

**ANALISIS PENEMPATAN, *SETTING* DAN KINERJA  
*RECLOSER* DAN *FUSE CUT OUT* PADA PENYULANG  
PEDAN 6 PT PLN (PERSERO) AREA KLATEN**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan untuk Mencapai Derajat  
Strata-1 pada Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

**Disusun Oleh :**

**WAHYU NUGROHO**

**20180120075**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA**

**2019**



## HALAMAN PERNYATAAN

Nama : Wahyu Nugroho  
NIM : 20180120075  
Program Studi : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “ANALISIS PENEMPATAN, *SETTING* DAN KINERJA *RECLOSER* DAN *FUSE CUT OUT* PADA PENYULANG PEDAN 6 PT PLN (PERSERO) AREA KLATEN” adalah hasil karya tulis saya sendiri dan karya tulis tersebut tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan tingkat Perguruan Tinggi serta sepengetahuan penulis tidak ada karya ataupun pendapat yang pernah dipublikasikan dalam karya ilmiah tersebut, kecuali yang secara tertulis telah disebutkan sumbernya dalam naskah serta dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 6 Maret 2020

Penulis

  
  
Wahyu Nugroho

## **MOTTO**

*“Bertaqwa kepada Allah SWT  
Yang telah menciptakanmu dan memberi rezeqi kepadamu  
Karena sesungguhnya orang yang paling mulia disisi Allah SWT  
Adalah orang yang paling baik ketaqwaannya ”*

*“Berusaha untuk mencontoh  
Uswatun hasanah Nabi Muhammad SAW  
Niscaya kamu akan selamat dunia dan akhirat ”*

*“Berbakti kepada kedua orang tua  
Yang telah membesarkan sampai dewasa ini  
Sesungguhnya ridho Allah SWT berada pada ridho orang tua ”*

*“Bersyukur dalam setiap kondisi  
Bersungguh-sungguh dalam menjalani hidup  
Untuk menatap masa depan gemilang ”*

## **PERSEMBAHAN**

*Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih dan Penyayang  
Dan mengucapkan sholawat kepada Baginda Muhammad SAW  
Laporan Skripsi ini penulis persembahkan ter-untuk :*

*Allah SWT yang telah memberikan petunjuk dan karunia-Nya  
sehingga laporan Skripsi ini dapat selesai*

*Ibu dan Bapak yang telah mendidik dan mendoakan  
untuk kesuksesan penulis*

*Kakak Hesti yang telah memberikan motivasi dan membantu  
pada saat kesusahan*

*Teman seperjuangan yang telah mendengar keluh  
kesah dan telah berbagi ilmu*

*dan dosen pembimbing saya Pak Slamet dan Pak Ramadoni  
yang telah sabar membimbing hingga dapat  
menyelesaikan karya ini.*

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR RUMUS</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>INTISARI</b> .....	xvi
<b>ABSTRACT</b> .....	xvii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang Masalah .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Batasan Masalah. ....	3
1.5. Manfaat Penelitian .....	3
1.6. Metode Pengumpulan Data .....	4
1.7. Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI</b> .....	6
2.1. Tinjauan Pustaka .....	6
2.2. Dasar Teori .....	7
2.2.1. Struktur Jaringan Distribusi .....	9
2.2.2. Penutup Balik Otomatis (PBO) / <i>Recloser</i> .....	12
2.2.3. Pengaman Lebur Atau <i>Fuse Cut Out</i> .....	15
2.2.3.1. <i>Single-shot Reclosing Relay</i> .....	16
2.2.3.2. <i>Multi Shot Reclosing Relay</i> .....	16
2.2.3.3. Selang Waktu Penutup Balik <i>Reclose</i> .....	17

