

Pemeliharaan Rutin Trafo Arus (*Current Transformer*) di Bay Line Kuta 2 Gardu Induk 150 kV Sengkol

Sri Kusmiati¹, I Ketut Wiryajati¹

¹Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mataram

ARTICLE INFO

Article history:

Received May 14, 2024

Revised May 14, 2024

Accepted June 21, 2024

Keywords:

Electrical Energy;

Maintenance;

Inspection;

ABSTRACT

PLN as the state Electricity Company is trying to obtain as optimal electrical energy as possible in line with the increase in electrical energy consumers. To maintain the quality of energy distribution and prevent equipment damage, a security and maintenance system for substation installations is needed, including current transformers as important devices in reducing large currents to small ones for measurement, protection and isolation. The importance of routine maintenance on current transformer equipment at the Sengkol 150 kV substation. Through direct observation methods, literature studies, interviews, data collection, data analysis, and article preparation. Current Transformer Maintenance has testing standards based on KEPDIR 0520.K/DIR/2014 Current Transformer Manual. Maintenance results on inspection levels 1, 2 and 3 of the Current Transformer show good results and are in accordance with established standards. So the recommendation is for significant routine monitoring and rechecking if necessary to obtain good results. Routine maintenance of current transformers at the Sengkol 150 kV substation meets standards and is reliable for protection and measurement applications.

Corresponding Author:

Sri Kusmiati, Jurusan Teknik Elektro Universitas Mataram 83127, Indonesia

Email: kusmiatisri901@gmail.com

1. LATAR BELAKANG

PLN sebagai perusahaan listrik negara berusaha untuk menyuplai energi listrik seoptimal mungkin seiring dengan meningkatnya konsumen energi listrik. Agar dapat memanfaatkan energi listrik yang ada serta menjaga kualitas penyaluran dan kerusakan peralatan, maka diperlukan suatu sistem pengamanan dan sistem pemeliharaan instalasi gardu induk. Dalam gardu induk terdapat suatu peralatan yaitu trafo arus yang berfungsi untuk menurunkan arus besar pada tegangan tinggi atau menengah menjadi kecil pada tegangan rendah yang dipakai untuk pengukuran dan proteksi dan mengisolasi rangkaian sekunder terhadap rangkaian primer serta memungkinkan standarisasi rating arus untuk peralatan sisi sekunder (Margianto, dkk, 2016: 22)

Pada sistem tenaga listrik tegangan tinggi arus yang mengalir sangat besar, sehingga tidak mungkin dilakukan pengukuran besaran listrik seperti tegangan dan arus secara langsung. Pengukuran arus dan tegangan dilakukan setelah nilai besarnya diperkecil dan dikali dengan faktor transformasi dari trafo, sehingga aman untuk peralatan pengukuran. Penurunan nilai besaran listrik dilakukan melalui sebuah trafo instrumen: Trafo arus (untuk menurunkan nilai arus) dan trafo tegangan (untuk menurunkan nilai tegangan).

Mengingat fungsinya yang vital pada proteksi di penyaluran tenaga listrik, terutama pada jaringan transmisi yang menyalurkan listrik dari pembangkit. Trafo arus harus dapat bekerja dengan baik dalam keadaan normal maupun gangguan. Sehingga peralatan proteksi dapat bekerja mengenal arus gangguan dan mengamankan peralatan. Jika trafo arus tidak bekerja sebagaimana mestinya, maka proteksi tidak dapat bekerja dan peralatan bisa rusak, bahkan dapat mengganggu sistem penyaluran listrik.

