

TUGAS AKHIR

OPTIMALISASI FITUR SISTEM PROTEKSI CIRCUIT BREAKER FAILURE DAN BUSBAR PROTECTION PADA PENYULANG DAN KOPEL 20KV GI NEW SENAYAN DENGAN POLA NON CASCADE

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



Disusun Oleh :

Nama : Dwika Wahyu Sektiawan

NIM : 41421110093

Pembimbing : Badaruddin, Ir., M.Si

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

**OPTIMALISASI FITUR SISTEM PROTEKSI CIRCUIT BREAKER
FAILURE DAN BUSBAR PROTECTION PADA PENYULANG DAN
KOPEL 20KV GI NEW SENAYAN DENGAN POLA NON CASCADE**



Disusun Oleh :

Nama : Dwika Wahyu Sektiawan

NIM : 41421110093

Program Studi : Teknik Elektro

Mengetahui,

Pembimbing Tugas Akhir

(Badaruddin, Ir., M.Si)

Kaprodi Teknik Elektro

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

Koordinator Tugas Akhir

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

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dwika Wahyu Sektiawan
NIM : 41421110093
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Optimalisasi Fitur Sistem Proteksi Circuit
Breaker Failure Dan Busbar Protection Pada
Penyulang Dan Kopel 20kv GI New
Senayan Dengan Pola Non Cascade

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 di Universitas Mercu Buana.

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

Penulis,



Dwika Wahyu Sektiawan

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 hidayahNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir (TA) ini yang berjudul **“OPTIMALISASI FITUR SISTEM PROTEKSI CIRCUIT BREAKER FAILURE DAN BUSBAR PROTECTION PADA PENYULANG DAN KOPEL 20KV GI NEW SENAYAN DENGAN POLA NON CASCADE”**. 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 pembuata Tugas Akhir, karena bantuan dan dukungan dari banyak pihak penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini, Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Bapak dan Ibu yang selalu mendoakan dan memberikan semangat serta dukungannya.
2. Bapak Dr. Setiyo Budiyanto, ST.MT. Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Ir. Badaruddin,M.T. Selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan petunjuk dan arahnya dalam membuat laporan Tugas Akhir ini.
4. Dosen program studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana di Kampus Meruya.
5. Teman- teman dari kelas karyawan Universtas Mercu Buana Kampus Meruya program studi Teknik Elektro Angkatan 33 yang selalu kompak dari awal kuliah sampai saat ini sekarang.
6. Rekan – rekan PT. PLN UP2D Jakarta yang membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam pembuatan laporan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dalam penulisan dan penyusunnya, oleh karena itu penulis dengan senang hati menerima kritik dan sarannya yang bersifat membangun demi penyempurnaan laporan 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, 12 Desember 2022

Penulis,



Dwika Wahyu Sektiawan

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	3
1.3 TUJUAN PENELITIAN	3
1.4 BATASAN PENELITIAN	4
1.5 METODOLOGI PENULISAN	4
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	5
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 LITERATURE REVIEW	6
2.2 SISTEM DISTRIBUSI GARDU INDUK	8
2.2.1 Jaringan Gardu Induk Busbar 20kV	9
2.2.2 Jaringan Kabel Tanah Tegangan Menengah (SKTM 20kV)	11
2.3 SISTEM PROTEKSI GARDU INDUK	13
2.3.1 Pola Kordinasi Proteksi Cascade	14
2.3.2 Pola Kordinasi Proteksi Non Cascade	15
2.4 CIRCUIT BREAKER FAILURE (CBF)	16
2.5 BUSBAR PROTECTION	17
2.6 RELAY ARUS LEBIH / OVER CURRENT RELAY (OCR)	18
2.6.1 Karakteristik relay Arus Lebih	18
2.6.2 Relay Arus Lebih Inverse	19

