

Analisa Pengujian Partial Discharge Terhadap Kelayakan Kabel SKTM 20 KV Pada PT PLN (Persero) UP3 Cikokol

Tasya Simanjuntak^{1*}, Erhaneli², Arfita Yuana Dewi³

¹ Fakultas Teknik , Institut Teknologi Padang; email : tasyajuntak14@gmail.com

² Fakultas Teknik , Institut Teknologi Padang; email : erhanelimarzuki@gmail.com

³ Fakultas Teknik , Institut Teknologi Padang; email : arfitarachman.itp@gmail.com

***Penulis : Tasya Simanjuntak**

Abstract: The distribution of medium voltage network electricity through underground cable channels is a safe and reliable construction of electricity distribution. However, when a disturbance occurs, it will be difficult to find out and detect the location of the disturbance point. By conducting a cable assessment, namely an off-line partial discharge test, it will be easier to find out the condition of the cable in the ground so that later it can be known whether the cable is suitable or not to be operated. This test was carried out on the JTU 3-KC 318 segment, cheek feeder where this step is a preventive measure to increase the reliability of electricity distribution and reduce the number of disturbances on the network. Partial discharge if left continuously will endanger the health of the cable which will later affect the insulation value and its magnitude so that it can cause breakdown. Partial Discharge occurs due to damage to the cable insulation. Partial Discharge is a partial electrical discharge from the insulation between conductors, either on the surface or cable insulation. The results of the partial discharge test of JTU 3 - KC 318 obtained PDIV < U₀, PDEV > U₀ and the large load (Y) > 1000pC then based on the health index of PT. PLN (Persero) the matrix of the sum of the X and Y axes is X + Y = 2 + 3 = 5. The cable status is bad with point 5 and the estimate for retesting is 6 months. It is expected that by conducting this test, the number of disturbances in the SKTM cable can be reduced and it can be a good preventive measure to prevent breakdown event conditions.

Keywords: SKTM; Partial Discharge; PDIV; PDEV.

Abstrak: Penyaluran tenaga listrik jaringan tegangan menengah melalui saluran kabel tanah merupakan konstruksi penyaluran tenaga listrik yang aman dan handal. Namun saat terjadi gangguan, maka akan sulit untuk mengetahui dan mendeteksi lokasi titik gangguan. Dengan dilakukannya assessment kabel yaitu pengujian partial discharge secara off-line maka akan memudahkan untuk mengetahui kondisi kabel yang berada di dalam tanah sehingga nantinya dapat diketahui apakah kabel tersebut layak atau tidak untuk dioperasikan. Pengujian ini dilakukan pada segmen JTU 3- KC 318, penyulang pipi dimana langkah ini merupakan tindakan preventif untuk meningkatkan kehandalan penyaluran tenaga listrik dan mengurangi jumlah gangguan pada jaringan. Peluahan sebagian (partial discharge) jika dibiarkan secara terus menerus akan membahayakan kesehatan kabel yang nantinya akan berpengaruh terhadap nilai isolasi dan besarnya sehingga dapat menyebabkan breakdown. Partial Discharge muncul karena adanya kerusakan pada insulasi kabel. Partial Discharge merupakan peluahan listrik secara sebagian dari isolasi diantara konduktor baik yang terjadi di permukaan atau isolasi kabel. Hasil pengujian partial discharge JTU 3 – KC 318 diperoleh PDIV < U₀, PDEV > U₀ dan besar muatan (Y) >1000 pC maka berdasarkan health index PT. PLN (Persero) matriks pejumlahan sumbu X dan sumbu Y yaitu X + Y = 2+3 = 5. Status kabel adalah buruk dengan poin 5 serta estimasi untuk pengujian ulang kembali adalah 6 bulan. Diharapkan dengan dilakukannya pengujian ini dapat mengurangi jumlah gangguan pada kabel SKTM dan menjadi langkah tindakan preventif yang baik untuk mencegah kondisi event breakdown.

Kata kunci: SKTM; Partial Discharge; PDIV; PDEV.

Diterima: Mei 07, 2025

Direvisi: Mei 27, 2025

Diterima: Juni 09, 2025

Diterbitkan: Juni 11, 2025

Versi sekarang: Juni 13, 2025



Hak cipta: © 2025 oleh penulis.
Diserahkan untuk kemungkinan publikasi akses terbuka berdasarkan syarat dan ketentuan lisensi Creative Commons Attribution (CC BY SA) (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

1. Pendahuluan

Sistem distribusi tegangan menengah di Jakarta dan Banten hampir secara keseluruhan menggunakan sistem kabel bawah tanah (SKTM). Umur kabel yang terpasang rata-rata sudah diatas 10 tahun, sehingga kabel sering mengalami gangguan yang dapat menghambat keberlangsungan penyaluran tenaga listrik (Pasra et al., 2018). Konstruksi SKTM yang berada di dalam tanah memiliki kelebihan dari sisi estetika dan kehandalan dalam penyaluran tenaga listrik namun juga memiliki kelemahan yaitu sulitnya untuk mengetahui gangguan yang terjadi pada kabel (Legino & Jurjani, n.d.)