2.2.3.4. Cara Kerja <i>Recloser</i> .....	18
2.2.3.5. Operasi Kerja PBO .....	18
2.2.4. Koordinasi <i>Recloser</i> dan <i>Fuse Cut Out</i> .....	19
2.2.5. <i>Setting Relay</i> OCR dan GFR .....	22
2.2.6. Gangguan Hubung Singkat .....	24
2.2.7. Perhitungan Impedansi .....	26
2.2.8. Perhitungan Arus Hubung Singkat .....	27
2.2.8.1. Impedansi Sumber .....	27
2.2.8.2. Impedansi Trafo Tenaga .....	28
2.2.8.3. Impedansi Saluran .....	28
2.2.8.4. Impedansi Ekuivalen .....	28
2.2.9. Kontinuitas dan Keandalan Pelayanan .....	29
2.2.10. Simulasi Dengan Aplikasi Etap .....	30
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	<b>31</b>
3.1. Alat dan Bahan.....	31
3.1.1 Alat Penelitian.....	31
3.1.2 Bahan Penelitian .....	31
3.1.3 Tahapan Penelitian.....	32
3.1.4 Prosedur Tahapan Penelitian.....	34
3.2. Metode Penelitian .....	35
3.2.1. Studi Literatur .....	35
3.2.2. Pengumpulan Data .....	35
3.2.3. Pengolahan Data dan Analisa .....	35
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>37</b>
4.1. Analisis Perhitungan SAIDI, SAIFI dan Fitness .....	37
4.1.1. Sample perhitungan SAIDI, SAIFI dan Fitness pada trafo distribusi	47
4.1.2. Sample perhitungan Saidi, Saifi dan Fitness pada <i>Fuse Cut Out</i> .....	58
4.2. Sistem Penyulang Pedan 6 .....	61
4.3. Menentukan Nilai Impedansi .....	65

4.3.1. Impedansi Sumber ( $X_{sc2}$ ) .....	65
4.3.2. Impedansi Trafo ( $X_{T1}$ , $X_{T2}$ , $X_{T0}$ ).....	66
4.3.3. Impedansi Penyulang Pedan 06 ( $Z_{penyulang}$ ).....	66
4.3.4. Impedansi Ekuivalen ( $Z_{1eq}$ , $Z_{2eq}$ , $Z_{0eq}$ ) .....	67
4.4. Perhitungan Arus Gubung Singkat .....	68
4.5. Analisis Perhitungan OCR dan GFR <i>Recloser</i> PDN 6-85 .....	70
4.5.1. <i>Setting</i> OCR <i>Recloser</i> PDN6-85 .....	70
4.5.2. <i>Setting</i> GFR <i>Recloser</i> PDN6-85 .....	73
4.6. Analisis Perhitungan <i>Fuse Cut Out</i> pada Jaringan Pedan 6.....	76
4.7. Pengujian <i>Recloser</i> dan <i>Fuse Cut Out</i> dengan Etap 12.6.0 .....	80
4.7.1. Sempel Pertama .....	80
4.7.2. Sempel Kedua .....	85
4.7.3. Sempel Ketiga .....	89
4.7.4. Sempel Keempat .....	93
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	94
5.1. Kesimpulan .....	94
5.2. Saran .....	95
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	96
<b>LAMPIRAN</b> .....	98

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Alur Penyaluran Energi Listrik .....	8
Gambar 2.2. Struktur Jaringan Distribusi Radial .....	10
Gambar 2.3. Struktur Jaringan Distribusi Radial Dengan PBO ( <i>Recloser</i> ) .....	11
Gambar 2.4. Struktur jaringan distribusi <i>loop</i> .....	12
Gambar 2.5. <i>Recloser</i> .....	15
Gambar 2.6. Operasi Kerja PBO.....	19
Gambar 2.7. <i>Feeder</i> Dengan Pengaman <i>Recloser</i> dan FCO .....	22
Gambar 2.8. Kurva Waktu Arus Relai <i>Recloser</i> dan FCO .....	23
Gambar 3.1. Flowchart Peneitian Penempatan <i>Recloser</i> dan FCO.....	32
Gambar 3.2. Flowchart Peneitian <i>Setting</i> OCR, GFR <i>Recloser</i> dan Rating FCO.....	33
Gambar 4.1. Single Line Diagram Trafo, FCO dan <i>Recloser</i> Jaringan Pedan 6... 37	
Gambar 4.2. Grafik Perbandingan Fitness Trafo Distribusi .....	54
Gambar 4.3. Lokasi <i>Recloser</i> setelah dilakukan perhitungan .....	56
Gambar 4.4. Grafik Hasil Perbandingan Fitness pada <i>Fuse Cut Out</i> .....	61
Gambar 4.5. <i>Single Line</i> Jaringan Pedan 6 .....	62
Gambar 4.6. Grafik <i>Setting</i> OCR .....	72
Gambar 4.7. Grafik <i>Setting</i> GFR .....	75



