

**ANALISIS KUALITAS ISOLASI GENERATOR DI PLTGU GRESIK BLOK GT 1.3
AKIBAT PARTIAL DISCHARGE**



Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik

Oleh:

RACHMAD NUR HARYONO

D400160150

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2020**

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISIS KUALITAS ISOLASI GENERATOR DI PLTGU GRESIK
BLOK GT 1.3 AKIBAT PARTIAL DISCHARGE**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

RACHMAD NUR HARYONO

D400160150

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Umar, S.T., M.T.

NIK. 731

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS KUALITAS ISOLASI GENERATOR DI PLTGU GRESIK
BLOK GT 1.3 AKIBAT PARTIAL DISCHARGE**

OLEH :

RACHMAD NUR HARYONO

D400160150

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Senin, 15 Juni 2020

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

- | | | | |
|--------------------------------|---|---|---|
| 1. Umar, S.T., M.T. | (|  |) |
| (Ketua Dewan Penguji) | | | |
| 2. Aris Budiman, S.T., M.T. | (|  |) |
| (Anggota I Dewan Penguji) | | | |
| 3. Tindyo Prasetyo, S.T., M.T. | (|  |) |
| (Anggota II Dewan Penguji) | | | |

Dekan,


Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D

NIK. 682



PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 4 Juni 2020

Penulis



Rachmad Nur Haryono

D400160150

ANALISIS KUALITAS ISOLASI GENERATOR DI PLTGU GRESIK BLOK GT 1.3 AKIBAT PARTIAL DISCHARGE

Abstrak

Sistem tenaga listrik terdapat peralatan utama tegangan tinggi, salah satunya adalah generator. Sistem isolasi peralatan bertegangan tinggi memegang peranan penting bagi operasi normal peralatan tersebut. Kerusakan peralatan listrik pada umumnya terjadi pada isolasi, sehingga perlu dilakukan monitoring untuk menjaga kualitas isolasi. Salah satu cara dengan mendeteksi adanya *partial discharger* pada isolasi tersebut. *Partial discharger* terjadi karena isolasi mengalami tekanan medan listrik yang tinggi. Partial discharge dalam waktu lama akan menyebabkan kerusakan pada isolasi. Penelitian ini dilakukan di PLTGU Gresik blok GT 1.3. dengan pengujian menggunakan alat *Partial Discharge Monitoring* merk OMICRON dan pengecekan secara visual. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui keadaan aktual kualitas isolasi generator di PLTGU Gresik blok GT 1.3. Pendeteksian sinyal partial discharge sering adanya noise (derau) yang dapat menyebabkan pembacaan kurang akurat. Noise (derau) pada isolasi generator dalam kategori medium (<10 nC). Hasil dari penelitian menunjukkan terjadi *partial discharge* melebihi standart pengukuran *partial discharge* yang tergolong dalam kondisi buruk yaitu >30 nC pada setiap fasa (U,V,W). Karakteristik muatan maksimum *partial discharge* meningkat terhadap kenaikan tegangan dan tertinggi terjadi pada fasa U yaitu tegangan 60% (3,60 KV) muatan maksimum sebesar 8,35 nC, tegangan 80% (4,80 KV) muatan maksimum sebesar 26,53 nC, dan tegangan 100% (6,06 KV) muatan maksimum sebesar 31,8 nC.

Kata kunci: *Partial discharge*, PLTGU Gresik, Isolasi, OMICRON.

Abstract

In the electric power system there are high voltage main equipment, one of them is generator. High voltage equipment insulation systems play an important role for the normal operation of the equipment. Damage to electrical equipment generally occurs in insulation, so monitoring needs to be done to maintain the quality in insulation. One way to detect the presence of partial discharge in the insulation. Partial discharger occurs because insulation experiences high electric field pressure. Partial discharge for a long time will cause damage to the insulation. This research was conducted at the Gresik PLTGU block GT 1.3. by testing using

the OMICRON Partial Discharge Monitoring tool and checking visually. This research was conducted to determine the actual state of the quality of generator insulation in PLTGU Gresik block GT 1.3. Partial discharge signal detection is often the presence of noise (noise) which can cause inaccurate readings, noise (noise) in the medium category (<10 nC). The results of the study show that partial discharge exceeds the standard measurement of partial discharge classified as in poor condition, that is > 30 nC in each phase (U, V, W). The maximum partial discharge characteristic of the load increases with the increase in voltage and the highest occurs in the U phase which is a voltage of 60% (3.60 KV) a maximum charge of 8.35 nC, 80% voltage (4.80 KV) maximum load of 26.53 nC, and a maximum voltage of 100% (6.06 KV) load of 31.8 nC.

