

# LAMPIRAN

LAMPIRAN 1:

Tabel Klasifikasi Sistem Pendingin Pada Transformator Daya:

No.	Macam Sistem Pendingin	Media			
		Di dalam Transformator		Di luar Transformator	
		Sirkulasi Alami	Sirkulasi Paksa	Sirkulasi Alami	Sirkulasi Paksa
1.	AN	-	-	Udara	-
2.	AF	-	-	-	Udara
3.	ONAN	Minyak	-	Udara	-
4.	ONAF	Minyak	-	-	Udara
5.	OFAN	-	Minyak	Udara	-
6.	OFAF	-	Minyak	-	Udara
7.	OFWF	-	Minyak	-	Air
8.	ONAN/ONAF	Kombinasi 3 dan 4			
9.	ONAN/OFAN	Kombinasi 3 dan 5			
10.	ONAN/OFAF	Kombinasi 3 dan 6			
11.	ONAN/OFWF	Kombinasi 3 dan 7			

LAMPIRAN 2:

Tabel Klasifikasi Minyak Isolasi Pakai:

<b>Gas(ppm)/Kondisi</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
H <sub>2</sub>	<100	101-700	701-1800	>1800
CH <sub>4</sub>	<120	121-400	401-1000	>1000
CO	<350	351-570	571-1400	>1400
CO <sub>2</sub>	<2500	2500- 4000	4001-10000	>10000
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	<50	51-100	101-200	>200
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	<65	66-100	101-150	>150
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	1	1 – 9	10 – 35	>35
TDCG	<720	721-1920	1921-4630	>4630

LAMPIRAN 3:

Tabel Jenis Kegagalan (*fault*) yang Terjadi Dengan Uji DGA:

Simbol	Kegagalan	Contoh
PD	<i>Partial Discharge</i>	Pelepasan muatan ( <i>discharge</i> ) dari plasma dingin ( <i>corona</i> ) pada gelembung gas (menyebabkan pengendapan <i>X-wax</i> pada isolasi kertas) ataupun tipe percikan (menyebabkan proses perforasi atau kebolongan pada kertas yang bisa saja sulit untuk dideteksi)
D1	<i>Discharge of Low Energy</i>	Discharge yang mengakibatkan kerusakan dan karbonisasi yang meluas pada kertas minyak. Pada kasus yang lebih ekstrem terjadi penggabungan metal ( <i>metalfusion</i> ), pemutusan ( <i>tripping</i> ) peralatan dan pengaktifan alarm gas
D2	<i>Discharge of High Energy</i>	Discharge yang mengakibatkan kerusakan dan karbonisasi yang meluas pada kertas minyak. Pada kasus yang lebih ekstrem terjadi penggabungan metal ( <i>metalfusion</i> ), pemutusan ( <i>tripping</i> ) peralatan dan pengaktifan alarm gas.
T1	<i>Thermal fault,</i> $T < 300^{\circ}\text{C}$	Isolasi kertas berubah warna menjadi coklat pada temperatur $> 200^{\circ}\text{C}$ (T1) dan pada temperatur $> 300^{\circ}\text{C}$
T2	<i>Thermal fault,</i> $300 < T < 700^{\circ}\text{C}$	Terjadi karbonisasi kertas munculnya formasi partikel karbon pada minyak (T2).
T3	<i>Thermal fault,</i> $T > 700^{\circ}\text{C}$	Munculnya formasi partikel karbon pada minyak secara meluas, pewarnaan pada metal ( $200^{\circ}\text{C}$ ) ataupun penggabungan metal ( $> 1000^{\circ}\text{C}$ ).

LAMPIRAN 4:

Tabel Batas Konsentrasi Gas Terlarut Dalam Minyak Transformator:

Status	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	CO	CO <sub>2</sub> <sup>1</sup>	TDCG
Kondisi 1	100	120	35	50	65	350	2,500	720
Kondisi 2	101-700	121-400	36-50	51-100	66-100	351-570	2,500-4,000	721-1,920
Kondisi 3	701-1,800	401-1,000	51-80	101-200	101-150	571-1,400	4,001-10,000	1,921-4,630
Kondisi 4	>1,800	>1,000	>80	>200	>150	>1,400	>10,000	>4,630

LAMPIRAN 5:

Tabel TDCG:

Kondisi	Tingkat TDCG, atau nilai tertinggi dari masing-masing gas	Tingkat Kenaikan TDCG (ppm/hari)	Interval sampling dan tindakan pengoperasian	
			Interval Sampling	Tindakan Pengoperasian
1.	Nilai TDCG < 720 ppm, atau nilai tertinggi dari masing-masing gas	<10.0	Tahunan. 6 Bulanan untuk transformator tegangan ekstra tinggi	Operasi Normal
		10.0-30.0	Tiga Bulanan	
		>30	Satu Bulanan	Perhatian, analisa penyebab dari masing-masing gas
2.	721-1920 ppm, atau nilai tertinggi dari masing-masing gas	<10	Tiga Bulanan	Perhatian, analisa penyebab dari masing-masing gas

Tabel TDCG (lanjutan):

3.	1941-4630 ppm, atau nilai tertinggi dari masing-masing gas	<10	Bulanan	Awas. Rencanakan untuk mematikan transformator, hubungi produsen pembuat atau konsultan untuk mengetahui tindakan yang harus dilakukan
		10.0-30.0	Mingguan	
		>30	Mingguan	
4.	>4630 ppm, atau nilai tertinggi dari masing-masing gas	<10	Mingguan	Awas. Rencanakan untuk mematikan transformator, hubungi produsen pembuat atau konsultan untuk mengetahui tindakan yang harus dilakukan
		10.0-30.0	Harian	
		>30	Harian	Awas. Lakukan Servis, hubungi produsen pembuat atau konsultan untuk mengetahui tindakan yang harus dilakukan

LAMPIRAN 6:

Tabel *Key Gas*:

<b>Gangguan</b>	<b>Gas Kunci</b>	<b>Kriteria</b>	<b>Jumlah Presentase Gas</b>
Busur Api ( <i>Arcing</i> )	Asetilen (C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> )	Hidrogen (H <sub>2</sub> ) dan Asetilen (C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> ) dalam jumlah besar dan sedikit metana (CH <sub>4</sub> ) dan etilen (C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> )	Hidrogen (H <sub>2</sub> ) : 60% Asetilen (C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> ) : 30%
Korona ( <i>Partial Discharge</i> )	Hidrogen (H <sub>2</sub> )	Hidrogen dalam jumlah besar, metana jumlah sedang, dan sedikit etilen	Hidrogen :85% Metana :13%
Pemanasan lebih minyak	Etana	Etana dalam jumlah besar dan etilen dalam jumlah kecil	Etana: 63% Etilen : 20%
Pemanasan lebih selulosa	Karbon monoksida	CO dalam jumlah besar	CO : 92%



LAMPIRAN 7:

Tabel Rasio Roger (1):

<b>Rentang Kode Roger</b>	<b>C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>/C<sub>2</sub>H<sub>4</sub></b>	<b>CH<sub>4</sub>/H<sub>2</sub></b>	<b>C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>/C<sub>2</sub>H<sub>6</sub></b>
< 0.1	0	1	0
0.1-1	1	1	0
1-3	1	2	1
>3	2	2	2