Faktor kegagalan pada kabel dan sambungan kabel disebabkan oleh faktor internal sebesar 60 – 70% (Legino & Jurjani, n.d.). Dimana terdapat 3 kategori penyebab kegagalan kabel yaitu tekanan operasional (operational stresses) yaitu beban yang selalu berubah-ubah menyebabkan perubahan suhu yang menyebabkan tekanan mekanik di sambungan kabel, tekanan lingkungan (environmental stresses) yaitu kelembapan tanah yang menyebabkan kerusakan pada pelindung air sehingga menurunkan kualitas isolasi, dan yang terakhir adalah kesalahan penanganan manusia (human handling) yaitu saat penyambungan terdapat debu atau kotoran pada sambungan kabel

Adapun gejala yang sering terjadi pada kabel SKTM yaitu partial discharge (Legino & Jurjani, n.d.). Partial discharge atau peluahan sebagian merupakan peristiwa peluahan listrik lokal yang menghubungkan sebagian isolasi di antara dua konduktor. Peluahan tersebut dapat terjadi baik di permukaan maupun di tengah bahan isolasi (Pengaruh Partial Discharge Terhadap Kegagalan Isolasi, n.d.; Ridzki, n.d.). Peristiwa ini ditandai dengan pelepasan atau loncatan muatan listrik pada sebagian kecil sistem isolasi listrik dan tidak menjembatani ruang antara dua konduktor secara sempurna. Karena adanya gejala tersebut maka penting untuk mengetahui secara dini atau melakukan tindakan preventive yaitu mendeteksi partial discharge menggunakan alat OWTS (Oscillating Wave Test System) yang menggunakan DAC (Damp Alternate Current) (IEEE Guide for Field Testing of Shielded Power Cable Systems Rated 5 KV and Above with Damped

Alternating Current (DAC) Voltage IEEE Power and Energy Society, n.d.) sehingga tidak merusak kabel guna mengetahui seberapa besar pengaruh dari partial discharge terhadap kelayakan kabel untuk beroperasi dan langkah tindakan korektif yang dapat dilakukan terhadap SKTM. Penelitian ini dilakukan di UP3 Cikokol penyulang pipi pada segmen JTU 3- KC 318.

Segmen JTU 3 – KC 318 merupakan segmen yang dibahas pada penelitian ini. Yang menjadi kriteria yang menentukan segmen apa saja yang akan diuji untuk sistem terbaru, didasarkan pada segmen pertama sebelum proteksi CBO (circuit breaker outgoing) dan satu segmen setelah proteksi CBO (zona 1 dan zona 2) di masing- masing penyulang yang ada di UP3 Cikokol. Segmen tersebut yang menjadi fokus untuk dilakukan pengujian partial discharge.

Pengujian pada segmen ini menggunakan tegangan DAC (Damped Alternating Current) dengan alat OWTS (Oscillating Wave Test System) secara offline / padam segemen. Pengujian dilakukan secara offline dikarenakan dilakukannya proses inject tegangan DAC sehingga dapat diperoleh pulsa asli dan pulsa refleksi pada kabel. Hasil pengujian partial discharge pada segmen JTU 3 – KC 318 dengan $P_{DIV} < U_0$, P_{DEV}

$> U_0$, dan besar muatan $Y > 1000$ pC. Sehingga dari hasil pengujian maka sesuai health index diperoleh nilainya $x + y = 2 + 3 = 5$ status buruk dengan estimasi pemeliharaan selama 6 bulan dengan harapan segmen JTU 3- KC 318 dapat segera dilakukan perbaikan dan dapat dilakukan penormalan secepatnya.

Pentingnya analisa pengujian partial discharge terhadap kelayakan kabel SKTM 20 kV pada PT PLN (PERSERO) UP3 Cikokol yaitu untuk meningkatkan kehandalan penyaluran tenaga listrik di daerah tersebut sehingga pelayanan listrik yang sampai ke pelanggan handal dan menurunkan jumlah gangguan yang dapat terjadi terutama di sisi SAIDI dan SAIFI di UP3 Cikokol. Selain itu, dengan dilakukannya analisa partial discharge pada kabel SKTM 20 kV merupakan salah satu tindakan preventif yang dapat dilakukan sebelum terjadinya breakdown voltage guna menurunkan jumlah gangguan. Jika setelah dilakukan pengujian diperoleh hasilnya dalam kondisi baik maka tegangan dapat dinormalkan atau dioperasikan kembali. Sedangkan jika diperoleh hasil pengujian dalam kondisi buruk maka akan dianalisa gejala awal, penyebab dan dapat mengambil

langkah tindakan korektif secepatnya sehingga proses penyaluran tenaga listrik ke pelanggan tetap aman dan handal.

