

Performance and Reliability Analysis of Current Transformer (CT) Type IOSK170 in The Ampel 500/150KV Substation Project: Case Study Of Line Up Mojosongo 2

Riean Noer Hakiki^{1*}, Djuniadi Djuniadi¹

¹ Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Semarang, Indonesia

*Corresponding Author email : rianhakiki49@students.unnes.ac.id

Abstract

The Ampel 500/150 kV Main Substation (GI) Project is an important initiative in the development of electricity infrastructure in Indonesia, with a strategic role in ensuring continuity and reliability of electricity supply. This research analyzes the performance and reliability of the IOSK170 type Current Transformer (CT) on the Mojosongo 2 Line Up at GI 500/150 kV Ampel. Tests show very high insulation resistance values, exceeding 300 G Ω for primary to ground and primary to secondary, and more than 2 G Ω for secondary to ground, indicating excellent insulation conditions. Winding resistance meets design specifications without significant damage. The transformation ratio test showed very small errors, between -0.071% to 0.047%, and the results were "OK" in the polarity test, ensuring accurate current transformation. RDC and V-Knee Point exhibit high resistance and sufficient values for measurement and protection applications. Low ground resistance ensures good connectivity to the grounding system. Overall results show that the IOSK170 type CT has high reliability and performance according to industry standards, supporting the efficiency and reliability of the electric power system in Indonesia. These findings form the basis of recommendations for improving routine maintenance and testing procedures, as well as guidelines for future development of CT technology, essential for the continuity of a stable and safe electricity supply.

Keywords: Current Transformer; Insulation Resistance; Transformation Ratio.

1. Introduction

Proyek Gardu Induk (GI) 500/150 kV Ampel merupakan salah satu inisiatif penting dalam pengembangan infrastruktur kelistrikan di Indonesia. Gardu induk ini memiliki peran strategis dalam menjamin kontinuitas dan keandalan pasokan listrik pada wilayah yang dilayaninya, termasuk dalam pengelolaan transmisi energi listrik dari pembangkit ke konsumen akhir. Salah satu komponen vital dalam sistem gardu induk adalah Current Transformer (CT), yang berfungsi untuk mengukur arus listrik dalam rangka pengoperasian, perlindungan, dan kontrol sistem tenaga listrik[1].

Current Transformer tipe IOSK170 yang digunakan pada Line Up Mojosongo 2 di GI 500/150 kV Ampel menjadi objek utama dalam studi ini. Keandalan dan kinerja CT sangat menentukan efisiensi serta keamanan operasional gardu induk[2]. Kinerja CT yang optimal memungkinkan pengukuran arus yang akurat, sehingga mendukung kinerja sistem proteksi dan pengawasan. Sementara itu, keandalan CT menjamin bahwa perangkat ini dapat berfungsi dengan baik dalam jangka waktu yang panjang tanpa mengalami kerusakan atau gangguan yang berarti[3].

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis performa dan keandalan CT tipe IOSK170 pada Line Up Mojosongo 2 di GI 500/150 kV Ampel. Analisis ini meliputi berbagai aspek teknis yang berkaitan dengan operasi CT, termasuk ketepatan pengukuran arus, respon terhadap beban, serta kemampuan dalam kondisi operasi normal dan abnormal[4]. Selain itu, studi ini juga akan menilai faktor-faktor yang mempengaruhi keandalan CT, seperti kualitas material, desain, serta pemeliharaan. Melalui studi kasus ini, diharapkan dapat diperoleh wawasan yang mendalam mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja dan keandalan CT pada sistem gardu induk bertegangan tinggi[5].

Hasil dari analisis ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang komprehensif mengenai kondisi aktual CT tipe IOSK170 pada Line Up Mojosongo 2. Temuan dari studi ini akan menjadi dasar bagi rekomendasi perbaikan dan penguatan sistem pemeliharaan sehingga dapat meningkatkan keandalan dan kinerja CT secara keseluruhan[6]. Selain itu, hasil analisis ini juga dapat digunakan sebagai acuan bagi pengembangan kebijakan dan standar operasional dalam pengelolaan gardu induk serupa di masa depan. Dengan demikian, studi ini tidak hanya berkontribusi dalam memastikan operasional yang efisien dari Gardu Induk Ampel, tetapi juga mendukung upaya pemerintah dalam meningkatkan kualitas dan keandalan sistem ketenagalistrikan nasional [7].

2. Material and methods

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif untuk menganalisis kinerja dan keandalan Current Transformer (CT) tipe IOSK170 di Line Up Mojosongo 2, Gardu Induk (GI) 500/150 kV Ampel. Langkah-langkah penelitian meliputi pengumpulan data primer melalui pengukuran langsung di lapangan menggunakan alat seperti osiloskop dan multimeter, serta data sekunder dari laporan pemeliharaan[8]. Pengujian kinerja dilakukan untuk mengukur akurasi CT, respon terhadap perubahan beban, dan kinerja dalam kondisi abnormal. Analisis keandalan menggunakan metode seperti Mean Time Between Failures (MTBF) dan Fault Tree Analysis (FTA) untuk mengidentifikasi penyebab kegagalan. Data dianalisis dengan teknik statistik seperti regresi dan ANOVA, serta divisualisasikan menggunakan grafik dan tabel. Hasil analisis membahas potensi masalah dan memberikan rekomendasi perbaikan prosedur pemeliharaan, penggunaan material yang lebih baik, serta pengembangan kebijakan operasional. Penelitian ini diharapkan memberikan gambaran komprehensif mengenai kinerja dan keandalan CT tipe IOSK170, serta meningkatkan efisiensi dan keandalan operasional gardu induk di Indonesia[9].

2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian kinerja dan keandalan Current Transformer pada gardu induk 500/150 kV Ampel line up Mojosongo 2 meliputi beberapa komponen kelistrikan, antara lain:

1. Osiloskop
2. Multimeter Digital
3. Primary Injection Test Set
4. Secondary Injection Test Set
5. High Precision Current Source
6. Data Logger
7. Megger
8. Safety Equipment
9. Clamp Meter
10. Thermohygrometer

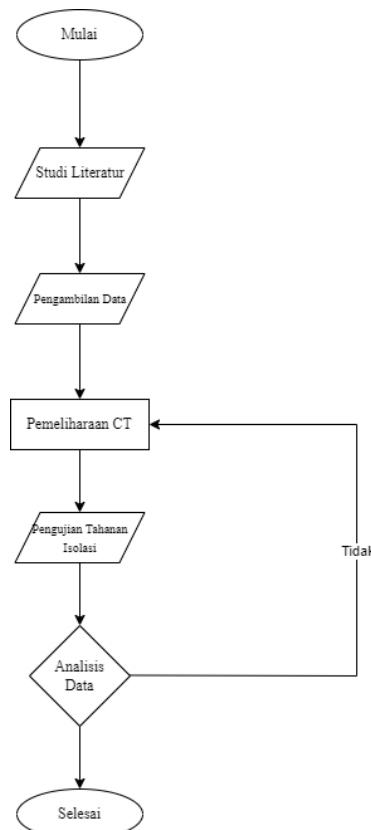
Adapun bahan yang digunakan dalam pengujian Current Transformer adalah sebagai berikut:

1. Current Transformer (CT) tipe IOSK170 buatan TRENCH dengan nomor seri Fase R 1901135, Fase S 1901136, dan Fase T 1901137 memiliki Voltage Rating (Um) 170 kV dan Rated Insulation 170/325/720 kV. Operasional dalam rentang suhu -25°C hingga +40°C dengan Creepage Distance 5270 mm. Capacitance: Primary to Earth (Cp) 14.9 nF, Secondary to Earth (Cs) 4000 pF. Rasio inti CT 2000-4000/1A dengan kelas varian seperti Class PX, P, VA/RCT dan Class 0.2S, optimal untuk keandalan dan performa tinggi
2. Kabel Uji digunakan untuk menghubungkan alat pengukur dengan CT
3. Terminal Block digunakan untuk menghubungkan dan mengamankan kabel pada titik pengukuran
4. Label dan Marker untuk menandai dan mengidentifikasi kabel serta titik pengukuran
5. Dokumentasi Pengujuann berguna untuk mencatat hasil pengujian

2.2 Alur Penelitian

A. Perancangan sensor

Proses penelitian untuk menguji Current Transformer dimulai dengan melakukan studi literatur tentang metode-metode umum yang digunakan dalam pengujian CT. Setelah itu, dilakukan analisis terhadap data yang diperoleh. Detail dari alur ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1: Diagram Alur Penelitian.

Penelitian ini dimulai dengan studi literatur untuk mengumpulkan informasi terbaru mengenai teknologi dan standar industri terkait Current Transformer (CT), khususnya tipe IOSK170 yang digunakan pada Line Up Mojosongo 2 di Gardu Induk 500/150 kV Ampel.

Pengambilan data dilakukan dengan melakukan pengukuran langsung menggunakan osiloskop, multimeter, dan alat uji lainnya untuk mengevaluasi kinerja CT dalam kondisi operasional lapangan. Setelah itu, dilakukan evaluasi terhadap prosedur pemeliharaan yang ada serta pengujian tahanan isolasi menggunakan megger untuk memverifikasi keandalan isolasi CT[10]. Data yang terkumpul dianalisis menggunakan teknik statistik dan metode analisis lainnya untuk mengidentifikasi pola dan potensi masalah yang mempengaruhi kinerja CT. Hasil analisis digunakan untuk merevisi atau meningkatkan prosedur pemeliharaan yang ada dan melakukan pengujian tahanan isolasi tambahan jika diperlukan. Penelitian diakhiri dengan penyusunan laporan yang berisi temuan utama, rekomendasi perbaikan, dan kesimpulan untuk mendukung efisiensi dan keandalan operasional CT di Gardu Induk Ampel[11].

2.3 Pengujian Current Transformer (CT)

Pengujian Current Transformer (CT) melibatkan serangkaian prosedur kritis untuk memastikan kinerja dan keandalan dalam sistem tenaga listrik. Pertama, pengujian tahanan isolasi dilakukan menggunakan Megger 5 kV untuk mengukur resistansi antara lilitan primer CT dengan tanah, antara lilitan primer dan sekunder, serta antara lilitan sekunder dengan tanah[12]. Hasil yang tinggi menunjukkan integritas isolasi yang baik, vital untuk mencegah kebocoran arus dan kerusakan peralatan. Selanjutnya, pengukuran resistansi belitan menggunakan mikro-ohm meter untuk memeriksa kondisi belitan primer dan sekunder, memastikan sesuai dengan standar desain dan spesifikasi pabrik. Pengujian rasio transformasi adalah langkah penting lainnya, di mana arus primer yang diterapkan diukur pada lilitan sekunder untuk memverifikasi akurasi transformasi. Dengan mengikuti prosedur ini secara teliti, diharapkan CT dapat beroperasi efisien dan dapat diandalkan dalam menyediakan pengukuran arus yang akurat untuk keperluan proteksi dan pengawasan dalam sistem tenaga listrik[13].

3. Results and discussion

1. Pengujian Insulasi

Pengujian isolasi pada Current Transformer (CT) bertujuan untuk memastikan keandalan dan keselamatan operasional dengan mengukur resistansi isolasi antara lilitan primer, sekunder, dan inti besi. Proses ini melibatkan pengukuran resistansi isolasi menggunakan alat megger untuk mendeteksi kemungkinan kebocoran arus. Pengujian isolasi terdiri dari dua tahap: pengujian lilitan primer pada 5000 VDC dan pengujian inti besi pada 1000 VDC. Pada pengujian lilitan primer pada 5000 VDC, diukur resistansi antara lilitan primer dan ground pada 5000 VDC, serta resistansi antara lilitan sekunder dan ground pada 1000 VDC pada inti besi[14]. Hasil pengujian isolasi yang baik memastikan bahwa CT dapat beroperasi dengan aman dalam sistem tenaga listrik bertegangan tinggi. Berikut adalah hasil pengujian menggunakan Kyoritsu 3125 A.

Tabel 1. Hasil Pengujian Insulasi Lilitan Primer

Phase	Primary/Earth at 5000 VDC	Core	Primary/Secondary at 5000 VDC	Secondary/Earth at 1000 VDC
R	875 GΩ	1	374 GΩ	>2 GΩ
		2	485 GΩ	>2 GΩ
		3	533 GΩ	>2 GΩ
		4	385 GΩ	>2 GΩ
		5	642 GΩ	>2 GΩ
S	963 GΩ	1	733 GΩ	>2 GΩ
		2	758 GΩ	>2 GΩ

T	843 GΩ	3	974 GΩ	>2 GΩ
		4	864 GΩ	>2 GΩ
		5	957 GΩ	>2 GΩ
		1	327 GΩ	>2 GΩ
		2	435 GΩ	>2 GΩ
		3	335 GΩ	>2 GΩ
		4	666 GΩ	>2 GΩ
		5	735 GΩ	>2 GΩ

Tabel 2. Hasil Pengujian Insulasi Inti Besi

Phase	Core At 1000 VDC	To Core			
		2	3	4	5
R	1	>2 GΩ	>2 GΩ	>2 GΩ	>2 GΩ
	2	-	>2 GΩ	>2 GΩ	>2 GΩ
	3	-	-	>2 GΩ	>2 GΩ
	4	-	-	-	>2 GΩ
S	1	>2 GΩ	>2 GΩ	>2 GΩ	>2 GΩ
	2	-	>2 GΩ	>2 GΩ	>2 GΩ
	3	-	-	>2 GΩ	>2 GΩ
	4	-	-	-	>2 GΩ
T	1	>2 GΩ	>2 GΩ	>2 GΩ	>2 GΩ
	2	-	>2 GΩ	>2 GΩ	>2 GΩ
	3	-	-	>2 GΩ	>2 GΩ
	4	-	-	-	>2 GΩ

Hasil pengujian insulasi pada lilitan primer dan inti besi menunjukkan bahwa sistem isolasi pada CT IOSK170 di proyek Ampel 500/150KV Substation, khususnya pada Line Up Mojosongo 2, berada dalam kondisi sangat baik. Pada pengujian lilitan primer dengan tegangan 5000 VDC, nilai resistansi Primary/Earth untuk fase R, S, dan T masing-masing di atas 800 GΩ, mengindikasikan isolasi yang sangat baik terhadap bumi. Pengukuran resistansi antara lilitan primer dan inti besi menunjukkan variasi nilai, dengan fase S memiliki kualitas isolasi terbaik, berkisar antara 733 GΩ hingga 974 GΩ. Isolasi antara lilitan primer dan sekunder serta sekunder terhadap bumi juga menunjukkan hasil yang baik dengan resistansi di atas 2 GΩ. Pengujian insulasi inti besi dengan tegangan 1000 VDC menunjukkan bahwa semua nilai resistansi antar inti besi berada di atas 2 GΩ untuk setiap fase, mengindikasikan isolasi yang sangat baik. Secara keseluruhan, hasil pengujian ini menunjukkan bahwa kualitas dan keandalan isolasi pada CT IOSK170 sangat baik dan siap untuk operasi jangka panjang, meskipun pemantauan berkala tetap direkomendasikan untuk memastikan tidak ada penurunan kualitas isolasi yang signifikan.

2. Pengujian Rasio

Pengujian rasio Current Transformer (CT) bertujuan untuk menentukan ketepatan perbandingan antara arus input dan output. Pengujian rasio pada CT IOSK170 juga dilakukan untuk mengevaluasi akurasi transformasi arus. Data pengujian rasio meliputi fase R, S, dan T dengan berbagai nilai rasio dan error ratio yang diperoleh. Dalam pengujian ini, dilakukan perbandingan antara arus primer (input) dan arus sekunder

(output) untuk memastikan bahwa CT menghasilkan rasio yang konsisten dan akurat sesuai dengan spesifikasi teknis yang ditetapkan[15]. Berikut adalah hasil pengujian menggunakan Omicron City Analyzer.

Tabel 3. Hasil Pengujian Rasio

PHASE	CORE	Ratio	Error Ratio	Polarity
R	1	Ratio: 2000 : 0.9999	-0.014%	OK
		Ratio: 4000 : 0.9998	-0.019%	OK
	2	Ratio: 2000 : 0.9998	-0.023%	OK
		Ratio: 4000 : 0.9997	-0.026%	OK
	3	Ratio: 2000 : 0.9998	-0.017%	OK
		Ratio: 4000 : 0.9999	-0.011%	OK
	4	Ratio: 2000 : 0.9993	-0.067%	OK
		Ratio: 4000 : 0.9997	-0.032%	OK
S	1	Ratio: 2000 : 0.9999	-0.011%	OK
		Ratio: 4000 : 1.0001	0.012%	OK
	2	Ratio: 2000 : 0.9997	-0.033%	OK
		Ratio: 4000 : 0.9998	-0.016%	OK
	3	Ratio: 2000 : 0.9997	-0.030%	OK
		Ratio: 4000 : 0.9999	-0.014%	OK
	4	Ratio: 2000 : 0.9993	-0.071%	OK
		Ratio: 4000 : 1.0000	0.005%	OK
	5	Ratio: 2000 : 1.0005	0.045%	OK
		Ratio: 4000 : 1.0003	0.028%	OK
T	1	Ratio: 2000 : 0.9998	-0.021%	OK
		Ratio: 4000 : 1.9999	-0.010%	OK
	2	Ratio: 2000 : 0.9998	-0.018%	OK
		Ratio: 4000 : 0.9999	-0.006%	OK
	3	Ratio: 2000 : 0.9997	-0.028%	OK
		Ratio: 4000 : 0.9999	-0.006%	OK
	4	Ratio: 2000 : 0.9994	-0.055%	OK
		Ratio: 4000 : 0.9998	-0.025%	OK
	5	Ratio: 2000 : 1.0004	0.043%	OK
		Ratio: 4000 : 1.0003	0.026%	OK

Hasil pengujian rasio pada CT IOSK170 menunjukkan akurasi yang sangat baik dengan error ratio yang sangat kecil pada semua fase (R, S, dan T). Pada fase R, error ratio berkisar antara -0.067% hingga 0.047%, sementara pada fase S berkisar antara -0.071% hingga 0.045%, dan pada fase T antara -0.055% hingga 0.043%. Nilai-nilai ini menunjukkan bahwa rasio transformasi arus sangat mendekati nilai nominal dengan akurasi tinggi. Selain itu, pemeriksaan polaritas menunjukkan hasil "OK" untuk semua pengujian pada fase R, S, dan T, yang berarti tidak ada kesalahan dalam koneksi polaritas. Berdasarkan hasil ini, CT IOSK170 dapat dianggap andal dan akurat untuk aplikasi di proyek Ampel 500/150KV Substation, khususnya pada Line Up Mojosoongo 2.

3. Pengujian RDC dan V-Knee Point

Residual Direct Current (RDC) adalah nilai arus residual minimal yang dapat diukur oleh Current Transformer (CT). V-Knee Point adalah tegangan di mana saturasi CT mulai terjadi. Kedua parameter ini penting untuk memastikan kinerja dan batas

operasional CT yang optimal. Pengujian RDC (Resistansi DC) dan V-Knee Point dilakukan untuk menilai kualitas insulasi dan performa transformator arus CT IOSK170. Data hasil pengujian ini meliputi nilai RDC dan tegangan knee point (V-Knee Point) pada berbagai inti dan fase. Berikut adalah hasil pengujian menggunakan Omicron City Analyzer.

Tabel 4. Hasil Pengujian RDC dan V-Knee Point

PHASE	CORE	RDC	V-Knee Point
R	1	Rmeas (30°C): 3.859 GΩ	V-kn: 363.23V
		Rmeas (30°C): 8.650 GΩ	V-kn: 727.61V
	2	Rmeas (30°C): 5.538 GΩ	V-kn: 482.67V
		Rmeas (30°C): 12.195 GΩ	V-kn: 970.27V
	3	Rmeas (30°C): 3.913 GΩ	V-kn: 364.18V
		Rmeas (30°C): 8.718 GΩ	V-kn: 732.62V
	4	Rmeas (30°C): 3.917 GΩ	V-kn: 348.08V
		Rmeas (30°C): 8.861 GΩ	V-kn: 698.88V
	5	Rmeas (30°C): 4.705 GΩ	V-kn: 61.60V
		Rmeas (30°C): 10.527 GΩ	V-kn: 124.47V
S	1	Rmeas (30°C): 3.895 GΩ	V-kn: 391.42V
		Rmeas (30°C): 8.750 GΩ	V-kn: 788.37V
	2	Rmeas (30°C): 5.514 GΩ	V-kn: 485.57V
		Rmeas (30°C): 12.089 GΩ	V-kn: 975.62V
	3	Rmeas (30°C): 3.394 GΩ	V-kn: 349.32V
		Rmeas (30°C): 8.851 GΩ	V-kn: 704.83V
	4	Rmeas (30°C): 3.913 GΩ	V-kn: 349.70V
		Rmeas (30°C): 8.851 GΩ	V-kn: 705.08V
	5	Rmeas (30°C): 4.740 GΩ	V-kn: 64.06V
		Rmeas (30°C): 10.592 GΩ	V-kn: 130.40V
T	1	Rmeas (30°C): 3.955 GΩ	V-kn: 350.58V
		Rmeas (30°C): 8.780 GΩ	V-kn: 706.93V
	2	Rmeas (30°C): 5.524 GΩ	V-kn: 487.90V
		Rmeas (30°C): 12.083 GΩ	V-kn: 980.84V
	3	Rmeas (30°C): 3.946 GΩ	V-kn: 349.76V
		Rmeas (30°C): 8.884 GΩ	V-kn: 705.40V
	4	Rmeas (30°C): 3.931 GΩ	V-kn: 365.60V
		Rmeas (30°C): 8.812 GΩ	V-kn: 731.12V
	5	Rmeas (30°C): 4.786 GΩ	V-kn: 63.31V
		Rmeas (30°C): 10.706 GΩ	V-kn: 126.03V

Hasil pengujian RDC (Resistansi DC) menunjukkan bahwa semua fase (R, S, dan T) pada CT IOSK170 memiliki nilai resistansi yang tinggi, berkisar dari 3.394 GΩ hingga 12.195 GΩ, yang mengindikasikan isolasi yang baik pada suhu 30°C. Pengujian V-Knee Point menunjukkan kemampuan semua fase untuk menangani tegangan tinggi sebelum mencapai titik saturasi, dengan nilai berkisar antara 61.60V hingga 980.84V. Nilai-nilai ini menunjukkan konsistensi performa yang baik di antara semua fase. Berdasarkan hasil ini, CT IOSK170 memiliki performa yang andal dalam hal isolasi dan kemampuan menangani tegangan tinggi, menjadikannya cocok untuk digunakan dalam proyek Ampel 500/150KV Substation, khususnya pada Line Up Mojosongo 2.

4. Pengujian Pentanahan

Uji pentanahan pada Current Transformer (CT) bertujuan untuk mengukur resistansi antara inti CT dan tanah. Pengujian pentanahan dilakukan untuk mengukur resistansi pentanahan pada tiang transformator tegangan. Ini bertujuan untuk memastikan bahwa CT memiliki isolasi yang memadai dan dapat beroperasi secara aman dalam sistem tenaga listrik, mencegah potensi kebocoran arus yang tidak diinginkan ke tanah menggunakan Kyoritsu 4105 A.

