

Analisis Partial Discharge dan Prediksi Usia Layak Isolasi Belitan Stator Generator 143,4 MVA

Kukuh Widodo¹, Muhamad Haddin², Gunawan³

1, 2, 3Teknik Elektro, Universitas Islam Sultan Agung

¹kukuhwi99@gmail.com

²haddin@unissula.ac.id

³gunawan@unissula.ac.id

ABSTRACT

The arise of partial discharge in isolation of the winding stator generator is thing that general because existence ageing and excessive stress. Partial discharge in isolation of the winding stator occur in the core slot area or endwinding area. The problem that occur in isolation of the winding stator generator is the presence of corona and high partial discharge in the endwinding area caused by ineffective monitoring of partial discharge. This research discusses about that occurrence corona and partial discharge, and the effectiveness of repairing insulation of the stator winding that performed during overhaul. The analysis methods used is comparative, characteristics and trending, and linear regression to predict the age of operation worthiness in isolation of the winding stator. The results of the analysis showed that, the cause of corona and high partial discharge due to damage to the isolation surface consequence contamination from bearing seal oil which have seepage and load & thermal cycling, with the age of operation worthiness shortest isolation of the winding stator during ± 2 years 1 month 21 days or only increased 14 days after overhaul.

Keywords: partial discharge, corona, linear regression, age of worthiness isolation of the winding

ABSTRAK

Timbulnya partial discharge pada isolasi belitan stator generator merupakan hal yang umum terjadi karena adanya penuaan dan tekanan yang berlebih. Partial discharge pada isolasi belitan stator terjadi di area slot inti atau area endwinding. Permasalahan yang terjadi pada isolasi belitan stator generator adalah adanya korona dan partial discharge tinggi pada area endwinding yang disebabkan karena kurang efektifnya monitoring terhadap partial discharge. Penelitian ini membahas tentang terjadinya korona dan partial discharge, serta efektifitas perbaikan isolasi belitan stator generator yang dilakukan saat overhaul. Metode analisa yang digunakan adalah komparasi, karakteristik dan trending, serta regresi linear untuk memprediksi usia kelayakan operasi isolasi belitan stator. Hasil analisa menunjukkan bahwa, penyebab terjadinya korona dan partial discharge tinggi karena adanya kerusakan pada permukaan isolasi akibat kontaminasi minyak dari seal oil bearing 5 yang mengalami rembesan dan load & thermal cycling, dengan usia kelayakan operasi tersingkat isolasi belitan stator selama ± 2 tahun 1 bulan 21 hari atau hanya mengalami kenaikan 14 hari setelah overhaul.

Kata kunci : partial discharge, korona, regresi linear, usia layak isolasi belitan

1. PENDAHULUAN

Partial discharge (PD) merupakan peluahan elektris yang terjadi pada rongga (*void*) yang terlokalisir, baik didalam maupun dipermukaan isolasi akibat adanya *electrical stress* (3 kV/mm) melebihi *electrical breakdown* (300 kV/mm) udara [1]. Sedangkan, korona merupakan *non disruptive discharge* atau disebut sebagai PD yang terjadi karena adanya ionisasi udara disekitar permukaan konduktor [2]. Timbulnya PD pada sistem isolasi disebabkan oleh penuaan (*ageing*) dari isolasi tersebut. PD berpotensi menyebabkan kegagalan hubung singkat (*short circuit*) antara fasa ke tanah (*slot* inti) maupun fasa ke fasa (*endwinding*), sehingga diperlukan adanya sistem monitoring sebagai langkah prediktif (*predictive maintenance*) untuk mencegah terjadinya kegagalan tersebut [3]. Sistem monitoring PD yang umum digunakan saat ini terdapat tiga jenis, namun pada generator pembangkit listrik tenaga gas (PLTG) dominan menggunakan jenis *periodical online monitoring*, yaitu sistem monitoring dengan satu buah alat ukur PD portabel untuk semua generator yang tersedia.

Permasalahan yang terjadi dalam penelitian ini adalah timbulnya korona dan PD yang tinggi pada isolasi belitan stator generator saat dilakukan pemeliharaan periodik *overhaul*. Hal ini disebabkan karena kurang efektifnya monitoring terhadap PD, dimana monitoring yang dilakukan masih sebatas pengukuran dan mencatat nilai PD yang terukur, sehingga diperlukan adanya analisa guna mengetahui penyebab terjadinya korona dan PD serta efektifitas perbaikan yang dilakukan saat *overhaul*.

Beberapa penelitian terdahulu tentang PD dan prediksi usia isolasi belitan stator yang telah dilakukan antara lain: pengukuran PD secara *online* pada generator dengan pendingin H₂ yang mampu mendeteksi belitan yang longgar dan terkontaminasi bahan konduktif [4], analisa PD pada generator menggunakan metode komparasi, trending dan karakteristik yang dikeluarkan oleh *Iris Power Engineering, Inc.* [5], dan prediksi usia efektif isolasi belitan stator menggunakan metode regresi linear [6]. Penelitian ini memfokuskan tentang analisis PD dan prediksi usia layak operasi pada isolasi belitan stator generator, dengan menggunakan metode dari *Iris Power Engineering, Inc.* dan regresi linear.