2. Metode

2.1. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis kuantitatif deskriptif. Data kuantitatif dalam penelitian ini adalah jenis data yang dapat dihitung, diukur dan dibandingkan secara langsung seperti data nilai partial discharge (PDIV, PDEV, besar muatan), nilai tahanan isolasi dan jumlah gangguan SKTM 20 kV per semester. Penelitian menggunakan alat yaitu OWTS (Oscillating Wave Test System) dengan tegangan damped AC (DAC) dengan menguji dan menganalisa nilai partial discharge guna menentukan kelayakan kabel SKTM untuk beroperasi.

Untuk standar nilai tahanan isolasi mengacu pada PUIL 2000 dengan nilai $1000 \times V$ kerja, nilai PDIV dan PDEV mengacu pada IEC 60270, batas nilai tegangan inject pengujian partial discharge mengacu pada IEEE 400.4-2015 dan untuk standar hasil analisa pengujian partial discharge berdasarkan pada health index dan trend limit kebijakan PT. PLN (Persero).

2.2. Jenis Data

Jenis data yang digunakan yaitu data primer dan sekunder. Yang termasuk data primer berupa nilai dan rekap data dari lapangan seperti panjang kabel, tahanan isolasi, nilai partial discharge (PDIV, PDEV, besar muatan) serta rekap data gangguan semester tahun 2023 di PT.PLN (Persero) UP3 Cikokol. Dan yang termasuk data sekunder adalah data pendukung dari data utama seperti dokumentasi saat kegiatan di lapangan ataupun rekap absensi mahasiswa.

2.3. Sumber Data

Sumber data adalah dari mana data tersebut kita peroleh, dalam penelitian ini penulis menggunakan sumber data yaitu:

- a. Data hasil assessment Partial Discharge UID Banten bersama UP3 Cikokol
- b. Rekap laporan semester UP3 Cikokol

3. Hasil dan Pembahasan

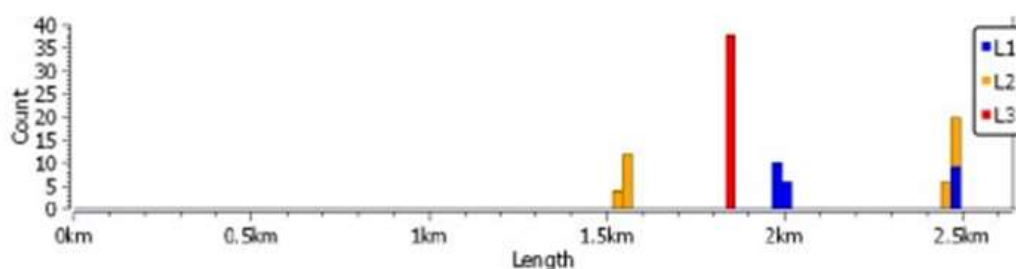
3.1. Hasil

Pembahasan pada penelitian ini yaitu membahas pengujian partial discharge yang merupakan system diagnostic kabel untuk mengetahui kondisi Kesehatan kabel. Yang dimana hasil dari pengujian maka kondisi kabel dapat ditentukan, apakah kabel dalam kondisi baik, perlu perhatian atau buruk. Pengujian Partial Discharge menggunakan sumber tegangan Damped AC 20-300 Hz (DAC) dengan menggunakan teknologi Oscillating Wave Test System (OWTS). Tindak lanjut dari pengujian di dasarkan pada Condition Based Maintenance (CBM).

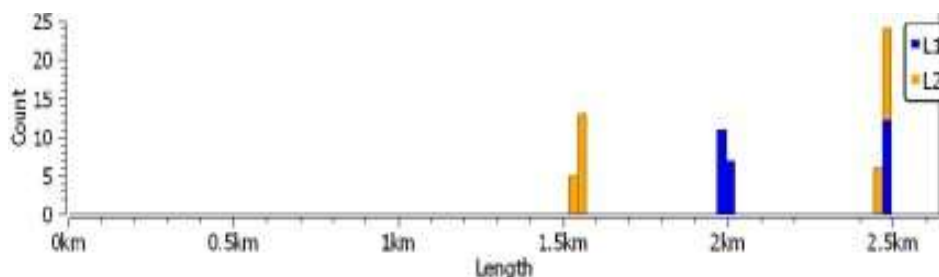
Pengujian kabel SKTM dilakukan dalam keadaan off-line atau jaringan padam dengan menginject tegangan pada kabel SKTM di setiap fasa untuk mengetahui besarnya pelepasan muatan maksimum pada kabel. Pengujian dilakukan pada penyulang pipi, Gardu induk Jatake pada segmen JTU 3 – KC 318. Tujuan dari dilakukannya pengujian partial discharge adalah untuk mengetahui besarnya muatan listrik yang mengalir di dalam bahan isolasi dalam jumlah relative besar dan bersifat mendadak sehingga hasil dari pengujian dapat dianalisa serta dapat diketahui tindak lanjut pada titik kabel yang mengalami kerusakan sesuai Health Index kebijakan PT.PLN (Persero) dan Trend Limit kebijakan PT. PLN (Persero).

