

TRANSFORMATOR DAYA LISTRIK: Desain, Instalasi, Proteksi, Aplikasi, Pemeliharaan, dan *Troubleshooting*

Penulis:

Fransisco Danang Wijaya
Wahyudi Budi Pramono



GADJAH MADA UNIVERSITY PRESS

DAFTAR ISI

PRAKATA	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xvi
BAB 1 PENGANTAR TRANSFORMATOR.....	1
1.1 Apakah Itu Transformator?	1
1.2 Prinsip Dasar Pengoperasian.....	3
1.3 Inti dan Bahan Inti Transformator.....	4
1.4 Konstruksi Inti Transformator.....	8
1.5 Belitan Transformator	9
1.6 Rangkaian Ekuivalen Transformator.....	10
1.7 Daya pada Transformator	15
1.8 Jenis Transformator	16
1.9 Spesifikasi Transformator Daya.....	23
1.10 Standar dan Peraturan Transformator.....	26
BAB 2 PERANCANGAN TRANSFORMATOR DAYA	27
2.1 Perancangan Inti Transformator	28
2.1.1 Penentuan Luas Limb	29
2.1.2 Pemilihan Kerapatan Fluks Magnetik.....	31

2.2	Perancangan Belitan Tegangan Rendah	32
2.3	Perancangan Belitan Tegangan Tinggi.....	36
2.4	Dimensi Belitan.....	37
2.6	Dimensi Inti.....	38
2.6	Perhitungan Berat Inti	39
2.7	Perhitungan Berat Belitan	40
2.8	Perhitungan Tahanan	40
2.9	Karakteristik Impedansi Transformator Daya.....	41
2.10	Perhitungan Rugi-Rugi.....	47
2.10.1	Rugi-Rugi Arus Eddy dalam Belitan Tegangan Rendah	47
2.10.2	Rugi-Rugi Inti.....	49
2.10.3	Perhitungan Efisiensi	49
2.11	Susunan Belitan Terhadap Inti	50
2.12	Perancangan Isolasi.....	50
BAB 3	KONEKSI DAN KONFIGURASI TRANSFORMATOR.....	53
3.1	Koneksi Transformator Satu Fase	55
3.1.1	Koneksi Paralel Transformator Satu Fase.....	56
3.1.2	Koneksi Seri Transformator Satu Fase	57
3.2	Koneksi Transformator Tiga Fase	59
3.2.1	Koneksi Δ - Δ	60
3.2.2	Koneksi Δ -Y	61
3.2.3	Koneksi Y – Y	63
3.2.4	Koneksi Y – Δ	64
3.2.5	Koneksi Delta-Zigzag (Δ -Z)	64
3.3	Notasi Grup Vektor.....	66
3.4	Sambungan Transformator dalam Penyearah.....	69
BAB 4	SISTEM PROTEKSI TRANSFORMATOR	73
4.1	Pengantar Proteksi Transformator Daya	73
4.2	SKEMA PROTEKSI TRANSFORMATOR	74
4.2.1	Proteksi Diferensial.....	76
4.2.2	Proteksi Arus Lebih (<i>Overcurrent Protection</i>)..	80

4.2.3	Proteksi Tegangan Lebih (<i>Overvoltage Protection</i>)	82
4.2.4	Proteksi Beban Lebih (<i>Overload Protection</i>) ...	85
4.2.5	Proteksi Rele Buchholz.....	86
4.2.6	<i>Distance Protection</i>	89
4.2.7	Proteksi Arus Gangguan Tanah.....	90
4.3	Perhitungan Dan Penyetelan Rele Proteksi.....	92
BAB 5	APLIKASI TRANSFORMATOR DI INDUSTRI	95
5.1	Distribusi Tenaga Listrik Di Industri	98
5.1.1	Penentuan Beban.....	98
5.1.2	Sumber Daya Listrik.....	99
5.1.3	Penentuan Kapasitas Transformator	101
5.1.4	Topologi Distribusi Daya Listrik	103
5.2	Regulasi Dan Pengendalian Tegangan	105
5.3	Harmonisa Dan Filter	107
BAB 6	TRANSFORMATOR PADA TANUR BUSUR LISTRIK (<i>SMELTER</i>).....	111
6.1	Tanur Busur Listrik	113
6.2	Jenis Tungku Busur Listrik	119
6.2.1	Tungku Busur Listrik Langsung.....	119
6.2.2	Tungku Busur Listrik Tidak Langsung	120
6.2.3	Tungku Busur Teredam.....	121
6.3	TRANSFORMATOR TANUR BUSUR LISTRIK AC.	122
6.4	TRANSFORMATOR TANUR BUSUR LISTRIK DC	124
6.4.2	Transformator TT/TM Tanur Busur Listrik	125
6.4.3	Transformator TM/TR Tanur Busur Listrik.....	126
BAB 7	TRANSFORMATOR UNTUK PLTS	129
7.1	Kode Jaringan untuk Energi Terbarukan.....	131
7.2	Konfigurasi PLTS Internal.....	132
7.3	Pengaruh Arus Harmonik pada Transformator	135
7.4	Transformator pada PLTS	136

7.5	Solid State Transformer (SST).....	140
BAB 8	INSTALASI DAN KOMISIONING TRASFOMATOR	143
8.1	Persiapan dan Tata Letak Lokasi.....	143
8.2	Inspeksi Awal	145
8.3	Pembersihan dan Pengeringan Komponen Transformator Daya	145
8.4	Sambungan Listrik dan Pentanahan	147
8.5	Sistem Pendinginan.....	149
8.6	PENGUJIAN DAN KOMISIONING (<i>ACCEPTANCE TEST</i>).....	150
BAB 9	PEMELIHARAAN DAN <i>TROUBLESHOOTING</i> TRANSFORMATOR	155
9.1	Perawatan Rutin	155
9.2	Diagnostik Tingkat Lanjut.....	160
9.2.1	Deteksi Suhu dengan Kamera Inframerah	161
9.2.2	Pemantauan DGA secara <i>on-line</i>	162
8.3	<i>Troubleshooting</i> pada Transformator	163
	REFERENSI.....	167
	GLOSARIUM	173
	INDEKS	177
	BIODATA	181