2. METODE DAN PERANCANGAN PENELITIAN

Metode komparasi merupakan metode analisa yang dilakukan dalam dua tahapan. Tahap pertama dengan membandingkan nilai PD dengan mesin yang identik (mesin dengan parameter operasi yang sama dan menggunakan instrument dan metode pengukuran PD yang sama) dan tahap kedua dengan membandingkan nilai PD dengan data *relative severity* [8], seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data *Relative Severity* [7]

PARAMETER		LEVEL					
Tegangan (kV)	13-15	<i>Negligible</i>	<i>Low</i>	<i>Typical</i>	<i>Moderate</i>	<i>High</i>	<i>Very High</i>
		< 25%	< 50%	< 75%	< 90%	< 95%	> 95%
H ₂ (Psig)	21-30	< 19	19	48	92	172	284

Metode karakteristik merupakan metode analisa yang menggunakan grafik *phase resolved partial discharge* (PRPD) untuk mengolah data hasil pengukuran PD. Pada grafik PRPD dapat diketahui mekanisme kegagalan dan lokasi PD yang terjadi, baik pada area *slot* (terjadi pada sudut

45⁰ dan 225⁰) maupun *endwinding* (terjadi diluar sudut 45⁰ dan 225⁰) belitan stator [8]. Mekanisme kegagalan area *slot* antara lain: *partial discharge no predominance* (45⁰ dan 225⁰), *positive predominance* (225⁰) dan *negative predominance* (45⁰). Sedangkan, mekanisme kegagalan area *endwinding* antara lain: *mechanically dependent* (0⁰ dan 180⁰), *open air arc* (90⁰ dan 270⁰) dan *broken strands* (0⁰/180⁰) [8]. Metode trending merupakan metode analisa yang membandingkan hasil pengukuran PD saat ini dengan hasil pengukuran PD sebelumnya. Metode ini menghasilkan grafik yang mempresentasikan proses penuaan isolasi dengan menampilkan data NQN (*Normalized Quantity Number*), Qm (Magnitudo), daya aktif (Watt) dan temperatur belitan (°C) [8]. Sedangkan, regresi linear merupakan metode statistik yang menerangkan hubungan antara satu variabel bebas X (*predictor*) dengan satu variabel tak bebas Y (*response*) dan digambarkan garis lurus [9] dengan menggunakan persamaan (1):

$$Y = a + bX \quad (1)$$

dengan, Y = variabel tak bebas/garis regresi, X = variabel bebas, a = konstanta regresi/*intersep* (perpotongan dengan sumbu Y), dan b = konstanta regresi/*slope*. Nilai konstanta a dan b dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (2) dan (3) :

$$a = \frac{\sum x^2 \sum y - \sum x \sum xy}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \quad (2)$$

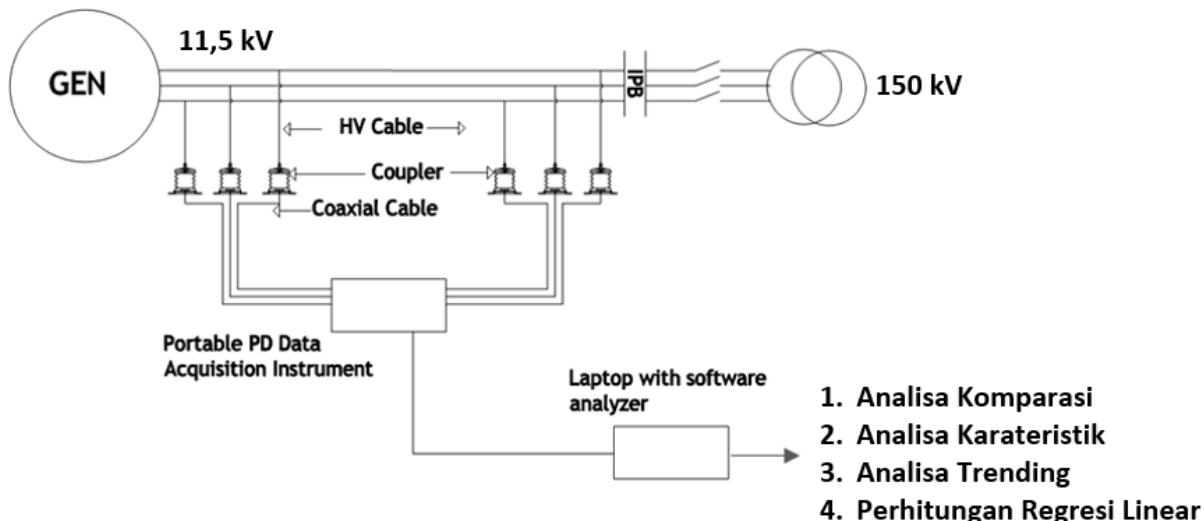
$$b = \frac{n \sum xy - \sum x \sum xy}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \quad (3)$$

dengan, n = jumlah data. Besarnya *standard error of estimate* menggunakan persamaan (4) :