3.2. Pembahasan

Dari hasil data yang telah dipaparkan dan dibahas diatas seperti data histori kabel dan nilai muatan masing- masing fasa, selanjutnya untuk mengetahui kabel tersebut dalam kondisi baik, buruk atau butuh perhatian maka diperlukan analisa. Dalam menganalisa diperlukan nilai tegangan PDIV, PDEV dan nilai muatan maksimum saat tegangan di inject.

PD-MappingMapping for $0.0 U_0 \leq U \leq 1.0 U_0$ (All Phases)Gambar 1. Lokasi Persebaran dan Jumlah Titik Partial Discharge saat 1U₀

Pada gambar 1 tegangan yang diinjekt adalah 11,56 kV atau 1U₀ dengan pemetaan partial discharge secara otomatis. Pada mapping PD secara otomatis akan terlihat dengan jelas nilai muatan, lokasi atau titik munculnya PD dan banyaknya PD berada di setiap masing – masing fasa (L1, L2 dan L3). Pada pengujian seperti pada gambar 4.10 lokasi titik PD tidak ditemukan pada terminasi awal kabel. Pada jarak 1549 m atau jointing ke- 7 terdapat 10 titik partial discharge pada fasa L2. Selanjutnya pada jarak 1849 meter atau jointing ke- 8 pada fasa L3 terdapat 35 titik partial discharge. Lalu pada titik lokasi 1988 m atau jointing ke- 9 terdapat 14 titik partial discharge berkumpul pada fasa L1. Dan pada ujung kabel atau terminasi kabel akhir di jarak 2484 m serta 2491 m, terdapat titik partial discharge pada fasa L1 dan L2 sebanyak 20 titik. Dari persebaran titik partial discharge, dapat dilihat lokasi penyebaran PD terbanyak di fasa L3, hal ini terlihat pada hasil PD max fasa L3 mencapai 104059 pC

Gambar 2. Lokasi Persebaran dan Jumlah Titik Partial Discharge saat 1,7 U₀.

Pada pengujian seperti pada gambar 4.6 lokasi titik PD tidak ditemukan pada terminasi awal kabel. Pada jarak 1549 m atau jointing ke- 6 terdapat 10 titik partial discharge pada fasa L2. Selanjutnya pada jarak 1988 meter atau jointing ke- 9 pada fasa L1 terdapat titik partial discharge 10 titik . Lalu pada titik lokasi 2485 m dan 2492 m pada fasa L1 dan L2 atau terminasi akhir kabel terdapat titik partial discharge 25 titik.

3.2.1. Standar Health Index Kebijakan PT. PLN (Persero)

Data yang diperoleh dari hasil pengujian PD seperti nilai PDIV, PDEV, dan PD max saat 1,7 U₀ nantinya akan diolah sesuai dengan Health Index Kebijakan PT. PLN (Persero) dan Trend Limit Kebijakan PT.PLN (Persero). Untuk penjumlahan nilai PDIV, PDEV didasarkan pada Health Index Kebijakan PT.PLN (Persero) sementara untuk besarnya nilai muatan PD didasarkan pada standar limit kebijakan PT.PLN (Persero). Hasil penjumlahan matriks sumbu x (Health Index/ penjumlahan nilai PDIV dan PDEV) dan sumbu y (Limit muatan PD) maka akan diperoleh jumlah poinnya. Poin tersebut yang menentukan status kondisi dan resiko terhadap pelepasan muatan dan tegangan pada kabel sehingga diketahui kondisi kabel serta estimasi perawatan yang dibutuhkan pada kabel atau tindakan korektif yang akan dilakukan pada SKTM 20 kV.