Pemeliharaan merupakan salah satu proses kegiatan yang bertujuan menjaga kondisi peralatan tenaga listrik agar tetap optimal dalam melaksanakan fungsinya sehingga nilai keandalannya dapat terpenuhi. PT PLN (Persero) selaku perusahaan utama penyedia dan pemasok energi listrik di Indonesia mempunyai pedoman dalam melakukan pemeliharaan terhadap asetnya. Mengacu pada KEPDIR 0520.K/DIR/2014 terdapat lima penggolongan pemeliharaan yaitu *in service inspection*, *in service measurement*, *shutdown measurement*, *conditional* (pasca relokasi/pasca gangguan/bencana alam), dan *overhaul*. Sehubungan dengan hal tersebut maka dalam laporan ini akan dibahas mengenai Pemeliharaan Rutin Pada Peralatan *Current Transformer* (CT) Di Bay Line Kuta 2 Gardu Induk 150 kV Sengkol. Periode pelaksanaan dengan kegiatan pemeriksaan maupun pengujian kepada Failure Mode Effect Analysis (FMEA).

2. METODE

Dalam penyusunan artikel ini, metodologi yang digunakan antara lain sebagai berikut:

2.1 Pengamatan Langsung

Pengamatan langsung dengan mengikuti kegiatan Pemeliharaan Rutin di Bay Line Kuta 2 yang dilakukan oleh Tim Pemeliharaan Gardu Induk ULTG Lombok Barat di Gardu Induk 150 kV Sengkol.

2.2 Studi Literatur

Studi literatur bertujuan untuk mengumpulkan teori-teori penunjang yang berkaitan dengan laporan Praktik Kerja Lapangan berupa Surat Keputusan Direksi PT PLN (Persero) No. 0520-2.K/DIR/2014, buku, jurnal ilmiah, artikel, internet, dan database. Teori-teori penunjang yang dibutuhkan dalam laporan Praktik Kerja Lapangan ini berkaitan dengan pemeliharaan peralatan primer gardu induk khususnya di Bay Line pada peralatan *Current Transformer* (CT).

2.3 Wawancara

Wawancara merupakan salah satu cara yang digunakan untuk mendapatkan informasi dengan bertanya langsung kepada pembimbing lapangan dan pihak-pihak yang telah berpengalaman sehingga memperoleh informasi mengenai permasalahan yang ada dilapangan, fungsi dan cara kerja dari peralatan *Current Transformer* (CT).

2.4 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan meminta hasil pengujian di Bay Line Kuta 2 pada peralatan *Current Transformer* (CT) kepada pembimbing lapangan ULTG Lombok Barat.

2.5 Analisis Data

Setelah teori-teori pendukung dan data hasil uji yang didapat kemudian dianalisa dengan menggunakan standar kondisi kesehatan peralatan sesuai KEPDIR 0520.K/DIR/2014 untuk mengetahui kondisi kesehatan peralatan saat ini dan kesimpulan berupa kesiapan peralatan untuk dioperasikan.

2.6 Penyusunan Artikel

Setelah diperoleh analisis hasil uji pemeliharaan Rutin di ULTG Lombok Barat, dilakukan penarikan kesimpulan dari hasil analisa. Selanjutnya pembuatan artikel dari kegiatan Praktik Kerja Lapangan ini.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 In Service/Visual Inspection (Inspeksi Level 1)

Tabel 1. Hasil Pengujian *In Service/Visual Inspection* (Inspeksi Level 1)

Item Inspeksi	Hasil Inspeksi	Interpretasi	Rekomendasi
Level Minyak	Normal	Level minyak dalam kondisi normal menunjukkan bahwa tingkat minyak di dalam sistem atau perangkat terkendali dan berada dalam batas yang dianggap aman.	- Dalam hal ini, karena semua hasil inspeksi menunjukkan kondisi normal dan tidak adanya kebocoran minyak, rekomendasi utamanya adalah untuk menjaga dan memonitor secara rutin kondisi sistem atau
Kebocoran	Tidak Ada	Tidak adanya kebocoran	

Minyak		minyak menandakan bahwa sistem atau perangkat tidak mengalami kebocoran pada tingkat yang membahayakan operasional atau lingkungan sekitar.	perangkat tersebut. - Dianjurkan untuk melakukan inspeksi lebih lanjut sesuai dengan jadwal pemeliharaan yang telah ditentukan untuk memastikan kelangsungan operasional dan mencegah potensi masalah di masa depan.
--------	--	---	---