2.6.3	Relay Arus Definite	20
2.6.4	Relay Arus Instant	20
2.6.5	Kombinasi Inverse Definite	21
2.7	PERHITUNGAN ARUS GANGGUAN HUBUNG SINGKAT	22
2.7.1	Impedansi Sumber	23
2.7.2	Impedansi Penyulang	23
2.7.3	Impedansi Ekivalen Jaringan	24
2.8	GANGGUAN SISTEM DISTRIBUSI	25
2.8.1	Sumber Gangguan	25
2.8.2	Gangguan Over Current (Short Circuit Phasa-Phasa)	27
2.8.3	Waktu Kerja Relay Proteksi	29
2.9	<i>SECONDARY CURRENT INJECTION TEST</i>	29
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN DAN RANCANG BANGUN	
	SISTEM	31
3.1	METODE TAHAP PENELITIAN	31
3.2	DIAGRAM ALIR PENELITIAN	32
3.3	ANALISIS TAHAP PENELITIAN	34
3.4	METODE PENGAMBILAN DATA	35
3.5	PERHITUNGAN WAKTU KERJA PROTEKSI	36
3.6	KOMPONEN PENELITIAN	37
3.7	PERANCANGAN SISTEM	38
3.7.1	Konfigurasi Wiring CT Penyulang 20kV	38
3.7.2	Konfigurasi Wiring CT Kopel 20kV	39
3.7.3	Konfigurasi Bus Wire Antar Kubikel Penyulang 20kV	40
3.7.4	Konfigurasi Bus Wire Kubikel Ujung	41
3.8	PENERAPAN SETTING PROTEKSI	41
3.8.1	Resetting Proteksi Incoming 20kV	41
3.8.2	Resetting Proteksi Kopel 20kV	44
3.8.3	Resetting Proteksi Penyulang 20kV	46
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	49
4.1	HASIL PERANCANGAN LOGIC NON CASCADE	49

4.1.1 Hasil Rancang Logic CBF	49
4.1.2 Hasil Rancang Logic Buspro	51
4.2 HASIL PERANCANGAN BUS WIRE INCOMING - PENYULANG	52
4.3 PERUBAHAN NILAI SETTING PROTEKSI	57
4.4 PERHITUNGAN ARUS GANGGUAN HUBUNG SINGKAT	59
4.4.1 Perhitungan Impedansi Sumber	59
4.4.2 Perhitungan Reaktansi Trafo	60
4.4.3 Perhitungan Impedansi Penyulang	60
4.4.4 Perhitungan Impedansi Ekuivalen Jaringan	62
4.4.5 Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat	64
4.5 PERHITUNGAN WAKTU KERJA RELAY PROTEKSI OCR	67
4.6 PENGUJIAN SISTEM PROTEKSI NON CASCADE	68
4.6.1 Pengujian Signal Feeder Arah Incoming 20kV	69
4.6.2 Uji Fungsi Gangguan Penyulang 20kV Fitur CBF	71
4.6.3 Uji Fungsi Gangguan Busbar 20kV	73
4.7 ANALISA KESELURUHAN HASIL PERHITUNGAN DAN PENGUJIAN	77
BAB V PENUTUP	79
5.1 Kesimpulan	79
5.2 Saran	81
DAFTAR PUSTAKA	xiii
LAMPIRAN	xv

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Konfigurasi jaringan GI 20kV Single Busbar	9
Gambar 2. 2 Konfigurasi jaringan GI 20kV Double Busbar single Breaker	10
Gambar 2. 3 Konfigurasi jaringan GI 20kV Double Busbar double Breaker	10
Gambar 2. 4 Kabel Tanah Tegangan Menengah N2XSEY	12
Gambar 2. 5 Pola proteksi Cascade	14
Gambar 2. 6 Pola proteksi Non Cascade	15
Gambar 2. 7 Logic untuk CBF	17
Gambar 2. 8 Logic untuk Buspro	18
Gambar 2. 9 Karakteristik Relay Inverse	19
Gambar 2. 10 Karakteristik Relay Definite	20
Gambar 2. 11 Karakteristik Relay Instant	21
Gambar 2. 12 Karakteristik Relay Inverse Definite	21
Gambar 2. 13 Diagram Jaringan Tegangan Menengah	23
Gambar 2. 14 Konversi Xs dari 150kV ke 20kV	23
Gambar 2. 15 Gangguan Permanen Jaringan 20kV	26
Gambar 2. 16 Gangguan Permanen Gardu Induk 20kV	27
Gambar 2. 17 Secondary Current Injection Test	30
Gambar 3. 1 Flowchart Metodologi Penelitian	33
Gambar 3. 2 Kubikel 20kV gardu Induk New Senayan	35
Gambar 3. 3 Tren Gangguan Trip Incoming 20kV	35
Gambar 3. 4 Tren Gangguan Trip Incoming 20kV	36
Gambar 3. 5 SLD Gardu Induk New Senayan	38
Gambar 3. 6 Wiring CT Penyulang	39
Gambar 3. 7 Wiring CT Kopel 20Kv	40
Gambar 3. 8 Wiring Bus Protection dan CBF pada kubikel tengah	40
Gambar 3. 9 Wiring Bus Protection dan CBF pada kubikel ujung	41
Gambar 3. 10 Setting OCR Pada Incoming 20kV	42
Gambar 3. 11 Setting fungsi CBF Pada Incoming 20kV	42
Gambar 3. 12 Setting Trip Command Pada Incoming 20kV	42