Tabel 1. *Health Index* Kebijakan PT .PLN (Persero)

No	Kategori Sumbu X	Simbol	Status	Point
----	------------------	--------	--------	-------

1	$PDIV$ dan $PDEV$ dibawah tegangan nominal	$PDIV \& PDEV < U_0$	Buruk	3
2	$PDIV$ diatas tegangan nominal dan $PDEV$ dibawah tegangan nominal	$PDIV > U_0$ & $PDEV < U_0$	Cukup Buruk	2
3	$PDIV$ dan $PDEV$ diatas tegangan nominal	$PDIV \& PDEV > U_0$	Baik	1

Nilai $PDIV$ dan $PDEV$ menjadi parameter untuk menentukan kondisi kabel dalam keadaan baik atau buruk. Penjumlahan dari $PDIV$ dan $PDEV$ merupakan sumbu x. Dimana jika $PDIV$ dan $PDEV < U_0$ maka kondisi kabel adalah buruk dengan point 3, jika $PDIV > U_0$ & $PDEV < U_0$ maka kondisi kabel cukup buruk dengan point 2 lalu jika $PDIV \& PDEV > U_0$ maka kondisi baik dengan point 1.

3.2.2. Limit Kebijakan PT. PLN Persero

Tabel 2. *Trend* atau *Limit* Kebijakan PT.PLN (Persero)

No	Kategori Sumbu Y	Simbol	Status	Point
1	Besar muatan PD diatas 1000pC	$Y > 1000$ pC	Buruk	3
2	Besar muatan PD diantara 500 pC sampai 1000 pC	500 pC < Y < 1000 pC	Waspada	2
3	Besar muatan PD dibawah dari 500 pC	$Y < 500$ pC	Baik	1

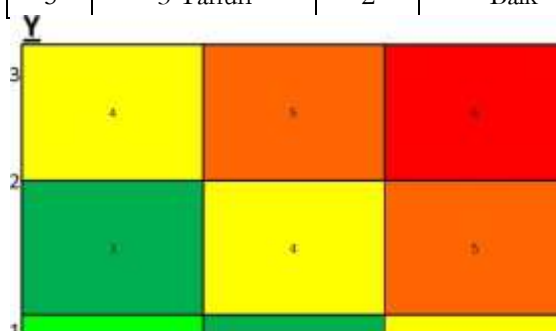
Besar nilai pelepasan muatan menjadi parameter untuk menentukan kondisi kabel dalam keadaan baik atau buruk atau yang menjadi sumbu y. Jika nilai muatan $PD > 1000$ pC maka kondisinya buruk dengan poin 3, jika nilai muatan PD 500 pC < Y < 1000pC maka statusnya waspada dengan point 2 dan jika nilai besar muatan $PD < 500$ pC maka statusnya baik dengan point 1.

3.2.3. Status Kondisi dan Resiko Terhadap Pelepasan Muatan dan Tegangan.

Penjumlahan matriks sumbu x dan sumbu y merupakan hasil akhir yang menentukan kondisi kesehatan kabel dan estimasi perawatan yang akan dilakukan pada kabel SKTM 20 kV yang diuji. Berikut tabel penentu hasil akhir kondisi kesehatan kabel.

Tabel 3. Status Kondisi Akhir Kabel.

No	Estimasi	Point	Status	Warna
1	3 Bulan	6	Sangat Buruk	
2	6 Bulan	5	Buruk	
3	1 Tahun	4	Waspada	
4	2 Tahun	3	Cukup Baik	
5	3 Tahun	2	Baik	



Gambar 3. Penjumlahan Matriks Sumbu x dan y.

Hasil penjumlahan matrik sumbu $x + y$ jika diperoleh poin 6 maka kondisi kabel sangat buruk maka harus dilakukan tindakan korektif dengan estimasi waktu jarak dari terakhir pengujian yaitu 3 bulan ditandai dengan warna merah. Jika penjumlahan matrik sumbu $x + y = 5$ maka kabel kondisi buruk dengan estimasi perbaikan atau pengujian ulang kembali rentang waktu 6 bulan ditandai dengan warna orange, jika point diperoleh 4 maka kondisi kabel waspada dengan estimasi waktu 1 tahun ditandai dengan warna kuning, jika diperoleh hasilnya point 3 maka kondisi cukup baik dengan estimasi waktu 2 tahun ditandai dengan hijau tua. Dan yang terakhir jika diperoleh point 2 maka kondisi kesehatan kabel baik serta estimasi dilakukan pengujian kembali adalah 3 tahun ditandai dengan warna hijau muda.

3.2.4. Analisa Hasil Pengukuran Partial Discharge Segmen JTU 3 – KC 318 berdasarkan Health Index dan Trend Limit.

Parameter atau data yang dibutuhkan untuk dapat menentukan kondisi kesehatan kabel yaitu nilai PDIV (partial discharge inception voltage) yaitu besarnya nilai tegangan saat partial discharge muncul, PDEV (partial discharge exception voltage) yaitu besarnya nilai tegangan saat partial discharge hilang serta dibutuhkannya nilai pelepasan muatan maksimum saat tegangan diinject sesuai batas ketentuan.