$$S_{y,x} = \sqrt{\frac{\sum y^2 - a \sum y - b \sum xy}{n}} \quad (4)$$

2.1. Model Penelitian

Penelitian mengambil objek pada *Gas Turbine Generator* (GTG) 143,4 MVA Unit 1 PLTG Jawa Tengah. Penelitian dilakukan dalam tiga tahapan antara lain: tahap pertama dengan melakukan analisa dan perhitungan data pengukuran PD sebelum periode *overhaul*. Pada tahap ini akan terlihat nilai dan mekanisme PD yang terjadi. Tahap kedua dengan melakukan identifikasi kondisi fisik secara visual dan pengujian korona pada isolasi belitan stator saat periode *overhaul*. Selama periode ini, isolasi belitan dilakukan perbaikan untuk mengembalikan kondisinya. Tahap ketiga dengan melakukan analisa dan perhitungan kembali data pengukuran PD setelah periode *overhaul* dan akan terlihat nilai dan mekanisme PDnya. Pengukuran PD dilakukan secara *online* saat generator beroperasi, dengan model rangkaian pengukuran jenis *double ended capacitive coupler*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Model Rangkaian Pengukuran *Partial Discharge* [1]

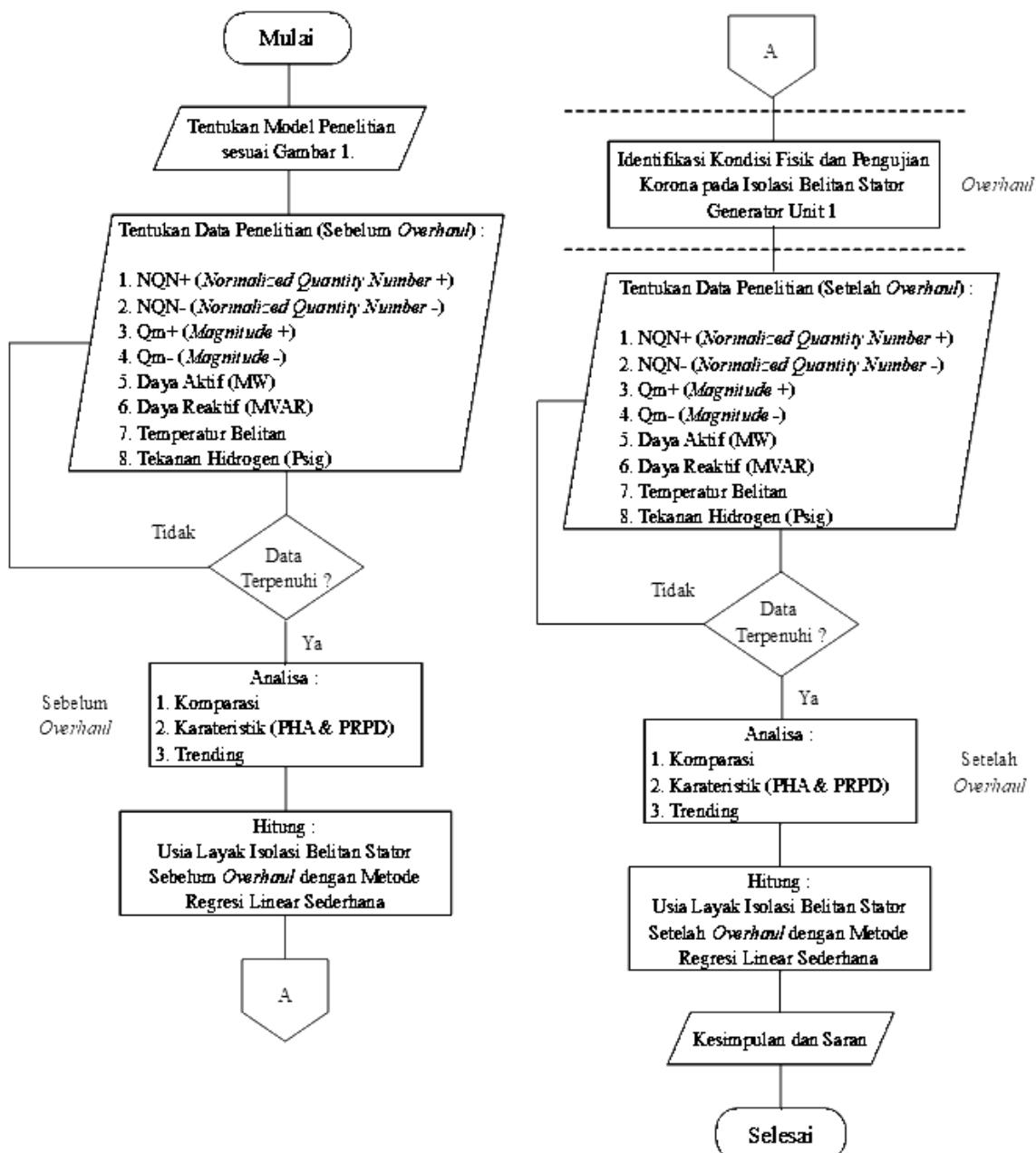
dengan data spesifikasi generator Unit 1 ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi Generator Unit 1 [10]

Nama	Keterangan
Model	: GE9001E
Jumlah Kutub	: 2/ Wye
Kecepatan	: 3000 rpm
Frekuensi	: 50 Hz
Pendingin	: Hidrogen/ 30 Psig
Daya Semu	: 143400 kVA
Tegangan Stator	: 11,5 kV
Arus Stator	: 7199 A
Tegangan Eksitasi	: 500 V
Arus Eksitasi	: 1283 A
Faktor Daya	: 0,8
Kelas Isolasi	: F (155°C)/ Epoxy Mica
Konfigurasi Belitan	: Multi Turn Coil

2.2. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian pada generator Unit 1 diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Tahapan Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisa Partial Discharge Sebelum Overhaul

Data pengukuran sebelum *overhaul* yang digunakan dalam penelitian ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Pengukuran *Partial Discharge* Sebelum Overhaul

Fasa	Tanggal	Daya		Temp Belitan (°C)	H₂ (Psig)	NQN+	NQN-	Qm+	Qm-
		MW	MVAR						
R	31/7/2017	95.3	0.2	84	25	188	-	52	59
	22/12/2017	49.2	9.8	52	28	69	67	37	33
	3/1/2018	80	1.1	63	26.4	-	142	52	60
	30/5/2018	65.5	0.4	78	24.1	122	186	62	103
	16/10/2018	75	2.1	94	28	72	202	51	122
S	31/7/2017	95.3	0.2	84	25	82	112	38	54
	22/12/2017	49.2	9.8	52	28	99	100	50	54
	3/1/2018	80	1.1	63	26.4	354	289	191	170
	30/5/2018	65.5	0.4	78	24.1	582	367	336	223
	16/10/2018	75	2.1	94	28	480	176	228	115
T	31/7/2017	95.3	0.2	84	25	297	265	141	115
	22/12/2017	49.2	9.8	52	28	97	83	84	45
	3/1/2018	80	1.1	63	26.4	-	152	47	72
	30/5/2018	65.5	0.4	78	24.1	107	169	62	94
	16/10/2018	75	2.1	94	28	59	175	35	85

A. Komparasi

Data pengukuran pada Tabel 3 dikomparasi dengan data generator Unit 2 dan Unit 3, dengan hasil analisa menunjukkan bahwa, generator Unit 1 memiliki PD yang lebih tinggi dibandingkan dengan generator Unit 2 dan Unit 3, karena ditemukannya PD *high* dengan kategori > 90% pada fasa S. Sehingga, generator Unit 1 diprioritaskan untuk dilakukan inspeksi terlebih dahulu pada isolasi belitan statornya, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Analisa Komparasi Sebelum Overhaul

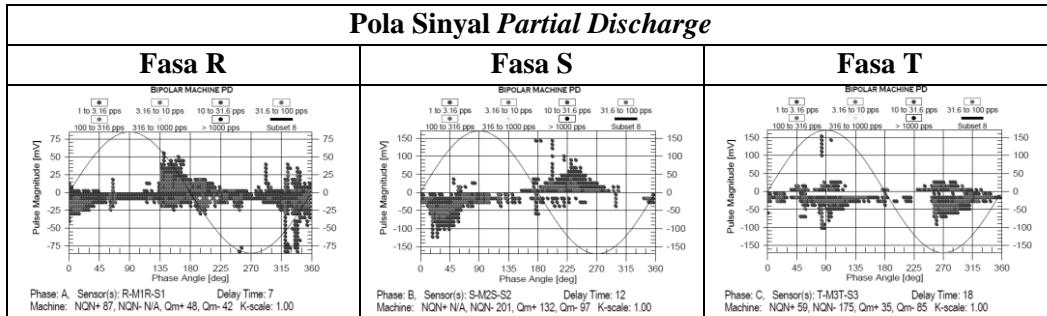
Tanggal	Generator	Fasa	Qm+	Qm-	Level Partial Discharge	
10 Oktober 2018	Unit 1	R	51	122	< 90%	<i>Moderate</i>
		S	228	115	> 90%	<i>High</i>
		T	35	85	< 75%	<i>Typical</i>
7 Juni 2018	Unit 2	R	14	14	< 25%	<i>Negligible</i>
		S	19	12	< 50%	<i>Low</i>
		T	26	8	< 50%	<i>Low</i>
31 Mei 2018	Unit 3	R	9	13	< 25%	<i>Negligible</i>
		S	63	27	< 75%	<i>Typical</i>
		T	35	35	< 50%	<i>Low</i>

B. Karakteristik

Hasil analisa data pengukuran dengan grafik PRPD pada Tabel 5 menunjukkan bahwa, fasa R mengalami *mechanical dependent* (180⁰) artinya terjadi kelonggaran pada koneksi terminal generator atau pada belitan slot stator (*loose winding*) akibat vibrasi, fasa S mengalami *partial discharge classic negative predominance* (45⁰ dan 225⁰) artinya terdapat rongga (*void*) didalam isolasi yang berada dekat dengan konduktor belitan (delaminasi) akibat pola

operasi generator yang cepat berubah (*load and thermal cycling*) dan fasa T mengalami *open air arc/korona* (90° dan 270°) artinya terdapat deteriorasi pada permukaan isolasi area *endwinding* akibat kontaminasi atau kotoran lain yang menempel isolasi.

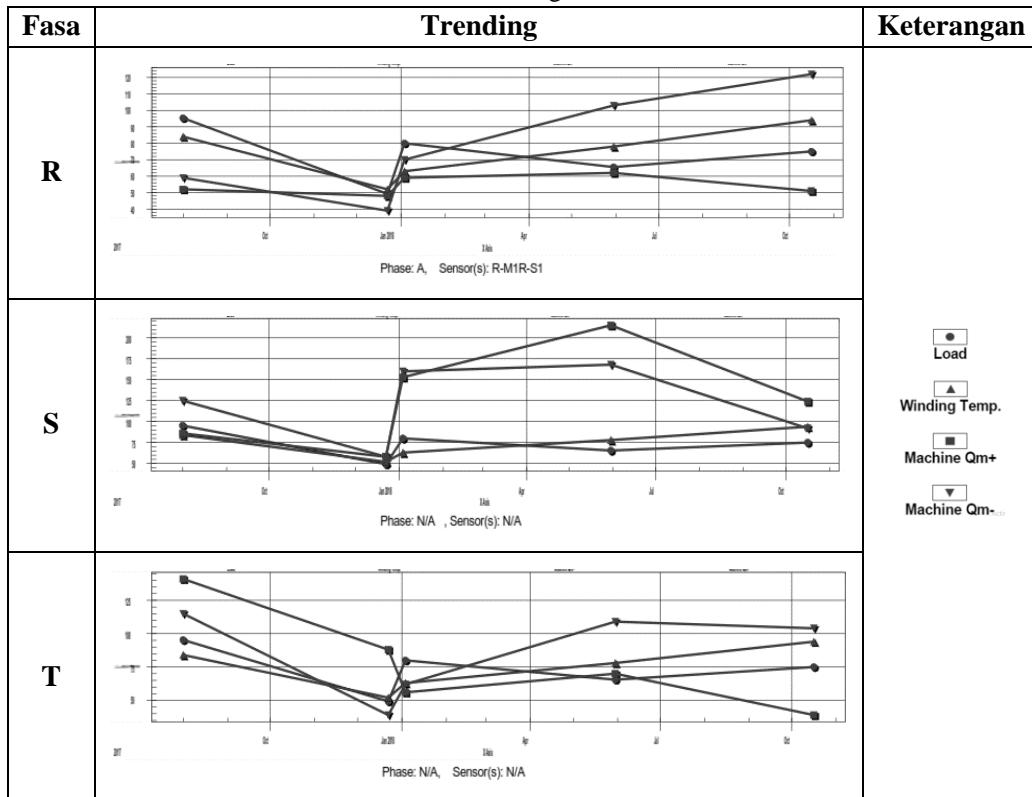
Tabel 5. Analisa Karakteristik Sebelum Overhaul



C. Trending

Berdasarkan analisa trending data pengukuran pada Tabel 6 menunjukkan bahwa, magnitudo PD mengalami fluktuasi (*fluctuation*). Pada fasa R PD dipengaruhi oleh temperatur belitan ($^{\circ}\text{C}$), sedangkan fasa S dan fasa T PD dipengaruhi oleh daya aktif generator (MW). Sehingga, untuk menurunkan PD perlu menjaga kestabilan beban dari generator dan menjaga tekanan gas hidrogen sebagai pendingin belitan sebesar 30 psig sesuai dengan *nameplate*.

Tabel 6. Analisa Trending Sebelum Overhaul



D. Regresi Linear

Nilai acuan yang digunakan adalah data pengukuran PD generator Unit 6 dengan nilai sebesar 439 mV [12]. Hasil perhitungan usia layak isolasi pada Tabel 7 menunjukkan bahwa, fasa R diprediksi selama 6 tahun 5 bulan 22 hari (6,476 tahun) atau sampai dengan ± 8 April 2024, fasa S diprediksi selama 2 tahun 1 bulan 7 hari (2,103 tahun) atau sampai dengan ± 23 November 2020, dan fasa T diprediksi selama 6 tahun 8 bulan 7 hari (6,685 tahun) atau sampai dengan ± 23 Juni 2024.

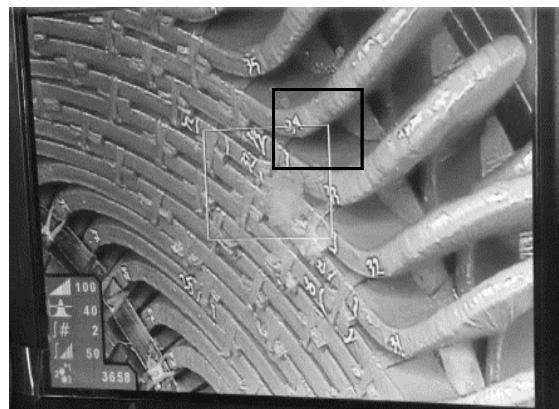
Tabel 7. Perhitungan Usia Isolasi Fasa R Sebelum Overhaul

Fasa	Tanggal	Sensitivitas	X	Y	X ²	Y ²	XY	Fungsi Y
R	31/7/2017	20 - 340	1	59	1	3481	59	Fungsi $a : 33,402$ Fungsi $b : 5,219$ Usia : 77,712 bulan (6,476 tahun)
	22/12/2017		6	37	36	1369	222	
	3/1/2018		7	60	49	3600	420	
	30/5/2018		11	103	121	10609	1133	
	16/10/2018		16	122	256	14884	1952	
	Total (Σ)		41	381	463	33943	3786	
S	31/7/2017	10 - 170	1	54	1	2916	54	Fungsi $a : 33,402$ Fungsi $b : 5,219$ Usia : 25,24 bulan (2,103 tahun)
	22/12/2017		6	54	36	2916	324	
	3/1/2018		7	191	49	36481	1337	
	30/5/2018		11	336	121	11289	3696	
	16/10/2018		16	228	256	51984	3648	
	Total (Σ)		41	863	463	20719	9059	
T	31/7/2017	100 - 1700	1	0	1	0	0	Fungsi $a : 33,402$ Fungsi $b : 5,219$ Usia : 80,215 bulan (6,685 tahun)
	22/12/2017		6	84	36	7056	504	
	3/1/2018		7	72	49	5184	504	
	30/5/2018		11	94	121	8836	1034	
	16/10/2018		16	85	256	7225	1360	
	Total (Σ)		41	335	463	28301	3402	

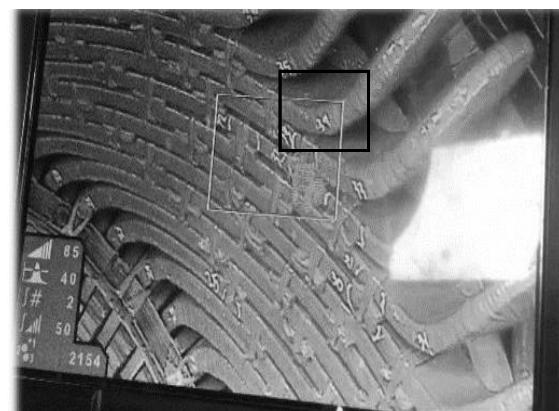
3.2. Identifikasi Kondisi Fisik dan Pengujian Korona

Terdapat korona yang ditandai kotak berwarna hitam, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 dan Gambar 4. Hal ini disebabkan adanya kontaminasi minyak pada *tying* (pemisah) belitan fasa S dan fasa T nomor 32 dan 33 area *endwinding* yang diprediksi berasal dari *seal oil bearing* karena vibrasi tinggi sebesar 13,002 mm/s (normal < 12 mm/s). Kontaminasi ini mengakibatkan permukaan isolasi fasa S dan fasa T yang menempel dengan *tying* mengalami kerusakan dan menimbulkan korona. Perbaikan yang dilakukan untuk meminimalisir korona tersebut adalah dengan cara melakukan pembersihan isolasi dari minyak dan melakukan *re-varnish* pada belitan area *slot stator*.

dan *endwinding*. Hal tersebut menunjukkan bahwa, terdapat kesesuaian antara analisa sebelum *overhaul* dengan temuan korona pada isolasi.



Gambar 3. Korona Fasa S Area *Endwinding*



Gambar 4. Korona Fasa T Area *Endwinding*

3.3. Analisa *Partial Discharge* Setelah *Overhaul*

Data pengukuran setelah *overhaul* yang digunakan dalam penelitian ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Data Pengukuran *Partial Discharge* Setelah *Overhaul*

Fas a	Tanggal	Daya		Temp Belitan (°C)	H₂ (Psig)	NQN+	NQN-	Qm+	Qm-
		MW	MVA R						
R	9/4/2019	95.3	0.2	84	25	188	-	52	59
	16/7/2019	49.2	9.8	52	28	69	67	37	33
	30/8/2019	80	1.1	63	26.4	-	142	52	60
S	9/4/2019	95.3	0.2	84	25	82	112	38	54
	16/7/2019	49.2	9.8	52	28	99	100	50	54
	30/8/2019	80	1.1	63	26.4	354	289	191	170
T	9/4/2019	95.3	0.2	84	25	297	265	141	115
	16/7/2019	49.2	9.8	52	28	97	83	84	45
	30/8/2019	80	1.1	63	26.4	-	152	47	72

Energi dan Kelistrikan: Jurnal Ilmiah

Vol. 12, No. 1, Januari - Juni 2020, P-ISSN 1979-0783, E-ISSN 2655-5042

<https://doi.org/10.33322/energi.v12i1.927>

A. Komparasi

Data pengukuran pada Tabel 9 dikomparasi dengan data pengukuran pada Tabel 3 dan data *relative severity* yang menunjukkan bahwa, telah terjadi penurunan PD sebesar 228 mV dengan kategori > 90% (PD *high*) menjadi PD sebesar 51 mV dengan kategori < 75% (PD *typical*). Namun, kondisi tersebut hanya mampu bertahan selama ± 5 bulan karena PD mengalami kenaikan kembali hingga mencapai 220 mV dengan kategori > 90% (PD *high*).