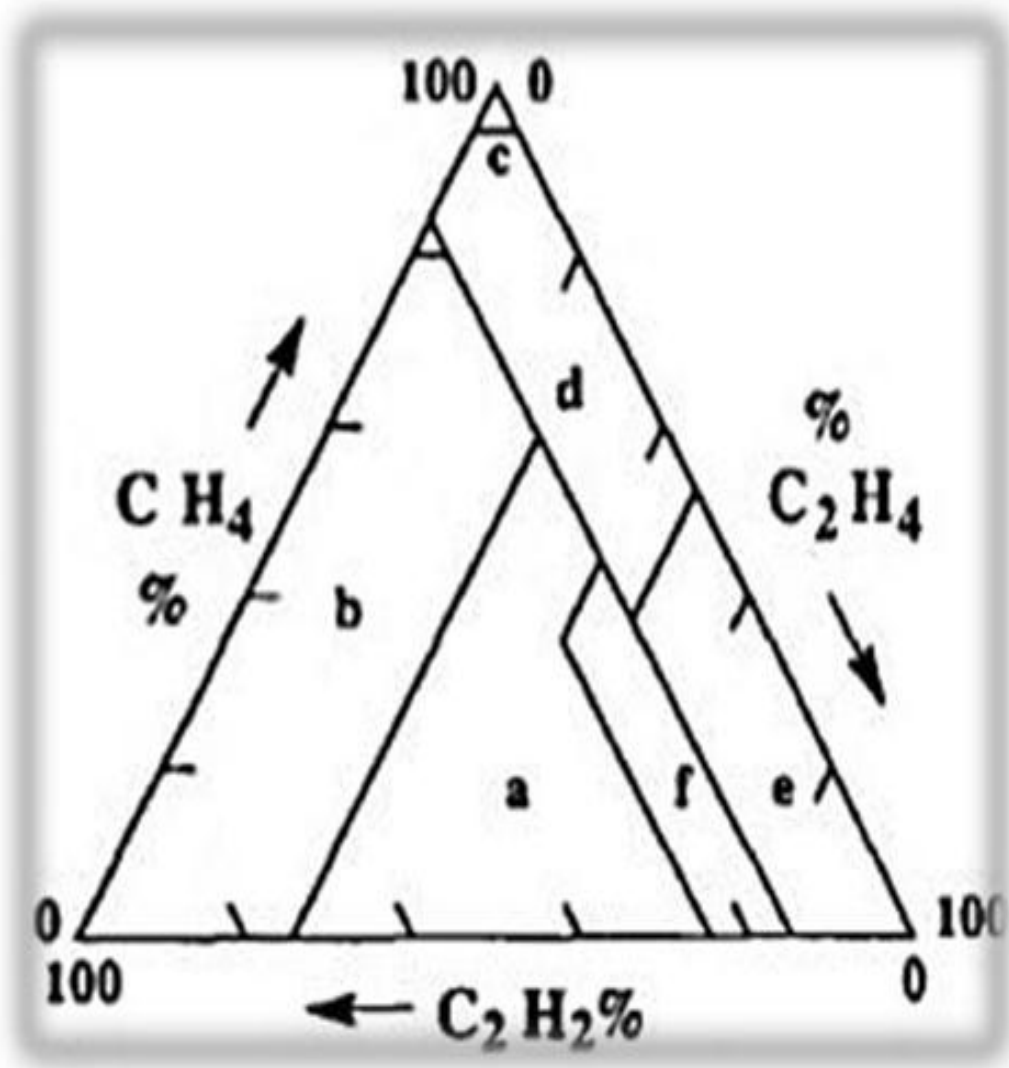
LAMPIRAN 8:

Tabel Rasio Roger (2):

Kasus	Tipe Gangguan	Kode Rasio Roger		
		$C_2H_2/C_2H_4$	$CH_4/CH_2$	$C_2H_4/C_2H_6$
1	Tidak Ada Gangguan	0	0	0
2	<i>Low Energy Partial Discharge</i>	1	1	0
3	<i>High Energy Partial Discharge</i>	1-2	1	0
4	<i>Low Energy Discharges, Sparking, Arching</i>	1-2	0	1-2
5	<i>High Energy Discharges, Sparking, Arching</i>	1	0	2
6	<i>Thermal Fault Suhu dibawah 150°C</i>	0	0	1
7	<i>Thermal Fault Suhu antara 150° -300°C</i>	1	2	1
8	<i>Thermal Fault Suhu antara 300° -700°C</i>	0	2	0
9	<i>Thermal Fault Suhu diatas 700°C</i>	0	2	2

LAMPIRAN 9:

Gambar Segitiga Duval:



LAMPIRAN 10:

Tabel Hasil Pengujian *DGA* Pada Transformator *Step-up* 11.8 kV/150 kV Unit T21 Main Transformator Unit 2:

GAS		EXTERN A L	INTERNA L	INTERNA L	INTERNA L	INTERNA L	INTERNA L	INTERNA L	INTERNA L	INTERNA L	INTERNA L	INTERNA L
		13-11- 2012	27-11- 2012	27-06- 2013	12-12- 2013	12-06- 2014	07-08- 2014	25-09- 2014	16-01- 2015	07-04- 2015	10-10- 2015	26-07- 2016
		After Filter	PDM	PDM	PDM	PDM	PDM	PDM	PDM	PDM	PDM	PDM
Hydrogen	H <sub>2</sub>	0,13	25	49	59	68	58	56	46	60	42	30
Methane	CH <sub>4</sub>	0,09	5	6	9	10	9	8	11	8	9	7
Carbon Monoxid e	CO	2,5	169	468	506	515	491	452	475	482	277	451
Carbon Dioxide	CO <sub>2</sub>	137	1714	5928	8280	10683	11332	10923	11936	12707	3578	7536
Ethylene	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	0,098	1	2	3	1	1	3	3	2	8	9
Ethane	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0,37	9	10	9	9	8	6	9	9	64	6
Acetylene	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	0,013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TDC G	3	208	535	585	601	565	524	543	560	399	502
	H <sub>2</sub> O		25	31	32	37	27	25	26	31	28	23



LAMPIRAN 12:

Peta Lokasi PT. Indonesia Power UPJP Kamojang:

