

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
MOTTO	v
PRAKATA	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
INTISARI	xiii
ABSTRACT	xiv
 BAB I PENDAHULUAN	 1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Tujuan Penulisan	1
C. Permasalahan	2
D. Pembatasan Masalah	3
E. Metode Penulisan	3
F. Sistematika Penulisan	4
 BAB II DASAR TEORI	 5
A. Definisi Transformator	5
B. Konstruksi Transformator	6
1. Inti Besi	7
2. Kumparan Transformator (<i>Winding</i>)	7
3. Minyak Transformator	7
4. Tangki Konservator	8
5. <i>Bushing</i>	8
6. Peralatan Bantu	9
a. Pendingin	9
b. Konservator	12
c. <i>Tap Changer</i>	12
C. Bagan dari Transformator	13
D. Transformator tidak ideal	14
1. Arus Magnetisasi	14
a. Rugi Inti	15
b. Rugi Arus Besi	15
c. Arus Magnetisasi	16
d. Arus Eksitasi	16
e. Rangkaian Ekuivalen Transformator	18
2. <i>Testing</i> Transformator	18
a. Tes Hubung Terbuka	18
b. Tes Hubung Singkat	19

3. Karakteristik Transformator Terhubung Terbuka	20
a. Kebesaran sekunder dinyatakan dalam kebesaran primer	20
b. Kebesaran primer dinyatakan dalam kebesaran sekunder	23
4. Rugi Daya dan Efisiensi Transformator	24
a. Rugi Inti	24
b. Rugi Tembaga	25
c. Efisiensi Transformator	25
E. Pendingin Transformator	25
1. Transformator Minyak dengan Pendingin Sendiri	27
2. Transformator Minyak dengan Pendingin Udara secara Paksa	27
3. Transformator Minyak dengan Pendingin Air (ONAN)	27
4. Transformator Minyak dengan Pendingin Minyak secara Paksa (OFAF)	27

BAB III SISTEM PENDINGIN TRANSFORMATOR 11/154 kV DI PLTA SUTAMI

A. Data Transformator PLTA Sutami	29
B. Data Pengujian Transformator	30
C. Metode Pendinginan dan Klasifikasi dari Peralatan	32
D. Sistem Pendingin pada Transformator	35
1. Sirkulasi <i>Natural</i> dari Minyak dan Udara	36
2. Sirkulasi Minyak <i>Natural</i> , Ventilasi Udara dengan Paksaan	36
E. Kontrol Pendinginan	37
F. Kipas Pendingin	37
G. Perubahan Resistansi terhadap Temperatur Variabel	40
H. Kenaikan Temperatur terhadap Perubahan Beban dalam Sistem ...	41
1. Kenaikan temperatur minyak	41

BAB IV ANALISIS PERHITUNGAN

A. Analisis dari Rangkaian Ekuivalen Transformator	43
1. Tes Tanpa Beban	43
2. Tes Hubung Singkat	45
B. Nilai Resistansi dari Transformator saat Beban Penuh (<i>Full Load</i>)	46
C. Pengoperasian Sebelum Diberikan Media Pendinginan	47
1. Rugi-rugi dan Efisiensi Transformator saat Berbeban Penuh	47
2. Perubahan Temperatur terhadap Beban Variabel	48
3. Rugi-rugi dan Efisiensi pada Beban Tertentu saat Operasi Normal	52
D. Pengoperasian dengan Diberikan Media Pendinginan	57
1. Penyalaan Media Kipas	58
E. Pengaruh Pembebanan Bervariasi terhadap Temperatur pada Transformator dalam Periode Waktu Tertentu	64