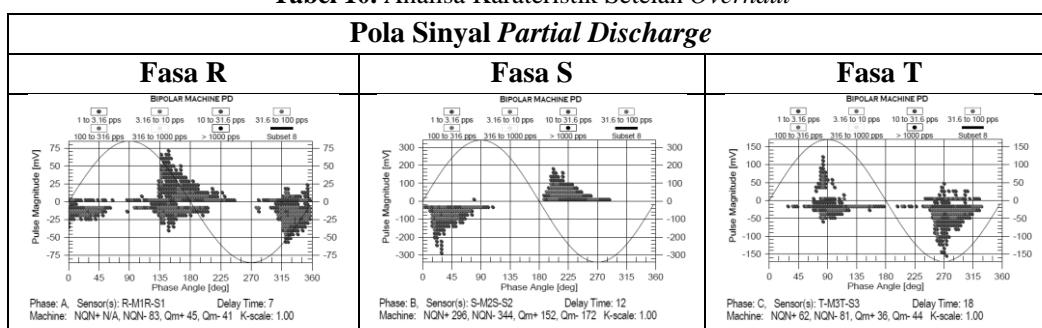
Tabel 9. Analisa Komparasi Sebelum dan Setelah *Overhaul*

Tanggal	Generator	Fasa	Qm+	Qm-	Level Partial Discharge	
16 Oktober 2018	Pre <i>Overhaul</i> Unit 1	R	51	122	< 90% Moderate	
		S	228	115	> 90% High	
		T	35	85	< 75% Typical	
9 April 2019	Post <i>Overhaul</i> Unit 1	R	18	28	< 50% Low	
		S	51	43	< 75% Typical	
		T	25	29	< 50% Low	
30 Agustus 2019		R	57	53	< 75% Typical	
		S	176	220	> 90% High	
		T	36	44	< 50% Low	

B. Karakteristik

Berdasarkan analisa data pengukuran dengan menggunakan grafik PRPD pada Tabel 10 menunjukkan bahwa, ketiga fasa masih memiliki pola pulsa yang sama seperti sebelum dilakukan perbaikan pada isolasi saat *overhaul*. Fasa R mengalami *mechanical dependent* (0° dan 180°), fasa S mengalami *partial discharge classic negative predominance* (45° dan 225°) dan fasa T mengalami *open air arc/korona* (90° dan 270°).

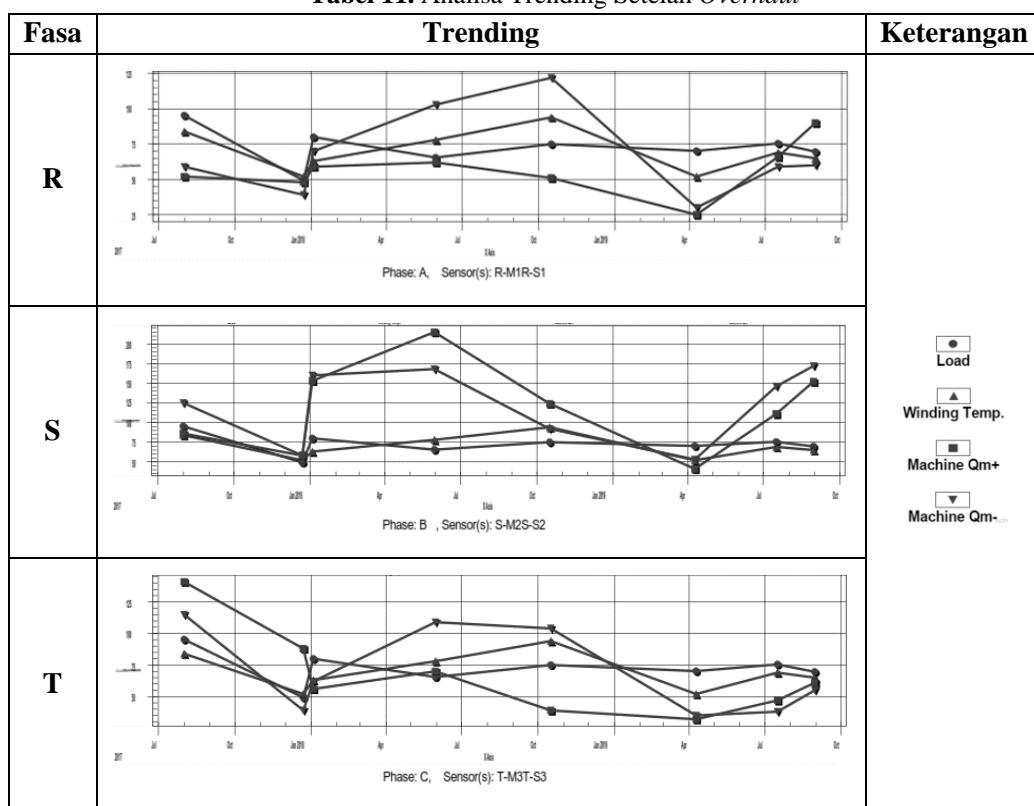
Tabel 10. Analisa Karakteristik Setelah *Overhaul*



C. Trending

Berdasarkan analisa trending data pengukuran pada Tabel 11 menunjukkan bahwa, PD mengalami kenaikan secara gradual (*upward trend*). Pada fasa R dan fasa T PD dipengaruhi oleh daya aktif generator (MW) dan temperatur belitan ($^{\circ}\text{C}$), sedangkan fasa S PD dipengaruhi oleh daya reaktif (MVAR) yang merujuk pada Tabel 3. Sehingga, perlu menjaga menjaga kestabilan beban generator, menjaga tekanan gas hidrogen sebesar 30 psig sesuai dengan *nameplate* dan mengurangi daya reaktif yang dibangkitkan < 15 MVAR. Hal ini menunjukkan bahwa, perbaikan yang dilakukan hanya mampu mengurangi PD selama ± 5 bulan.