Gambar 4.8. <i>Single Line</i> Simulasi Gangguan Pertama .....	83
Gambar 4.9. Grafik Simulasi Koordinasi <i>Recloser</i> dan FCO Gangguan Pertama	84
Gambar 4.10. <i>Single Line</i> Simulasi Gangguan Kedua.....	87
Gambar 4.11. Grafik Simulasi Koordinasi <i>Recloser</i> dan FCO Gangguan Kedua.....	88
Gambar 4.12. <i>Single Line</i> Simulasi Gangguan Ketiga.....	91
Gambar 4.12. Cara Kerja Simulasi Gangguan Ketiga .....	92
Gambar 4.13. Grafik Koordinasi <i>Recloser</i> dan FCO Kurang Dari 12A.....	93

## DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1. <i>SAIFI</i> .....	14
Rumus 2.2. <i>SAIDI</i> .....	14
Rumus 2.3. <i>Fitness</i> .....	15
Rumus 2.4. Arus Nominal Trafo.....	21
Rumus 2.5. Arus Rating <i>Fuse</i> .....	21
Rumus 2.6. OCR ( $I_{o>}$ ) <i>Recloser</i> .....	24
Rumus 2.7. $I_{set}$ ( <i>sekunder</i> ) .....	24
Rumus 2.8. <i>TMS OCR</i> .....	25
Rumus 2.9. $t$ (Waktu Trip) .....	25
Rumus 2.10. GFR ( $I_{o>}$ ) <i>Recloser</i> .....	25
Rumus 2.11. <i>TMS GFR</i> .....	26
Rumus 2.12. Impedansi Sumber 150 Kv .....	27
Rumus 2.13. Impedansi Sumber 20 Kv .....	27
Rumus 2.14. Impedansi Urutan Positif .....	28
Rumus 2.15. Impedansi Urutan Negatif.....	28
Rumus 2.16. Impedansi Saluran.....	28
Rumus 2.17. Impedansi Equivalen Urutan Positif .....	29
Rumus 2.18. Impedansi Equivalen Urutan Negatif .....	29

Rumus 2.19. Arus Hubung Singkat (Hukum Ohm).....	29
Rumus 2.20. Arus Hubung Singkat 1 fase ke tanah (ampere) .....	29
Rumus 2.21. Arus Hubung Singkat 2 (ampere) .....	29
Rumus 2.22. Arus Hubung Singkat 3 (ampere) .....	29

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. SPLN <i>Recloser</i> dan Fuse Cut Out.....	14
Tabel 2.2. Nilai Impedansi Kawat .....	28
Tabel 4.1 Data Penelitian Trafo Distribusi Pedan 6.....	39
Tabel 4.2. Perhitungan SAIDI, SAIFI dan Fitness Jaringan Pedan 6 .....	49
Tabel 4.3. Penelitian <i>Fuse Cut Out</i> Jaringan Pedan 6.....	57
Tabel 4.4. Hasil Perhitungan SAIFI, SAIDI dan Fitness FCO .....	60
Tabel 4.5. Data Spesifikasi Jaringan Pedan 6 .....	63
Tabel 4.6. Data Spesifikasi Trafo Tenaga II Pedan .....	64
Tabel 4.7. Perhitungan Impedansi Ukuran 240 mm <sup>2</sup> .....	66
Tabel 4.8. Perhitungan Impedansi Ukuran 70 mm <sup>2</sup> .....	67
Tabel 4.9. Perhitungan Impedansi Seri Penghantar 240 mm <sup>2</sup> dan 70 mm <sup>2</sup> .....	67
Tabel 4.10. Perhitungan Arus Hubung Singkat Saluran Pedan 6 .....	69
Tabel 4.11. Hasil Perhitungan <i>Setting</i> OCR .....	72
Tabel 4.12. Hasil Perhitungan <i>Setting</i> GFR.....	75
Tabel 4.13. Data Perbandingan Hasil Perhitungan dengan di Lapangan.....	76
Tabel 4.14. Data FCO terpasang pada jaringan pedan 6.....	76
Tabel 4.15. Perbandingan <i>rating fuse cut out</i> terpasang dengan perhitungan .....	78

## DAFTAR LAMPIRAN

Monitoring FCO Putus .....	98
Rincian Laporan Gangguan Penyulang Pedan 6 Rayon Delunggu .....	103
Data Pembebanan Trafo 1 Phasa Saluran Aset Rayon.....	114
Data Pembebanan Trafo 3 Phasa Saluran Aset Rayon.....	119
Data FCO dan Setting Recloser Jaringan Pedan 6 .....	121
Single Line Diagram Pedan 6 .....	124