transformator I, II, III, dan IV pada tahun 2020-2022 .....	45
Tabel 4.15 Persentase keandalan sistem proteksi pada area transformator .....	50
Tabel 4.16 Data spesifikasi OCR pada sisi 150kv .....	51
Tabel 4.17 Data spesifikasi OCR pada sisi 20kV .....	52
Tabel 4.18 Data setting pada sisi 150kV OCR .....	53
Tabel 4.19 Data setting pada sisi 20kV OCR .....	53
Tabel 4.20 Perbandingan setting terpasang dan terhitung pada transformator I.....	81
Tabel 4.21 Perbandingan setting terpasang dan terhitung pada transformator II .	82
Tabel 4.22 Perbandingan setting terpasang dan terhitung pada transformator III	82
Tabel 4.23 Perbandingan setting terpasang dan terhitung pada transformator IV	82