Tabel 4. Analisa Hasil Pengukuran PDIV, PDEV (sumbu x) Segmen JTU 3 - KC 318.

No	Kategori Sumbu X	Simbol	Status	Point	Hasil Pengukuran
1	PDIV dan PDEV dibawah tegangan nominal	$PDIV \& PDEV < U_0$	Buruk	3	-
2	PDIV diatas tegangan nominal dan PDEV dibawah tegangan nominal	$PDIV > U_0 \& PDEV < U_0$	Cukup Buruk	2	PDIV L1, L2 = 8 kV L3 = 5,7 kV PDEV L1 = 17,9 kV, L2 = 18 kV dan L3 = 17,6 kV
3	PDIV dan PDEV diatas tegangan nominal	$PDIV \& PDEV > U_0$	Baik	1	-

Berdasarkan tabel 4.12 dimana nilai PDIV L1 dan L2 yaitu 8 kV dan L3 yaitu 5,7 kV. Untuk nilai PDIV di ketiga fasa nilainya $< U_0$. Dimana nilai U_0 yaitu 11,56 kV. Selanjutnya untuk nilai PDEV atau nilai tegangan saat muatan partial discharge hilang pada saat L1 = 17,9 kV, L2 = 18 kV dan L3 = 17,6 kV. Untuk PDEV nilainya $> U_0$. Sehingga dapat ditentukan status kondisi kabel dengan nilai PDIV dan PDEV untuk sumbu x berdasarkan Health Index PT. PLN (Persero) yaitu $PDIV > U_0 \& PDEV < U_0$ dengan kondisi kabel cukup buruk. Sehingga diperoleh poin untuk sumbu x yaitu 2, Setelah sumbu x diketahui nilai poinnya, maka

dibutuhkan nilai untuk poin sumbu y untuk penjumlahan matrik sumbu x dan y agar diketahui segmen JTU 3 – KC 318 analisa kesehatan kabelnya secara menyeluruh.

Tabel 5. Analisa Hasil Pengukuran Muatan (sumbu y) Segmen JTU 3 - KC 318.

No	Kategori Sumbu Y	Simbol	Status	Point	Hasil Pengukuran
1	Besar muatan <i>PD</i> diatas 1000pC	$Y > 1000 \text{ pC}$	Buruk	3	Nilai Pelepasan Muatan L1 = 5383 pC L2 = 6783 pC L3 = 104059 pC
2	Besar muatan <i>PD</i> diantara 500 pC sampai 1000 pC	$500 \text{ pC} < Y < 1000 \text{ pC}$	Waspada	2	-
3	Besar muatan <i>PD</i> dibawah dari 500 pC	$Y < 500 \text{ pC}$	Baik	1	-

Pada tabel 5 besarnya pelepasan muatan partial discharge saat tegangan di inject di 1,7 U₀ maka nilai yang diambil adalah nilai maksimum Dimana pada fasa R (L1) yaitu 5383 pC, fasa S (L2) yaitu 6783 pC dan fasa T (L3) yaitu 104059 pC. Besarnya nilai muatan dari masing-masing fasa $> 1000 \text{ pC}$ sehingga untuk sumbu y atau besarnya pelepasan muatan berdasarkan limit atau trend PT.PLN (Persero) yaitu $Y > 1000 \text{ pC}$ dengan kondisi kabel buruk dan berada pada poin 3.

Setelah diperoleh nilai dari sumbu x dan sumbu y maka akan dijumlahkan matriks $x+y$ untuk mengetahui status kondisi dan resiko kabel terhadap pelepasan muatan dan tegangan. Hasil matriks penjumlahan menjadi dasar hasil analisa akhir kabel, serta kondisi dan waktu penanganan untuk tindakan korektif atau pemeliharaan yang dilakukan. Masing -masing status atau kondisi memiliki tanda dengan warna yang berbeda –beda.

Tabel 6. Penjumlahan Matriks Sumbu x dan y.

No	Estimasi	Point	Status	Warna	Hasil Analisis
1	3 Bulan	6	Sangat Buruk		
2	6 Bulan	5	Buruk		Sumbu x = poin 3 Sumbu y = poin 2 Maka (Matrik $x+y$); $x+y = \text{poin } 5$
3	1 Tahun	4	Waspada		
4	2 Tahun	3	Cukup Baik		
5	3 Tahun	2	Baik		

Berdasarkan penjumlahan matrik sumbu x dan sumbu y diperoleh nilai atau poin 5 dengan warna orange. Dengan kondisi kabel buruk dan estimasi pengujian kembali dari hasil uji terakhir yaitu 6 bulan untuk tindak lanjut SKTM 20 kV. Maka Adapun kondisi Kesehatan kabel pada segmen JTU 3 – KC 318 adalah buruk. Kondisi kabel buruk akibat partial discharge jika dibiarkan secara terus menerus dapat mengakibatkan breakdown pada kabel. Munculnya partial discharge dapat ditemukan di beberapa titik lokasi seperti terlihat pada gambar 4.3 dan 4.4 ada yang muncul pada awal terminasi kabel, sambungan (*jointing*) dan sebagainya. Hal ini merupakan tin-

dakan preventive untuk mencegah meluasnya gangguan atau sebelum terjadinya trip pada penyulang. Sehingga dilakukan tindakan korektif yaitu potong sambung (*jointing*) pada titik kabel yang sudah ditrace menggunakan HV test.

4. Perbandingan

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pengujian partial discharge (PD) merupakan metode yang efektif untuk menilai kelayakan dan mendeteksi potensi kerusakan pada kabel SKTM 20 kV. Misalnya, studi di PT PLN UID Jawa Barat dan UP3 Karawang menggunakan pengujian PD off-line untuk menilai kondisi isolasi kabel dan menemukan bahwa intensitas PD yang tinggi berkorelasi dengan penurunan umur kabel. Penelitian lain yang menggunakan metode on-line PD bahkan menunjukkan korelasi antara lonjakan PD dengan gangguan aktual di lapangan. Dibandingkan dengan studi-studi tersebut, penelitian ini berfokus pada wilayah UP3 Cikokol dengan pendekatan off-line PD dan analisis health index internal PLN, yang bertujuan untuk mendukung strategi pemeliharaan preventif dan meningkatkan keandalan jaringan distribusi listrik di area padat beban.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian partial discharge segmen JTU 3 -KC 318 maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut;

- Untuk data hasil pengukuran PDIV, PDEV dan besarnya pelepasan muatan, diperlukan untuk dioalah datanya dalam menentukan kondisi kabel layak atau tidak untuk dioperasikan serta digunakan untuk menentukan hasil akhir kesehatan kabel dalam kondisi baik, waspada atau buruk dengan penjumlahan matrix x (health index) dan y (trend limit muatan).
- Kualitas kalibrasi mempengaruhi keseluruhan pengukuran PD. Kalibrasi dilakukan sebelum pengujian, dengan rentang yang berbeda- beda. Pengukuran pada satu rentang kalibrasi akan mempengaruhi kemampuan peralatan pengukuran untuk mengukur PD yang tinggi atau rendah.
- Analisa pengujian partial discharge penyulang pipi segmen JTU 3 -KC 318 dimana untuk sumbu x yaitu $PDIV > U_0$ dan $PDEV < U_0$ point 2 status kabel cukup buruk dan untuk sumbu y yaitu $Y > 1000$ pC untuk semua fasa dengan point 3 dan status kabel kondisi buruk. Hasil penjumlahan matrik sumbu x + y yaitu poin 5 dengan status buruk maka kabel tidak layak untuk dioperasikan dan harus dilakukan tindakan koektif. Dan untuk estimasi diberikan waktu pengujian ulang kembali dalam kurun waktu 6 bulan. Hasil akhir dari penjumlahan tersebut yang menjadi penentu hasil akhir untuk mengetahui kondisi kesehatan kabel SKTM 20 kV pada JTU 3 -KC318.
- Hasil perhitungan secara matematis dengan hasil pengukuran otomatis dengan alat TDM 45 untuk data PDIV, PDEV, PD max dan PD level tergolong sama atau akurasi sangat tepat. Hal ini membuktikan bahwa pengujian di lapangan dilaksanakan sesuai SOP yang berlaku dan sesuai dengan rumus bahan dielektrik.

Kontribusi Penulis: Penulis berkontribusi dalam menganalisis hasil pengujian partial discharge (PD) secara off-line pada kabel SKTM 20 kV di wilayah PT PLN (Persero) UP3 Cikokol, serta mengevaluasi kelayakan kabel berdasarkan parameter PDIV, PDEV, dan muatan PD. Selain itu, penulis menginterpretasikan data menggunakan matriks health index PLN dan memberikan rekomendasi teknis sebagai langkah preventif untuk meningkatkan keandalan jaringan distribusi listrik.

Pendanaan: Penelitian ini didanai secara mandiri oleh penulis tanpa adanya dukungan pendanaan dari lembaga, institusi, maupun pihak ketiga manapun. Seluruh biaya yang timbul dalam pelaksanaan penelitian ditanggung oleh penulis.

Pernyataan Ketersediaan Data: Seluruh data yang digunakan dalam penelitian ini tersedia dan dapat diberikan oleh penulis berdasarkan permintaan yang wajar. Data berasal dari hasil pengujian partial discharge pada kabel SKTM 20 kV di PT PLN (Persero) UP3 Cikokol dan telah dianalisis sesuai dengan prosedur yang berlaku.

