

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vi
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
ABSTRAK	xvii
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Pembatasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan dan Manfaat.....	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II	1
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Kajian Pustaka	5
2.2 Transformator	7
2.2.1 Prinsip Kerja Transformator.....	7
2.2.1.1 Transformator Ideal.....	7
2.2.1.2 Transformator Terapan.....	11
2.2.1.3 Representasi Transformator dalam Sistem Tenaga	13
2.2.2 Transformator Tiga Fasa	14
2.3 Tranformator Tenaga.....	16
2.3.1 Konstruksi Transformator Tenaga	17
2.3.1.1 Inti Besi (Rangkaian Magnetik)	17
2.3.1.2 Kumparang atau Belitan (<i>Windings</i>)	19

2.3.1.3	<i>On-Load Tap Changer (OLTC)</i>	20
2.3.1.4	Pendingin	21
2.3.1.5	Tangki dan Konservator	21
2.3.1.6	<i>Bushing</i>	22
2.3.1.7	<i>Neutral Grounding Reactors (NGR)</i>	23
2.3.2	Peralatan Pelengkap Transformator Tenaga	24
2.3.2.1	Alat Pernapasan (<i>Silica Gel</i>)	24
2.3.2.2	Indikator	24
2.3.2.3	Peralatan Proteksi	25
2.3.2.4	Pendingin	25
2.3.3	Syarat Hubungan Paralel Transformator Tiga Fasa	26
2.3.3.1	Rasio tegangan, level tegangan, frekuensi dan urutan fasa	26
2.3.3.2	Vektor Belitan	27
2.3.3.3	Polaritas Belitan (<i>Angular Displacement</i>).....	27
2.3.3.4	Impedansi	29
2.3.3.5	Rasio X/R	34
2.3.4	Pembebanan Transformator Dalam Hubungan Paralel.....	35
2.3.4.1	Impedansi, Rasio X/R dan Kapasitas Sama.....	35
2.3.4.2	Impedansi dan Rasio X/R sama, Kapasitas Berbeda.....	36
2.3.4.3	Rasio X/R dan Kapasitas Sama tapi Impedansi Berbeda.....	37
2.3.4.4	Rasio X/R Sama, Kapasitas dan Impedansi Berbeda.....	38
2.3.4.5	Kapasitas Sama, Rasio X/R dan Impedansi Berbeda.....	39
2.3.4.6	Kapasitas, Rasio X/R dan Impedansi Berbeda.....	41
2.4	Sistem Distribusi Tegangan Menengah.....	41
2.4.1	<i>Single Line Diagram</i>	42
2.5	ETAP (<i>Electrical Transient Analysis Program</i>) 16	43
BAB III.....		45
METODOLOGI PENELITIAN		45
3.1	Model Penelitian.....	45
3.2	Alat dan Bahan Penelitian	46
3.2.1	Peralatan	46
3.2.2	Bahan Penelitian	47

3.2.2.1	Data Primer.....	47
a.	Data dan Parameter Penyulang KPK06.....	48
b.	Data dan Parameter Penyulang BSB06.....	53
b.	Data Spesifikasi Teknis Peralatan dan Beban Incoming Transformator.....	55
3.2.2.2	Data Sekunder.....	59
3.3	Prosedur Penelitian.....	60
3.3.1	Lokasi Penelitian.....	60
3.3.2	Langkah Pengamatan.....	60
3.4	Metode Penelitian.....	61
3.5	Flow Chart.....	63
3.6	Analisa Data Hasil Pengamatan.....	64
BAB IV.....		65
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....		65
4.1	Analisis Data Parameter dan Topologi Jaringan.....	65
4.1.1	Penyulang KPK06.....	65
4.1.1.1	Data Statistik Penyulang KPK06.....	65
4.1.1.2	Diagram Satu Garis (<i>Single Line Diagram</i>) KPK06.....	66
4.1.1.3	Data Setting Peralatan Proteksi Penyulang KPK06.....	67
a.	PMT KPK06.....	67
b.	Recloser KPK02-42.....	68
c.	SSO KPK02-69.....	68
d.	Recloser KLS06-162.....	69
e.	LBS KLS06-179/11.....	69
f.	LBS Normally Open KLS06-179/71.....	69
4.1.2	Penyulang BSB06.....	70
4.1.2.1	Data Statistik Penyulang BSB06.....	70
4.1.2.2	Diagram Satu Garis (<i>Single Line Diagram</i>) BSB06.....	70
4.2	Analisa Teoretis Hubungan Paralel Transformator Tenaga.....	71
4.2.1	Analisis Syarat Mutlak Hubungan Paralel.....	71
4.2.1.1	Rasio Tegangan dan Drop Tegangan.....	71
4.2.1.2	Frekuensi.....	72
4.2.1.3	Urutan Fasa.....	73