Keywords : Partial Discharge, PLTGU Gresik, Isolation, OMICRON

1. LATAR BELAKANG

Suatu sistem tenaga listrik terdapat sejumlah peralatan utama tegangan tinggi seperti generator, transformator, isolator dan kabel. Setiap peralatan tegangan tinggi mempunyai sistem isolasi untuk memisahkan antara bagian bertegangan dengan bagian bertegangan lain dan atau bagian bertegangan dengan bagian netral. Isolasi suatu peralatan listrik bertegangan tinggi memegang peranan yang sangat penting bagi operasi normal peralatan tersebut. *Partial Discharge* (pelepasan sebagian) yaitu suatu fenomena yang terjadi pada peralatan listrik tegangan tinggi (Putra,dkk, 2015). *Partial discharge* merupakan fenomena yang umum terjadi di peralatan tenaga listrik, *partial discharge* juga muncul dengan karakter yang berbeda beda dengan pengaruh yg berbeda pula pada peralatan listrik. Penyebab terjadinya *partial discharge* itu sendiri adalah hasil dari pemicu-pemicu (*stressor*) di dalam peralatan listrik antara lain: temperatur, elektrik, lingkungan, mekanikal, kimia dan partikel. Seperti halnya pemilihan isolasi pada trafo dan perawatan rutin harus berjalan searah untuk menjaga keandalan kinerja trafo (Bachtar, 2018), begitu pula untuk generator. Serta sependapat dengan (Jurjani, 2016), bahwa untuk menghindari kegagalan pada peralatan listrik dilakukan perawatan secara berkala yang sesuai dengan umur peralatan listrik. Salah satu perawatan berkala pada generator yaitu *PD testing* atau diagnose PD.

PD merupakan sebuah fenomena yang terjadi pada isolasi peralatan listrik tegangan tinggi. Menurut IEEE 1434-2014, fenomena tersebut berupa pelepasan atau loncatan bunga api listrik yang melintasi bagian isolasi antar konduktor. Terdapat tiga

jenis isolasi yang digunakan untuk peralatan tegangan tinggi, yaitu isolasi jenis gas, cair dan padat.

Diagnosa *partial discharge* berperan dalam mengidentifikasi sifat *partial discharge* dan dampak yang muncul di dalam peralatan listrik, kesalahan dalam analisis *partial discharge* akan mengakibatkan ketidakakuratan pada asesmen peralatan. Tujuan lain dari diagnosa *partial discharge* adalah untuk mengetahui keadaan aktual dari sistem sehingga dapat dilakukan tindakan peningkatan keandalan sistem tersebut.

Terdapat dua jenis data hasil pengujian *partial discharge*, yaitu: *Partial Discharge Height Distribution Data* (PDHD) dan *Phase Resolved Partial Discharge Data* (PRPD). Perbedaan dari kedua pengujian tersebut, terdapat pada parameter-parameter yang diambil saat pengujian. Pengujian PDHD mengambil data *partial discharge* dalam nilai besaran (*magnitude*) dan frekuensi kemunculan (*accurance frequency*), sedangkan PRPD mengukur dan merekam sinyal *partial discharge* ppada siklus fasa tegangan yang berbeda (Kusumasembada, 2014). Berdasarkan data asesmen generator di PLTGU Gresik blok GT 1.3 pada bulan Juli 2019, terjadi *partial discharge*. Data *partial discharge* tersebut merupakan data PRPD yang diambil dengan cara pengujian menggunakan alat PD. *Monitoring* dengan Merk OMICRON dan pengecekan secara visual. Berdasarkan IEEE 1434-2000, standar untuk *partial discharge* adalah:

$$\text{Good} : < 1 \text{ nC}, \text{Medium} : < 10 \text{ nC}, \text{Bad} : > 30 \text{ nC} \quad (1.1)$$

Hasil pengujian *partial discharge* di generator PLTGU Gresik menunjukkan data melebihi standar pengukuran *partial discharge*. Sehingga, perlu dilakukan penelitian tentang *Partial Discharge* di PLTGU Gresik blok GT 1.3.