3.2 In Service Measurement/Online Monitoring (Inspeksi Level 2)

3.2.1 Thermovisi Isolator dan Housing Trafo Arus (Current Transformer)

Tabel 2. Hasil Pengujian Thermovisi Isolator dan *Housing* Trafo Arus (*Current Transformer*)

Spot No.	URAIAN	SUHU (°C)			Δt (°C)			Justifikasi Kondisi		
		R	S	T	R-S	S-T	T-R	R-S	R-T	S-T
IV	CT (CURRENT TRANSFORMATOR)/ TRAFO ARUS									
67	Heading CT	29,2	29,2	29,2	0	0	0	Normal	Normal	Normal
68	Bushing CT	29,7	29,5	30,1	0,2	0,6	0,4	Normal	Normal	Normal
69	Body/Core Housing CT	27,4	27,6	27,8	0,2	0,2	0,4	Normal	Normal	Normal

Berdasarkan data hasil pengujian termovisi isolator dan *Housing* pada *Current Transformer* (CT), standar normal pengujian termovisi isolator dan *Housing* pada peralatan *Current Transformer* (CT) adalah antara 1°C hingga 3°C, sesuai dengan Surat Keputusan Direksi PT PLN (Persero) No. 0520-2.K/DIR/2014 Buku Pedoman Pemeliharaan Trafo Arus. Hasil pengujian Thermovisi Isolator dan *Housing* CT fasa R-S, S-T, dan T-R pada *Heading* CT menunjukkan nilai 0°C, sementara pada *Bushing* CT dan *Body/Core Housing* CT masing-masing menunjukkan nilai antara 0,2°C hingga 0,6°C, yang semuanya sesuai dengan standar normal. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa pengujian Termovisi dan *Housing* CT Bay Line Kuta 2 GI Sengkol menunjukkan kondisi yang baik dan normal.

3.2.2 Thermovisi Klem dan Konduktor Trafo Arus (Current Transformer)

Tabel 3. Hasil Pengujian Thermovisi Klem dan Konduktor Trafo Arus (*Current Transformer*)

Spot No.	KET.	Ø	Arus Max yang pernah di capai	Arus Pada Saat Shooting	Suhu Klem Saat Shooting	Suhu Kawat Saat Shooting	Selisih Suhu Pada Beban Max (Perkiraan)	Resume Pemeriks aan Thermovisi
			(A)	(A)	(C)	(C)	(C)	
			a	b	c	d	$e = (a^2/b^2) \times (c - d)$	f
65	Konduktor CT In (Arah Line) Klem CT In (Arah Line)	R	10	9	28,2	27,1	1,36	KONDISI BAIK
66		S	10	9	28,2	27,4	0,99	KONDISI BAIK
		T	10	9	28,3	26,4	2,35	KONDISI BAIK
70	Klem CT Out (Arah Bus) Konduktor CT Out	R	10	9	28,2	27,2	1,23	KONDISI BAIK
71		S	10	9	28,4	27,5	1,11	KONDISI BAIK
		T	10	9	28,3	27,2	1,36	KONDISI BAIK

	(Arah Bus)							BAIK
--	------------	--	--	--	--	--	--	------

Berdasarkan data hasil pengujian termovisi klem dan konduktor pada *Current Transformer* (CT), standar pengujian termovisi klem dan konduktor pada peralatan *Current Transformer* (CT) dalam kondisi baik adalah antara 0°C hingga 10°C, sesuai dengan Surat Keputusan Direksi PT PLN (Persero) No. 0520-2.K/DIR/2014 Buku Pedoman Pemeliharaan Trafo Arus. Hasil pengujian menunjukkan bahwa suhu pada bagian masuk dan keluar Konduktor CT serta Klem CT pada fasa R, S, dan T berada dalam kisaran tersebut, dengan nilai tertinggi hanya mencapai 2,35°C, yang masih sesuai dengan standar. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa pengujian termovisi klem dan konduktor CT di Bay Line Kuta 2 GI Sengkol menunjukkan kondisi yang baik, dan pengukuran berikutnya akan dilakukan sesuai jadwal.