Ucapan terimakasih: Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT PLN (Persero) UP3 Cikokol atas izin dan dukungan yang diberikan selama proses pengambilan data dan pelaksanaan penelitian. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada semua pihak yang telah membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

Konflik Kepentingan: Penulis menyatakan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan dalam pelaksanaan maupun penyusunan penelitian ini. Seluruh analisis dan hasil yang disajikan bersifat objektif dan bebas dari pengaruh pihak manapun.

Referensi

- [1] Conductors Committee of the IEEE Power Engineering Society, I. (2007a). IEEE Std 400.1TM-2007 (Revision of IEEE Std 400-1991), IEEE Guide for Field Testing of Laminated Dielectric, Shielded Power Cable Systems Rated 5 kV and above with High Direct Current Voltage.
- [2] Conductors Committee of the IEEE Power Engineering Society, I. (2007b). IEEE Std 400.3-2006, IEEE Guide for Partial Discharge Testing of Shielded Power Cable Systems in a Field Environment.
- [3] Conductors Committee of the IEEE Power, I., & Society, E. (2012). Sponsored by the Insulated Conductors Committee IEEE Power & Energy Society IEEE Guide for Field Testing and Evaluation of the Insulation of Shielded Power Cable Systems Rated 5 kV and Above.
- [4] Conductors Committee of the IEEE Power, I., & Society, E. (2013). IEEE Guide for Field Testing of Shielded Power Cable Systems Using Very Low Frequency (VLF) (less than 1 Hz) Sponsored by the Insulated Conductors Committee IEEE Power and Energy Society.
- [5] Eliminate unplanned downtime with Emerson's Partial Discharge Testing for cables. (n.d.).
- [6] Iec. (2000). IEC INTERNATIONAL 60270 STANDARD High-voltage test techniques- Partial discharge measurements IEC INTERNATIONAL 60270 STANDARD High- voltage test techniques-Partial discharge measurements including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher. In IEC (Vol. 60270). www.iec.ch
- [7] IEEE Guide for Field Testing of Shielded Power Cable Systems Rated 5 kV and Above with Damped Alternating Current (DAC) Voltage IEEE Power and Energy Society. (n.d.).
- [8] IEEE Power Engineering Society. Insulated Conductors Committee., Institute of Electrical and Electronics Engineers., American National Standards Institute., & IEEE-SA Standards Board. (2005). IEEE guide for field testing of shielded power cable systems using very low frequency (VLF). Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- [9] Legino, S., & Jurjani, F. (n.d.). STUDI ANALISIS PENGARUH PARTIAL DISCHARGE PADA SKTM TERHADAP KEHANDALAN PENYULANG (Vol. 8, Issue 2).
- [10] Materi_Pelatihan_Partial_Discharge_Pelua. (n.d.).
- [11] Nurhadi, I., Djaohar, M., Teknik Elektro, P., Teknik, F., & Negeri Jakarta, U. (n.d.). Analisis Partial Discharge Pada Saluran Kabel Tegangan Menengah 20 kV (Studi Assesmen SKTM di PT. PLN (Persero) UP3 Menteng) 1.
- [12] Pasra, N., Makkulau, A., Muhamamd, ;, Adnan, H., Elektro, T., Tinggi, S., & Pln, T. (2018). GANGGUAN YANG TERJADI PADA SISTEM JOINTING PADA SALURAN KABEL TEGANGAN MENENGAH 20 KV. In Jurnal Sutet (Vol. 8, Issue 1).
- [13] Pengaruh Partial discharge terhadap kegagalan isolasi. (n.d.).
- [14] Penjelasan Singkat Pekerjaan Cable Assessment Pada PT PLN-Disjabar Area Depok. (n.d.).
- [15] Ridzki, I. (n.d.). PREDIKSI DEGRADASI ISOLASI KABEL XLPE.
- [16] Rizky, A., Suryanto, R., Patras, L., & Tumaliang, H. (n.d.). Kajian Saluran Kabel Tegangan Menengah (SKTM) Studi Kasus Kawasan Megamass Kota Manado.
- [17] Tegangan Tinggi Liliana, T. S. (n.d.). Mata Kuliah Dosen Pembimbing.
- [18] Untuk, D., Sebagian, M., Guna, P., Gelar, M., & Madya, A. (n.d.). PENGUJIAN SALURAN KABEL TEGANGAN MENENGAH (SKTM) DALAM RANGKA PENENTUAN PARTIAL DISCHARGE DENGAN METODE ASSESMENT KABEL AREA CIKUPA BANTEN PROYEK AKHIR.
- [19] Zheng, W., Qian, Y., Yang, N., Huang, C., & Jiang, X. (2011). Research on Partial Discharge Localization in XLPE Cable Accessories Using Multi-Sensor Joint Detection Technology (Vol. 87).