2. METODE

Metode yang digunakan pada penelitian *partial discharge* di PLTGU Gresik Blok GT 1.3 adalah :

1. Studi literature

Studi literatur ditunjukan untuk mendapatkan teori-teori yang didapat dari referensi atau sumber-sumber sebagai landasan pengerjaan laporan ini. Studi ini meliputi tentang dasar teori dan metode yang cocok untuk penelitian tugas akhir agar penelitian ini bersifat logis dan terarah.

2. Observasi

Observasi dilakukan dengan cara mengamati dan mencatat secara langsung untuk mengumpulkan data serta melakukan penelitian dalam suatu periode tertentu secara sistematis. Observasi dilakukan pada saat melakukan pengamatan di area PT PJB UP PLTGU Gresik Blok GT 1.3.

3. Metode wawancara

Wawancara dilakukan secara tanya jawab langsung dengan pegawai PT PJB UP PLTGU Gresik Blok GT 1.3 mengenai data-data yang diperlukan guna mengerjakan tugas akhir.

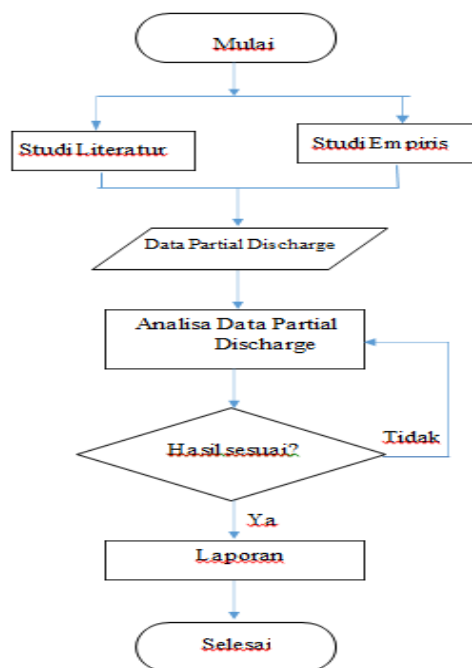
4. Metode Analisis

Analisis dilakukan dengan menggunakan analisis data berdasarkan perbandingan hasil pengujian dengan pengukuran secara langsung dan manual dengan pengukuran menggunakan alat monitoring yang secara otomatis.

5. Deskripsi dan Data

Penelitian Tugas akhir ini dilakukan di PT PJB UP PLTGU Gresik Blok GT 1.3. melalui beberapa tahapan metodologi yaitu studi literatur dan pengecekan di lapangan.

Flowchart Penelitian



Gambar 2.1. Diagram alir penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang yang diperoleh dari PT. PJB UP PLTGU Gresik Blok GT 1.3 sebagai berikut :

Tabel 1. Nameplate Generator

Deskripsi	Data
Merk	Siemen
Type	TLRI 108/36
Serial Number	127526
Rated voltage	10500 Volt
Rated current	8454 A
Rated apparent power	153750 Kva
Rated power factor	0,8
Rated frequency	50 Hz
Maximum premitted temperature	Temperature cooling 40°

Tabel 2. Noise Level

No	Fasa	Noise (nC)
1	U	6,02
2	V	5,802
3	W	6,02

Pembacaan sinyal *Partial Discharge* seringkali terdapat *noise* (derau) yang berasal dari alat ukur maupun dari luar yang menjadi faktor penghambat kurang akurat pembacaan sinyal *Partial Discharge*. Berdasarkan hasil pengukuran Partial Discharge pada Fasa U,V,W, maka *noise* masuk dalam kategori medium (sedang) karena $\text{noise} < 10 \text{ nC}$, perlu dilakukan tindakan sebelum masuk kategori buruk.