3.3 Shutdown Measurement/Shutdown Function Check (Inspeksi Level 3)

3.3.1 Pengujian Tahanan Isolasi

Standar: $\geq 1 \text{ M}\Omega/1\text{kV}$

Tegangan Inject:

- Sekunder-Ground = 500 V
- Primer-Ground = 10 kV
- Primer-Sekunder = 5 kV

Tabel 4. Hasil Pengujian Tahanan Isolasi Trafo Arus (*Current Transformer*)

Pengujian Tahanan Isolasi CT			
		Primer	Ground
		R	Sekunder Core1
	Sekunder Core2	8,8 T Ω	> 1 T Ω
	Sekunder Core3	7,3 T Ω	> 1 T Ω
	Sekunder Core4	8,3 T Ω	> 1 T Ω
		Primer	Ground
		S	Sekunder Core1
	Sekunder Core2	9,39 T Ω	> 1 T Ω
	Sekunder Core3	9,12 T Ω	> 1 T Ω
	Sekunder Core4	> 10 T Ω	> 1 T Ω
		Primer	Ground
		T	Sekunder Core1
	Sekunder Core2	5,40 T Ω	> 1 T Ω
	Sekunder Core3	6,53 T Ω	> 1 T Ω
	Sekunder Core4	6,38 T Ω	> 1T Ω

	Primer	Ground
R Primer		5,4 T Ω
S Primer		6,5 T Ω
T Primer		6,9 T Ω

Berdasarkan data hasil pengujian tahanan isolasi pada *Current Transformer* (CT), standar pengujian Tahanan Isolasi pada peralatan *Current Transformer* (CT) dalam kondisi baik adalah $\geq 1 \text{ M}\Omega/1\text{kV}$, sesuai dengan Surat Keputusan Direksi PT PLN (Persero) No. 0520-2.K/DIR/2014 Buku Pedoman Pemeliharaan Trafo Arus yang merujuk pada standar VDE. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tahanan isolasi pada CT fasa R, S, dan T melebihi standar yang ditetapkan, dengan nilai lebih besar dari 1 M $\Omega/1\text{kV}$. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kondisi CT fasa R, S, dan T di Bay Line Kuta 2 GI Sengkol dalam kondisi baik berdasarkan hasil pengujian tahanan isolasi.

3.3.2 Pengujian Tan Delta

Tabel 5. Hasil Pengujian Tan Delta Trafo Arus (*Current Transformer*)

Pengujian Tan Delta CT				
Pengujian	Standar	Hasil Pengujian		
		R	S	T
Tan Delta (%)	<1%	0,25%	0,24%	0,30%

Berdasarkan data hasil pengujian Delta Tester (Tangen Delta) pada *Current Transformer* (CT), standar pengujian Tan Delta pada peralatan *Current Transformer* (CT) yang dapat diterima adalah < 1%, sesuai dengan Surat Keputusan Direksi PT PLN (Persero) No. 0520-2.K/DIR/2014 Buku Pedoman Pemeliharaan Trafo Arus. Hasil pengujian Tan Delta CT pada fasa R, S, dan T menunjukkan angka masing-masing 0,25%, 0,24%, dan 0,30%, yang berada di bawah standar yang ditetapkan. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa CT pada Bay Line Kuta 2 GI Sengkol berada dalam kondisi baik sesuai dengan hasil pengujian Delta Tester. Jika hasil pengujian melebihi 1%, pengecekan ulang terhadap alat uji dan perbandingan dengan hasil uji lainnya perlu dilakukan.

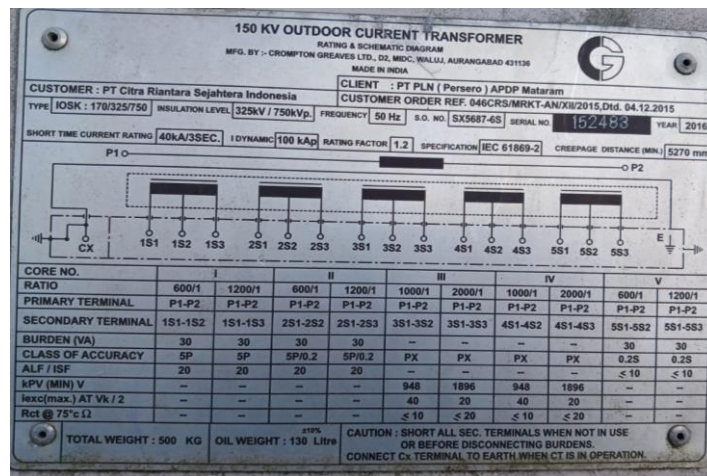
3.3.3 Pengujian Tahanan Pentanahan

Tabel 6. Hasil Pengujian Tahanan Pentanahan Trafo Arus (*Current Transformer*)

Pengujian Tahanan Pentanahan CT				
Pengujian	Standar	Hasil Pengujian		
		R	S	T
Pentanahan (Ω)	< 1Ω	0,51Ω	0,03Ω	0,07Ω

Berdasarkan data hasil pengujian Tahanan Pentanahan pada *Current Transformer* (CT), standar pengujian Tan Delta pada peralatan *Current Transformer* (CT) dalam kondisi baik adalah <1Ω, sebagaimana diatur dalam Surat Keputusan Direksi PT PLN (Persero) No. 0520-2.K/DIR/2014 Buku Pedoman Pemeliharaan Trafo Arus. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tahanan pentanahan CT pada fasa R, S, dan T masing-masing adalah 0,51Ω, 0,03 Ω, dan 0,07 Ω, yang semuanya berada di bawah standar yang ditetapkan. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa tahanan pentanahan CT fasa R, S, dan T di Bay Line Kuta 2 GI Sengkol dalam kondisi baik. Jika nilai tahanan pentanahan melebihi 1Ω, langkah pertama yang harus dilakukan adalah membersihkan kawat pentanahan, dan dilanjutkan dengan pengujian ulang. Jika nilai masih melebihi 1Ω setelah pengujian ulang, maka perlu dilakukan perbaikan sistem pentanahan pada peralatan tersebut.

3.3.4 Pengujian Ratio



Gambar 1. Nameplate Trafo Arus (*Current Transformer*)

Tabel 7. Hasil Pengujian Ratio Trafo Arus (*Current Transformer*)

Pengujian Ratio CT					
		Tap	Nameplate	%Error	Class Of Accuracy
CT Phasa R	Core 1	R1-R2	600:1	-0.147	5P
	Core 2	R1-R2	600:1	-0.003	5P/0,2
	Core 3	R1-R3	2000:1	-0.101	PX
	Core 4	R1-R3	2000:1	-0.096	PX

CT Phasa S	Core 1	R1-R2	600:1	-0.056	5P
	Core 2	R1-R2	600:1	0.120	5P/0,2
	Core 3	R1-R3	2000:1	0.349	PX
	Core 4	R1-R3	2000:1	-0.112	PX
CT Phasa T	Core 1	R1-R2	600:1	0.213	5P
	Core 2	R1-R2	600:1	0.213	5P/0,2
	Core 3	R1-R3	2000:1	0.593	PX
	Core 4	R1-R3	2000:1	0.616	PX

Berdasarkan data hasil pengujian Ratio pada *Current Transformer* (CT) memiliki empat core untuk masing-masing fasa R, S, dan T. Core 1 memiliki *accuracy class* 5P, yang cocok untuk aplikasi umum seperti proteksi arus lebih, dengan tingkat akurasi yang memadai untuk kebutuhan umum. Core 2 memiliki *accuracy class* 5P/0,2, digunakan untuk aplikasi dengan toleransi akurasi yang lebih besar, seperti proteksi back up. Sementara core 3 dan core 4 memiliki *accuracy class* PX, yang biasanya digunakan dalam skema proteksi dengan kebocoran reaktansi rendah dan informasi khusus. Seluruh pengujian menunjukkan bahwa semua core berada dalam rentang 1%, menunjukkan bahwa pengujian ratio di Bay Line Kuta 2 GI Sengkol memenuhi standar yang ditetapkan.