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan	67
B. Saran	68

DAFTAR PUSTAKA	69
LAMPIRAN	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	(a) Transformator tipe <i>core</i> , (b) Transformator tipe <i>shell</i>	6
Gambar 2.2	Pendingin dan Kipas transformator	11
Gambar 2.3	Bagan dari Transformator	13
Gambar 2.4	Transformator ideal dalam keadaan tidak berbeban	14
Gambar 2.5	Loop <i>hysteresis</i> dari transformator tak ideal	15
Gambar 2.6	Rangkaian transformator dengan memperhatikan arus eksitasi ...	17
Gambar 2.7	Diagram untuk tes hubung terbuka : (a) Rangkaian untuk tes, (b) Rangkaian ekivalen untuk hubung terbuka	19
Gambar 2.8	Diagram untuk tes hubung singkat : (a) Rangkaian untuk tes, (b) Rangkaian ekivalen untuk hubung singkat	20
Gambar 2.9	Diagram rangkaian ekivalen transformator	21
Gambar 2.10	Diagram dari rangkaian ekivalen transformator	21
Gambar 2.11	Diagram dari rangkaian ekivalen transformator dengan rangkaian sekunder dinyatakan dalam kebesaran primer	22
Gambar 2.12	Diagram dari rangkaian ekivalen transformator dengan rangkaian sekunder dinyatakan dalam kebesaran sekunder	23
Gambar 3.1	Transformator 3x1 fasa di PLTA Sutami	29
Gambar 3.2	Sirkulasi minyak dan udara natural	36
Gambar 3.3	Sirkulasi minyak natural, sirkulasi udara secara paksaan	36
Gambar 4.1	Diagram untuk tes hubung terbuka	43
Gambar 4.2	Diagram untuk tes hubung tertutup	45
Gambar 4.3	Rangkaian ekivalen transformator dengan parameter-parameter yang telah didapatkan sebelumnya	46
Gambar 4.4	Grafik rugi-rugi satu fasa dari transformator terhadap beban variabel	51
Gambar 4.5	Grafik kenaikan temperatur transformator terhadap beban variabel	51
Gambar 4.6	Grafik pengaruh pembebanan terhadap rugi daya transformator	56
Gambar 4.7	Grafik pengaruh pembebanan terhadap efisiensi transformator ...	57
Gambar 4.8	Grafik perbedaan rugi-rugi saat sebelum dan sesudah diberikan pendinginan oleh media kipas	62
Gambar 4.9	Grafik perbedaan efisiensi sebelum dan sesudah diberikan pendinginan oleh media kipas	63
Gambar 4.10	Grafik perbandingan temperatur minyak transformator sebelum dan sesudah diberikan pendinginan	63
Gambar 4.11	Grafik beban dalam satu hari di GI Sutami Malang	66

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	<i>Nameplate</i> Transformator Unit II di PLTA Sutami	30
Tabel 3.2	Data rasio transformator	30
Tabel 3.3	Data tes tanpa beban dan tes hubung singkat transformator	31
Tabel 3.4	Data rugi-rugi transformator	32
Tabel 3.5	Klasifikasi dan simbol dari metode pendinginan transformator....	33
Tabel 3.6	Batas pencapaian temperatur dari transformator tercelup minyak	34
Tabel 3.7	<i>Rating</i> sistem isolasi transformator	35
Tabel 3.8	Koefisien temperatur dari resistansi pada material konduktor	40
Tabel 4.1	Kenaikan temperatur transformator terhadap beban variabel	50
Tabel 4.2	Perubahan resistansi saat beban berubah-ubah	52
Tabel 4.3	Perubahan arus terhadap beban variabel	54
Tabel 4.4	Rugi-rugi dikumparan dan besi transformator	55
Tabel 4.5	Rugi daya total dan efisiensi transformator	55
Tabel 4.6	Resistansi pada beban bervariasi dengan diberikan pendinginan oleh media kipas	61
Tabel 4.7	Rugi-rugi di kumparan dan besi transformator saat diberikan pendinginan oleh media kipas	61
Tabel 4.8	Rugi daya dan efisiensi transformator saat diberikan pendinginan oleh media kipas	62
Tabel 4.9	Data <i>Log Sheet</i> Pengoperasian GI Sutami tanggal 20 April 2016	64
Tabel 4.10	Daya kompleks sebagai beban transformator	65