Tabel 3. Partial Discharge Inception Voltage (PDIV) dan Partial Discharge Extinction Voltage (PDEV)

No	Fasa	PDIV (KV)	PDEV (KV)	Qm (nC)
1	U	4,86	3,62	14,8
2	V	4,836	3,646	15,05
3	W	4,86	3,62	19,11

Tabel di atas menunjukkan data mengenai tegangan hilangnya partial discharge (PDEV) pada kabel dan tegangan awal yang menyebabkan partial discharge (PDIV). Standart batas nilai untuk PDIV maupun PDEV adalah 10 nC. Berdasarkan tabel di atas, nilai muatan fasa U sebesar 14,8 nC, fasa V sebesar 15,05 nC, dan fasa W sebesar 19,11 nC sehingga berdasarkan data di atas melebihi batas nilai sebesar 10 nC.

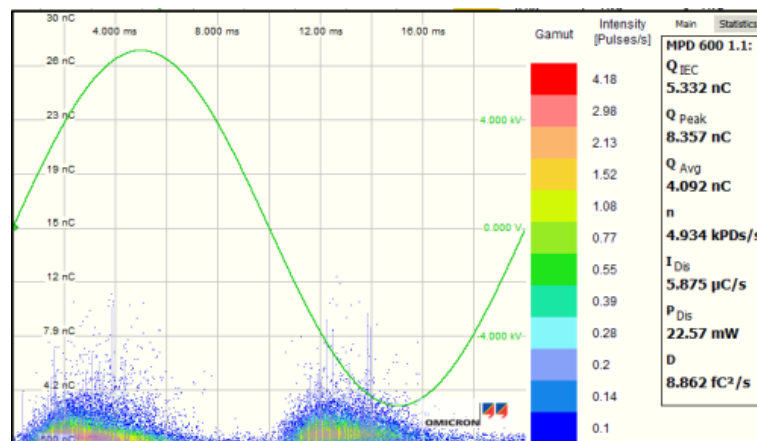
Tabel 4. Pengujian tegangan uji

No.	Urutan	Tegangan	Rating
1	60%	3,60 KV	1000 v/s
2	80%	4,80 KV	1000 v/s
3	100%	6,06 KV	1000 v/s

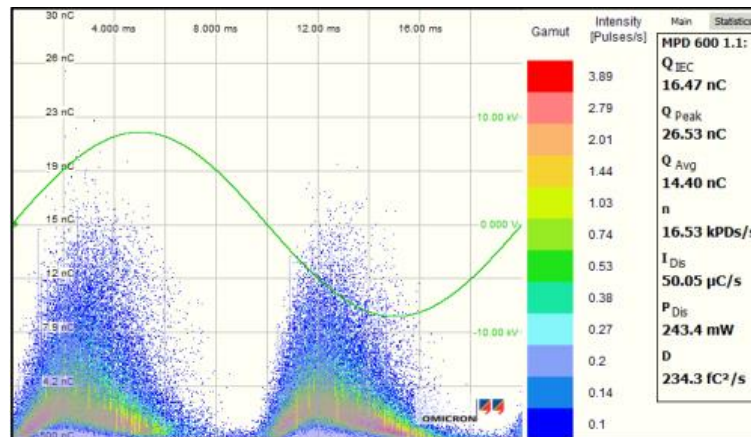
Tabel tersebut menunjukkan pengujian terhadap isolasi dengan diberikan tegangan uji yang berbeda untuk mengetahui pelepasan muatan di dalam isolasi.

Pada pengukuran aktifitas Partial Discharge pada generator PLTGU Gresik Blok GT 1.3 berdasarkan tabel 2 dengan pengujian tegangan uji yang berbeda dihasilkan grafik pola *Partial Discharge*. Grafik keluaran yang terbentuk terdiri dari sumbu vertikal dan sumbu horizontal. Sumbu vertikal menggambarkan nilai muatan yang meluahkan akibat proses PD yang terjadi pada generator, dinyatakan dengan satuan 10^{-9} Coloumb. Sedangkan sumbu horizontal, menggambarkan sudut fasa yang berkisar 0° hingga 360° .

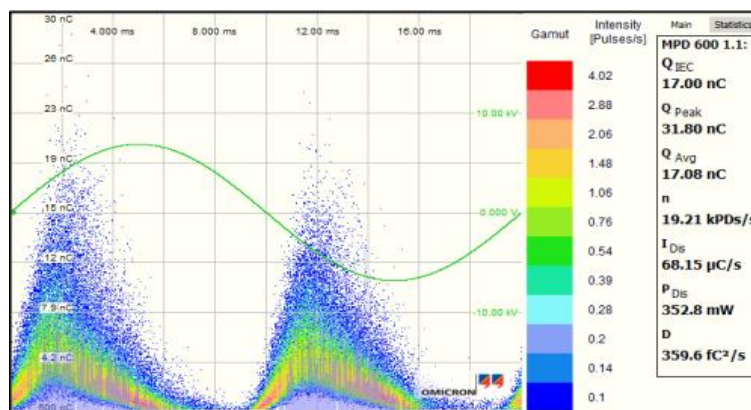
- Fasa U



Gambar 1. Gelombang fasa U 60% U_0



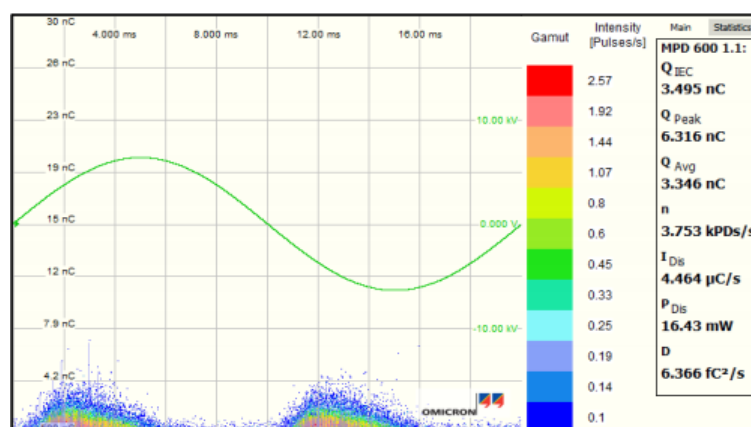
Gambar 2. Gelombang fasa U 80% U_0



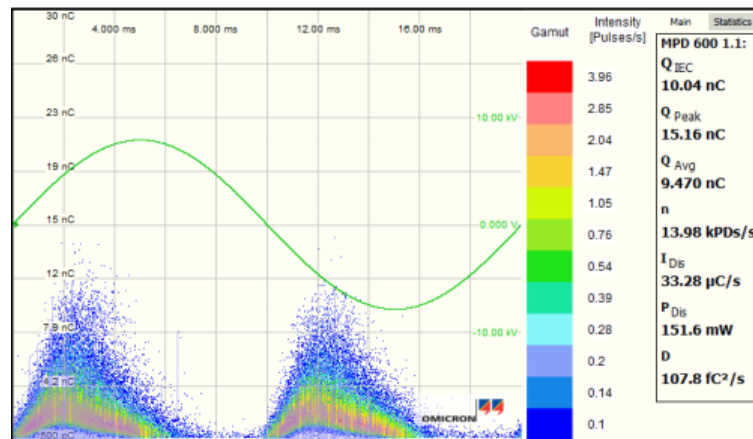
Gambar 3. Gelombang fasa U 100% U_0

Hasil pengukuran pada Fasa U dengan tegangan uji 60 % sebesar 3,60 KV menunjukkan hasil muatan maksimum partial discharge sebesar 8,357 nC. Tegangan uji 80% sebesar 4,80 KV menunjukkan hasil muatan maksimum partial discharge sebesar 26,53 nC dan tegangan uji 100 % sebesar 6,06 KV menunjukkan hasil muatan maksimum partial discharge sebesar 31,8 nC.