4. KESIMPULAN

Pemeliharaan peralatan *Current Transformer* (CT) di Bay Line Kuta 2 Gardu Induk 150 kV Sengkol berdasarkan data yang telah memenuhi standar Keputusan Direksi PT PLN No. 0520-2.K/DIR/2014 Buku Pedoman Pemeliharaan Trafo Arus adalah positif. Inspeksi level 1 menunjukkan kondisi normal pada level minyak dan tanpa kebocoran minyak, memberikan rekomendasi untuk pemantauan rutin dan inspeksi lebih lanjut. Hasil inspeksi level 2 dari termovisi isolator dan *Housing*, serta pengujian klem dan konduktor CT, memenuhi standar keamanan dengan baik. Pada inspeksi level 3, pengujian tahanan isolasi, Tan Delta, tahanan pentanahan, dan ratio CT semuanya memperlihatkan kondisi baik dan sesuai standar. Rekomendasi termasuk pengecekan ulang jika nilai Tan Delta melebihi batas standar. Secara keseluruhan, hasil pemeliharaan menunjukkan bahwa CT dapat diandalkan untuk aplikasi proteksi maupun pengukuran, dengan perluasan pengujian sesuai jadwal pemeliharaan.

5. REFERENSI

- [1] Ananto, A. R., Arifin, S. K., Hermawan, A., & Efendrik P. (2023). Kajian Teknis Pemeliharaan Transformator Arus Pada Gardu Induk PLTU Tanjung Awar-Awar Babat. *Jurnal Sistem Kelistrikan*, 10 (1).
- [2] Aribowo, D., Romi W., & YH Alexander D. (2014). Care and Maintenance System Generator Transformer 20kV-150kV. *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*.
- [3] Koerniawan, T. Wasri, A.H. dan Yuliansyah. (2019). Kajian Ketelitian Current Transformer (CT) terhadap Kesalahan Ratio Arus pada Pelanggan 197 kVA. *Jurnal Energi dan Kelistrikan*, 11(1), pp. 9-16.
- [4] Makkulau, A. Pasra, N. dan Riska, S. R. (2018). Pengujian Tahanan Isolasi dan Rasio Pada Trafo PS T15 PT Indonesia Power Up Mrica. *Jurnal Energi dan Kelistrikan*. 10(1), pp. 20-25.
- [5] Margianto, R. Hani, S. dan Syafirudin. (2016). Pengujian Transformator Arus 150 kV untuk Sistem Proteksi Transformator Tenaga 3 Gardu Induk Purworejo. *Jurnal Elektrikal*. 3(1), pp. 22.
- [6] PT PLN (Persero). (2014). *Buku Pedoman Pemeliharaan Transformator Arus*. Jakarta: PT PLN (Persero).
- [7] PT PLN (Persero). (2009). *Buku Petunjuk Batasan Operasi dan Pemeliharaan Peralatan Penyaluran Tenaga Listrik Trafo Arus*. (No. Dokumen: 02-22/HARLUR-PST/2009). SK DIR No. 114.K/DIR/2010, Jakarta.
- [8] PT PLN (Persero) UIW NTB. (2019). *Instruksi Kerja Alat Uji Rasio Belitan Trafo Menggunakan Megger-TTR 310*. Mataram: PT PLN (Persero) UIW NTB.
- [9] PT PLN (Persero) UIW NTB. (2023). *Instruksi Kerja Pengujian Tangen Delta CT Menggunakan Megger-Delta 4110*. Mataram: PT PLN (Persero) UIW NTB.

- [10] Pranoto, A. Hans, Glanny, dan Mangindaan. Analisa Sistem Pentanahan Gardu Induk Teling dengan Konstruksi Grid (Kisi-kisi). *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 7(3), pp. 189-198.