Tabel 11. Analisa Trending Setelah *Overhaul*



D. Regresi Linear

Nilai acuan tetap menggunakan data pengukuran PD generator Unit 6 dengan nilai sebesar 439 mV, dengan perhitungan usia layak isolasi setelah *overhaul* ditunjukkan pada Tabel 12.

Tabel 12. Perhitungan Usia Isolasi Fasa R Setelah *Overhaul*

Fasa	Tanggal	Sensitivitas	X	Y	X^2	Y^2	XY	Fungsi Y
R	9/4/2019	20 - 340	1	28	1	784	28	Fungsi a : 11,385 Fungsi b : 14,385 Usia : 29,727 bulan (0,083 tahun)
	16/7/2019		4	60	16	3600	240	
	30/8/2019		5	90	25	8100	450	
	Total (Σ)		10	178	42	12484	718	
S	9/4/2019	20 - 340	1	51	1	2601	51	Fungsi a : 21,077 Fungsi b : 30,577 Usia : 13,668 bulan (0,038 tahun)
	16/7/2019		4	146	16	21316	584	
	30/8/2019		5	172	25	29584	860	
	Total (Σ)		10	369	42	53501	1495	
T	9/4/2019	20 - 340	1	29	1	841	29	Fungsi a : 20,154 Fungsi b : 7,154 Usia : 58,548 bulan (0,163 tahun)
	16/7/2019		4	42	16	1764	168	
	30/8/2019		5	61	25	3721	305	
	Total (Σ)		10	132	42	6326	502	

Hasil perhitungan pada Tabel 12 menunjukkan bahwa, fasa R mengalami kenaikan 1 bulan (0,083 tahun) menjadi 6 tahun 6 bulan 22 hari atau diprediksi sampai dengan ± 24 Februari 2025, fasa S mengalami kenaikan 14 hari (0,038 tahun) menjadi 2 tahun 1 bulan 21 hari atau diprediksi sampai dengan ± 22 September 2021, dan fasa T mengalami kenaikan 1 bulan 29 hari (0,163 tahun) menjadi 6 tahun 10 bulan 5 hari atau diprediksi sampai dengan ± 4 Juni 2025.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Korona dan PD disebabkan oleh permukaan isolasi yang rusak akibat kontaminasi minyak *seal oil* bearing nomor 5 dan *load & thermal cycling* generator, dengan usia tersingkat isolasi belitan stator sebelum *overhaul* selama 2 tahun 1 bulan 7 hari dan setelah *overhaul* selama 2 tahun 1 bulan 21 hari. Hal ini menunjukkan bahwa, perbaikan yang dilakukan dengan metode *re-varnish* tidak mampu mengurangi PD *high* pada fasa S dan tidak mampu menghilangkan korona pada fasa T, dengan kenaikan usia isolasi belitan stator generator Unit 1 tidak terlalu besar. Sehingga, diperlukan menjaga kestabilan beban generator untuk mencegah kenaikan korona dan PD, memperpendek monitoring PD dari 6 bulan menjadi 3 bulan dengan parameter generator yang tidak jauh berbeda dan dilakukan perbaikan yang tepat pada isolasi yang telah terindikasi korona dan PD.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Islam Sultan Agung dan PLTG Jawa Tengah yang telah memberi dukungan yang membantu pelaksanaan penelitian dengan memberikan ijin untuk pengamatan dan pengambilan data untuk penulisan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Iris Power LP., 2006., *PD Seminar – Module 1: Basic PD Theory., Detection and Characteristics.*, Iris Power Engineering. Inc., Canada.
- [2] Pasaribu, Better., 2013., *On-line Partial Discharge Testing for Motors & Generators.*, PT. Dielektrika Persada Teknik., Banten.
- [3] Paoletti G.J., A. Golubev., 1999., *Partial Discharge Theory and Application to Electrical Systems.*, IEEE Paper., Amerika.
- [4] Stone G.C., C. Chan., H.G. Sedding, 2016, *Online Partial Discharge Measurement in Hydrogen Cooled Generators*, Electrical Insulation Conference 19-22 June, Canada.
- [5] Setyoadi., 2012., Analisis Permasalahan *Partial Discharge* pada Isolasi Belitan Stator Generator 11,8 kV., FTUI., Jakarta.
- [6] Husnul, Muhammad., 2008., Deteksi dan Analisis Peluahan Parsial pada Belitan Stator Generator., FTUI., Jakarta.
- [7] Iris Power LP., 2019., *Appendix – Data Analysis of Results THRU 2017.*, Iris Power Engineering. Inc., Canada.
- [8] Iris Power LP., 2013., *Intepretation of Partial Discharge Version 4.*, Iris Power Engineering. Inc., Canada.
- [9] Yuliara, I Made., 2016., Modul Regresi Linear Sederhana., FMIPA Udayana., Bali.
- [10] General Electric., 1993., GE Generator-GD 98812., General Electric Company., Amerika.