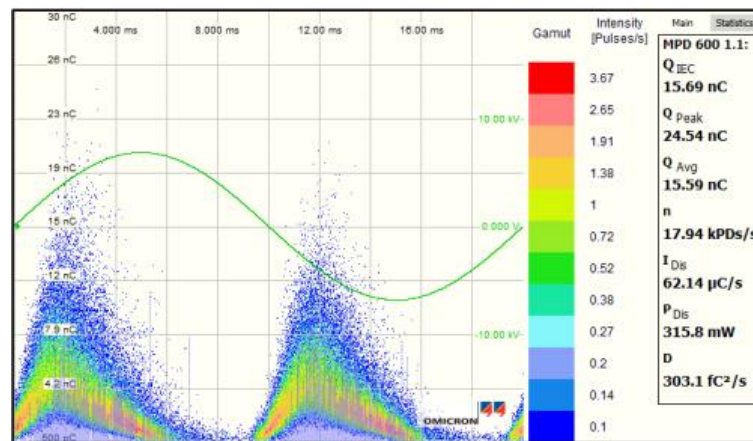
- Fasa V



Gambar 4. Gelombang fasa V 60% U_0



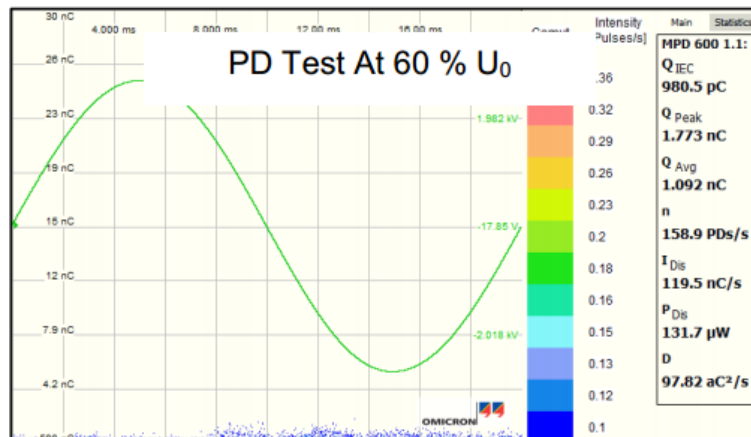
Gambar 5. Gelombang fasa V 80% U_0



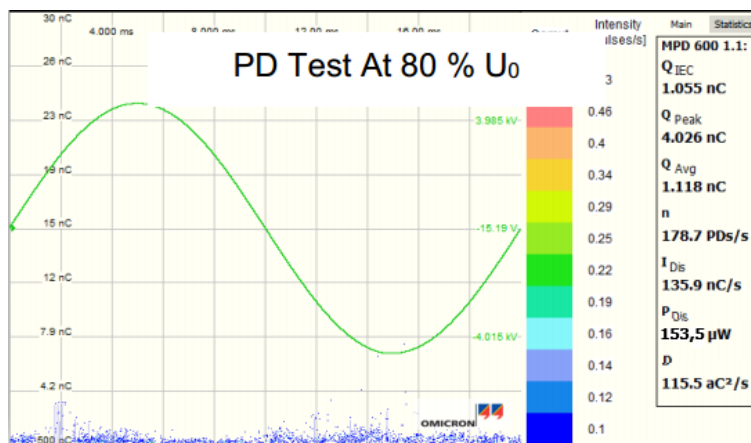
Gambar 6. Gelombang fasa V 100% U_0

Pengukuran pada Fasa V dengan tegangan uji 60 % sebesar 3,60 KV menunjukkan hasil muatan maksimum partial discharge sebesar 6,316 nC. Tegangan uji 80% sebesar 4,80 KV menunjukkan hasil muatan maksimum partial discharge sebesar 15,16 Nc dan tegangan uji 100 % sebesar 6,06 KV menunjukkan hasil muatan maksimum partial discharge sebesar 24,54 nC.

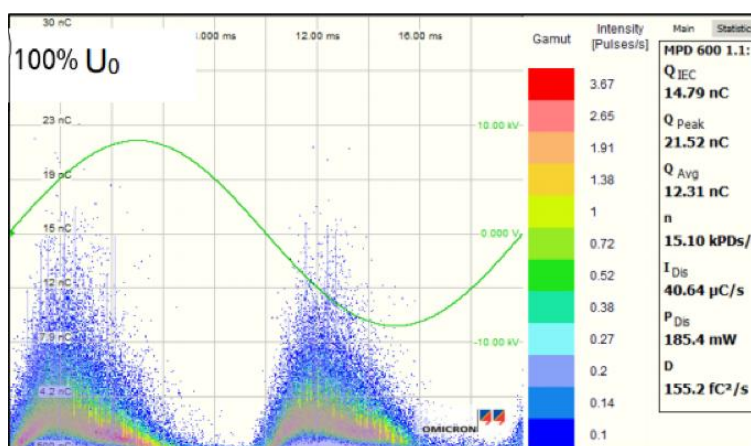
- Fasa W



Gambar 7. Gelombang fasa W 60% U_0



Gambar 8. Gelombang fasa W 80% U_0



Gambar 9. Gelombang fasa W 100% U_0

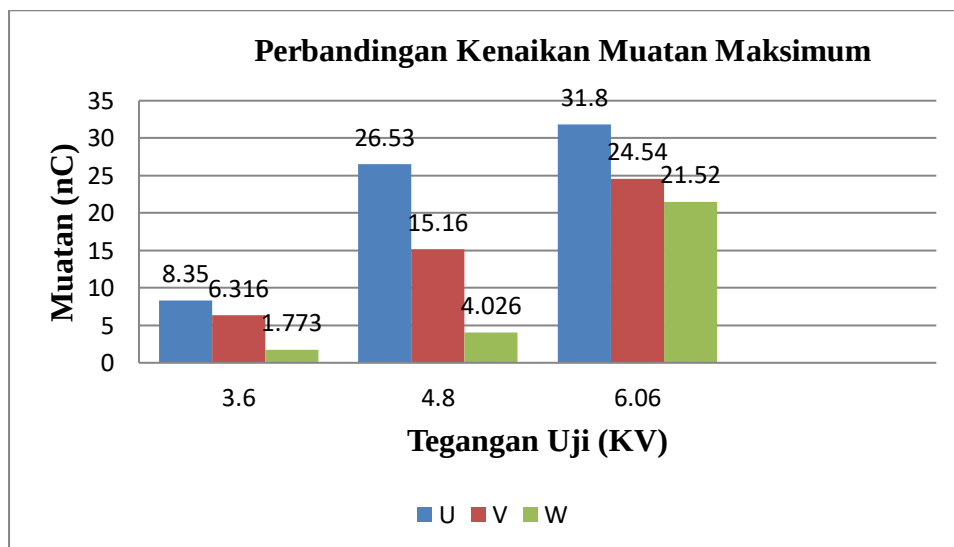
Hasil pengukuran pada Fasa W dengan tegangan uji 60 % sebesar 3,60 KV menunjukkan hasil muatan maksimum partial discharge sebesar 1,773 nC. Tegangan

uji 80% sebesar 4,80 KV menunjukkan hasil muatan maksimum partial discharge sebesar 4,026 nC dan tegangan uji 100 % sebesar 6,06 KV menunjukkan hasil muatan maksimum partial discharge sebesar 21,52 nC.

Tabel 5. Perbandingan Hasil Partial Discharge

No	Fasa	Urutan											
		60%				80%				100%			
		Q _{iec} (nC)	Q _{peak} (nC)	Q _{avg} (nC)	P (MW)	Q _{iec} (nC)	Q _{peak} (nC)	Q _{avg} (nC)	P (MW)	Q _{iec} (nC)	Q _{peak} (nC)	Q _{avg} (nC)	P (MW)
1	U	5,33	8,35	4,09	22,57	16,47	26,53	14,4	234,3	17	31,8	17,08	359,6
2	V	3,495	6,316	3,346	16,43	10,04	15,16	9,47	151,6	15,69	24,54	15,59	315,8
3	W	980,5	1,773	1,092	131,7	1,055	4,026	1,118	153,5	14,79	21,52	12,31	185,4

Berdasarkan tabel di atas, pengujian *partial discharge* dengan tegangan uji yang berbeda menunjukkan karakteristik muatan maksimum *partial discharge* meningkat terhadap kenaikan tegangan. Data fasa U menunjukkan muatan maksimum paling besar, tegangan 60% (3,60 KV) muatan maksimum sebesar 8,35 nC, tegangan 80% (4,80 KV) muatan maksimum sebesar 26,53 nC, dan tegangan 100% (6,06 KV) muatan maksimum sebesar 31,8 nC.