4.2.1.4	Vektor Group dan Pergeseran SudutBelitan Transformator.....	74
4.2.2	Analisis Syarat Pendukung Hubungan Paralel Transformator Tenaga.....	75
4.2.2.1	Impedansi	75
a.	Transformator Bay 1 GI Krapyak 150/20 kV 60 MVA Penyulang KPK06....	75
b.	Transformator Bay 1 GI BSB 150/20 kV 20 MVA Penyulang BSB06	80
4.2.2.2	Rasio X/R	85
a.	Transformator Bay 1 GI Krapyak 150/20 kV 60 MVA dan Penyulang KPK 06 85	
b.	Transformator Bay 1 GI BSB 150/20 kV 20 MVA dan Penyulang BS B06... 85	
4.2.2.3	Kapasitas Transformator.....	86
4.2.3	Analisis Hubungan Paralel Transformator di Jaringan Distribusi 20 kV.....	86
4.2.4	Analisis Hubungan Paralel Transformator Tenaga Kasus Ekstrim.....	90
4.3	Simulasi Hubungan Paralel Transformator Tenaga dengan ETAP 16	91
4.3.1	Komponen Simulasi dan Single Line Diagram.....	92
a.	Model Transformator Tenaga	92
b.	Model Bus.....	93
c.	Model PMT.....	94
d.	Model Recloser	95
4.3.2	Hasil Analisa Aliran Daya atau <i>Load Flow</i> dan Kestabilan Sistem.....	98
BAB V	101
PENUTUP	101
5.1	Kesimpulan.....	101
5.2	Saran	101
DAFTAR PUSTAKA	102

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Data spesifikasi teknis penyulang KPK 06.	48
Tabel 3.2. Spesifikasi PMT KPK 06	49
Tabel 3.3. Spesifikasi Recloser Pertama Penyulang KPK 06.....	49
Tabel 3.4. Spesifikasi Sectionalizer KPK 02-69 Penyulang KPK 06.	50
Tabel 3.5. Spesifikasi Recloser KLS 06-162 Penyulang KPK 06.....	50
Tabel 3.6. Spesifikasi LBS KLS 06-179/11 Penyulang KPK 06.	51
Tabel 3.7. Spesifikasi LBS N.O KLS 06-179/71 Penyulang KPK 06.	51
Tabel 3.8. Spesifikasi Penyulang BSB 06	53
Tabel 3.9. Spesifikasi PMT BSB 06.....	54
Tabel 3.10. Spesifikasi transformator bay 1 20 MVA GI BSB.....	56
Tabel 3.11. Spesifikasi transformator bay 1 20 MVA GI BSB.....	58
Tabel 3.12. KHA Penghantar SUTM yang digunakan PLN.	59
Tabel 3.13. Reaktansi penghantar AAAC tegangan 20 kV	59
Tabel 4.1. Metering Nilai Tegangan Penyulang dan Panjang Jaringan KPK 06.....	72
Tabel 4.2. Arsip Hasil Pengukuran Tegangan Uji Urutan Fasa	74
Tabel 4.3. Panjang Jaringan dan Titik Switching Penyulang KPK 06.....	78
Tabel 4.4. Data Panjang Penyulang BSB 06	83
Tabel 4.5. Summary Parameter Hubungan Paralel antara KPK 06 dan BSB 06	87
Tabel 4.6. Summary Data Pengukuran dan Simulasi Tegangan Sistem	100

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Transformator dalam keadaan tanpa beban.	8
Gambar 2.2. Rangkaian skematis sebuah transformator ideal.	10
Gambar 2.3. Transformator terapan.	11
Gambar 2.4. Pemodelan transformator terapan.	12
Gambar 2.5. Rangkaian transformator terapan ekuivalen.	12
Gambar 2.6. Konstruksi transformator tiga fasa satu inti tunggal.	14
Gambar 2.7. Konfigurasi transformator tiga fasa grounded wye – grounded wye.	16
Gambar 2.8. Konfigurasi transformator tiga fasa delta – grounded wye.	16
Gambar 2.9. Transformator Tenaga 60 MVA GI Krpyak.	17
Gambar 2.10. Inti besi transformator tenaga.	19
Gambar 2.11. Kumputan transformator tenaga menggunakan kabel berjenis CTC.	20
Gambar 2.12. Tangki dan Konervator Transformator Tenaga.	22
Gambar 2.13. Bushing Primer Transformator Tenaga	23
Gambar 2.14. Koneksi NGR pada transformator tenaga.	23
Gambar 2.15. Bushing Primer Transformator Tenaga.	25
Gambar 2.16. Single Line Diagram GI Krpyak.	39
Gambar 3.1. Single Line Diagram PLN ULP Semarang Barat.	45
Gambar 3.2. Topologi penyulang KPK 06.	52
Gambar 3.3. SLD penyulang KPK 06.	53
Gambar 3.4. Denah PMT GI Krpyak.	55
Gambar 3.5. SLD GI Krpyak Transformator Bay #1 60 MVA.	55
Gambar 3.6. SLD GI BSB Transformator Bay 1 20 MVA.	57
Gambar 3.7. Flow chart penelitian.	62
Gambar 4.1. SLD GI BSB Transformator Bay #1 20 MVA.	39
Gambar 4.2. ID Transformator.	92
Gambar 4.3. Rating atau Kapasitas Transformator.	93
Gambar 4.4. Level Tegangan Line-to-Line dan Line-to-Ground.	94
Gambar 4.5. Rating tegangan dan setting arus maksimum.	95
Gambar 4.6. Rating tegangan dan setting arus maksimum recloser.	96

Gambar 4.7. Jenis beban dan besar beban pada penyulang.....	97
Gambar 4.8. Impedansi jenis penyulang berdasarkan data PLN.....	97
Gambar 4.9. Diagram Simulasi Hubungan Paralel antara KPK 06 dan BSB 06	98
Gambar 4.10. Hasil simulasi aliran daya.....	99