Gambar 3. 13 Setting Penonaktifan Trip Command MOC1 dan Pengaktifan CBF dan Busbar Protection Pada Incoming 20kV	43
Gambar 3. 14 Setting Pengaktifan untuk Fungsi Logic Input Incoming 20kV	43
Gambar 3. 15 Setting OCR Pada Kopel 20kV	44
Gambar 3. 16 Setting fungsi CBF Pada Incoming 20kV	44
Gambar 3. 17 Setting Trip Command Pada Incoming 20kV	45
Gambar 3. 18 Setting Penonaktifan Trip Command MOC1 dan Pengaktifan CBF dan Busbar Protection Pada Kopel 20kV	45
Gambar 3. 19 Setting Pengaktifan untuk Fungsi Logic Input Incoming 20kV	46
Gambar 3. 20 Setting OCR Pada Kopel 20kV	46
Gambar 3. 21 Pengaktifan CBF Pada Penyulang 20kV	47
Gambar 3. 22 Setting Kontak CBF dan Buspro pada penyulang 20kV	47
Gambar 3. 23 Setting indikator LED pada penyulang 20kV	48
Gambar 4. 1 Skema Logic CBF pada Pola Proteksi Non Cascade	50
Gambar 4. 2 Skema Logic Buspro pada Pola Proteksi Non Cascade	51
Gambar 4. 3 Bus wire Pola Proteksi Non Cascade Trafo 1 GI New Senayan	53
Gambar 4. 4 Bus wire Pola Proteksi Non Cascade Trafo 2 GI New Senayan	54
Gambar 4. 5 Bus wire Pola Proteksi Non Cascade Trafo 3 GI New Senayan	55
Gambar 4. 6 Kurva Invers dan Definite Pola Proteksi Cascade GI New Senayan	57
Gambar 4. 7 Kurva Invers dan Definite Pola Proteksi Non Cascade GI New Senayan	58
Gambar 4. 8 Pengujian Fungsi CBF OFF	71
Gambar 4. 9 Pengujian Fungsi CBF OFF	71
Gambar 4. 10 Pengujian Fungsi Buspro ON	73
Gambar 4. 11 Pengujian Fungsi Buspro OFF	74

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Jenis kabel SKTM yang memenuhi standar SPLN	12
Tabel 2. 2 Impedansi Saluran Kabel SKTM PLN Distribusi Jakarta	13
Tabel 2. 3 IDMT standar inverse yang memakai standar IEC 60255	20
Tabel 3. 1 Komponen yang diperlukan	37
Tabel 4. 1 Seting Pola Proteksi Cascade GI New Senayan	57
Tabel 4. 2 Seting Pola Proteksi Non Cascade GI New Senayan	58
Tabel 4. 3 Impedansi Penyulang Urutan Positif (Z1) & Negatif (Z2)	61
Tabel 4. 4 Impedansi Penyulang Urutan Nol (Z0)	62
Tabel 4. 5 Impedansi Ekuivalen Urutan Positif dan Urutan Negatif	63
Tabel 4. 6 Impedansi Ekuivalen Urutan Nol	63
Tabel 4. 7 Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa	64
Tabel 4. 8 Gangguan Hubung Singkat 2 Fasa	65
Tabel 4. 9 Gangguan Hubung Singkat 1 Fasa	66
Tabel 4. 10 Hasil Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat	66
Tabel 4. 11 Waktu Kerja Inverse Relay Proteksi Pola Non Cascade	68
Tabel 4. 12 Hasil Pengujian Signal Feeder 20kV	69
Tabel 4. 13 Hasil Pengujian Proteksi CBF	73
Tabel 4. 14 Hasil Pengujian Gangguan Buspro	73
Tabel 4. 15 Dampak Perubahan Pola Noncascade	76