Gambar 10. Perbandingan kenaikan muatan maksimum

4. PENUTUP

Kesimpulan

- a. Pengujian partial discharge pada generator blok GT 1.3 di PLTGU Gresik menggunakan alat *Partial Discharge Monitoring* merk OMICRON dan pengecekan secara visual.
- b. Partial Discharge pada masing – masing fasa U,V,W tergolong dalam buruk yaitu > 30 nC.
- c. Pelepasan muatan pada kabel yang semakin besar dapat menyebabkan meningkatnya resiko kegagalan kabel.
- d. Karakteristik muatan maksimum *partial discharge* meningkat terhadap kenaikan tegangan dan tertinggi terjadi pada fasa U yaitu tegangan 60% (3,60 KV) muatan maksimum sebesar 8,35 nC, tegangan 80% (4,80 KV) muatan maksimum sebesar 26,53 nC, dan tegangan 100% (6,06 KV) muatan maksimum sebesar 31,8 nC.
- e. Pendeteksian partial discharge pada generator blok GT 1.3 PLTGU Gresik dalam kategori medium (<10 nC) yaitu fasa U sebesar 6,02 nC, fasa V sebesar 5,802 nC, dan fasa W sebesar 6,02 nC.
- f. Isolasi kabel generator yang kurang kencang menyebabkan adanya rongga udara di dalam isolasi sehingga muncul *partial discharge* dengan nilai muatan maksimum tinggi.

PERSANTUNAN

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillah puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahNya sehingga saya dapat menyelesaikan penelitian tugas akhir ini sebagai syarat sarjana Strata-1. Selain itu saya mengucapkan terimakasih kepada pihak yang terlibat dalam menyelesaikan penelitian tugas akhir yaitu :

- (1) Orang tua yang selalu memberikan doa dan dukungan agar dapat menyelesaikan tugas akhir dan menjadi sarjana strata-1.
- (2) Bapak Umar, S.T.,M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan ilmu dan memberikan saran dalam menyelesaikan tugas akhir.

- (3) Seluruh teknisi pegawai PT PJB UP PLTGU Gresik yang telah membantu dalam memberikan data penelitian tugas akhir.
- (4) Bapak dan Ibu dosen Teknik Elektro UMS yang telah membimbing dan memberi ilmu selama 4 tahun.
- (5) Teman – teman kelas D angkatan 2016 Teknik Elektro yang tidak dapat saya ucapkan satu persatu yang sudah memberikan semangat dan berjuang bersama selama kuliah maupun menyelesaikan tugas akhir.

DAFTAR PUSTAKA

- Bachtiar, Antonov. 2018. *Evaluasi dan Analisa Partial Discharge Terhadap Isolator pada Transformator-Aplikasi pada PT. Indah Kiat Pulp And Paper Perawang*. Padang : Institut Teknologi Padang.
- Calcara, L., dkk. (2017). *Standard evolution of Partial Discharge detection in dielectric liquids. IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation*, 24(1), 2–6.
- Haq, Nizamul, I Made Ardita. 2014. *Analisis Dan Pendeteksian Partial Discharge pada Isolasi Generator Terhadap Performa Generator Berpendingin Hidrogen*. Jakarta : Universitas Indonesia.
- Jurjani, Firman. 2016. *Analisis dan Resiko Partial Discharge pada Kabel Tegangan Menengah*. Jakarta : Universitas 17 Agustus 1945.
- Kusumasembada, Anggie Chandra. 2013. *Metode Identifikasi Partial Discharge dengan Analisis Weibull*. Jakarta : Universitas Indonesia.
- Luo, Y., dkk (2017). *A Review of Online Partial Discharge Measurement of Large Generators. Energies*, 10(11), 1694.
- Prof. Suwarno. 2011. *Diagnosis Peralatan Tegangan Tinggi dan Smart Grid*. Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- Putra, Wildan Rahadian, dkk. 2015. *Pengaruh Bentuk dan Material Elektrode Terhadap Partial Discharge*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Stone, G. C., dkk (2016). *On-line partial discharge measurement in hydrogen-cooled generators*. 2016 IEEE Electrical Insulation Conference (EIC).

Stone, G. C., dkk (2018). *Experience With Online Partial-Discharge Measurement in High-Voltage Inverter-Fed Motors*. IEEE Transactions on Industry Applications, 54(1), 866–872.

Unit Pendidikan dan Pelatihan Suralaya. 2007. *Teknologi Operasi PLTU*. Jakarta : PT PLN (Persero).