Tabel 5. Hasil Pengujian Pentanahan

Voltage Transformer	Pole R	Pole S	Pole T
	0.05 Ω	0.06 Ω	0.07 Ω

Hasil pengujian pentanahan menunjukkan resistansi pentanahan pada tiang transformator tegangan untuk tiang R, S, dan T masing-masing sebesar 0.05 Ω , 0.06 Ω , dan 0.07 Ω . Nilai resistansi pentanahan yang rendah ini menunjukkan bahwa sistem pentanahan pada masing-masing tiang memiliki koneksi yang baik dan mampu mengalirkan arus gangguan dengan efisien. Nilai resistansi yang diukur berada dalam kisaran yang diharapkan untuk instalasi pentanahan yang baik, yang biasanya kurang dari 1 Ω , sehingga memastikan perlindungan yang memadai terhadap lonjakan tegangan atau arus gangguan. Secara keseluruhan, hasil pengujian pentanahan ini menunjukkan bahwa sistem pentanahan pada Voltage Transformer untuk tiang R, S, dan T berada dalam kondisi baik dan dapat diandalkan untuk melindungi peralatan dan personel dari bahaya listrik. Berdasarkan hasil ini, sistem pentanahan pada proyek Ampel 500/150KV Substation, khususnya pada Line Up Mojosongo 2, dapat dianggap memenuhi standar keamanan dan kinerja yang diperlukan.

4. Conclusion

Studi kinerja dan keandalan Current Transformer (CT) tipe IOSK170 pada proyek Gardu Induk 500/150 kV Ampel di Line Up Mojosongo 2 menunjukkan hasil positif. Pengujian menunjukkan nilai resistansi isolasi sangat tinggi, melebihi 300 G Ω untuk primer ke ground dan primer ke sekunder, serta lebih dari 2 G Ω untuk sekunder ke ground, mengindikasikan kondisi isolasi yang sangat baik. Resistansi belitan sesuai spesifikasi desain tanpa kerusakan signifikan. Pengujian rasio transformasi menunjukkan kesalahan sangat kecil, antara -0.071% hingga 0.047%, dan hasil "OK" dalam uji polaritas, memastikan transformasi arus yang akurat. RDC dan V-Knee Point menunjukkan resistansi tinggi dan nilai yang mencukupi untuk aplikasi pengukuran dan proteksi. Resistansi pentanahan yang rendah memastikan konektivitas baik ke sistem grounding. Keseluruhan hasil menunjukkan bahwa CT tipe IOSK170 memiliki keandalan tinggi dan kinerja sesuai standar industri, mendukung efisiensi dan keandalan sistem tenaga listrik di Indonesia. Temuan ini menjadi dasar rekomendasi perbaikan prosedur pemeliharaan dan pengujian rutin, serta pedoman pengembangan teknologi CT di masa mendatang, penting untuk kontinuitas pasokan listrik yang stabil dan aman.

References

- [1] W. M. Telaumbanua, R. Bondar, and J. Napitupulu, "Studi Pemeliharaan Dan Pengoperasian Pada Gardu Distribusi Di Pt. Pln (Persero) Ulp Gunungsitoli," *J. Teknol. ENERGI UDA J. Tek. ELEKTRO*, vol. 13, no. 1, p. 1, Mar. 2024, doi: 10.46930/JTEU.V13I1.4216.

- [2] N. Chothani, M. Raichura, and D. Patel, "Current Transformer Infrastructure and Its Application to Power System Protection," pp. 101–133, 2023, doi: 10.1007/978-981-99-3870-4_4.
- [3] W. D. Agustin and M. A. Hamid, "Analisis Error Meter Dan Ct Pada Automatic Meter Reading (Amr) Di Pt Pln (Persero) Up3 Cikupa," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 12, no. 1, pp. 2830–7062, Jan. 2024, doi: 10.23960/JITET.V12I1.3776.
- [4] A. Alghifari, A. P. Putra, A. F. Pratama, and S. Sujito, "Analisis Pengujian Kualitas Tahanan Isolasi Pada Transformator Tegangan 150 Kv Bay Gunung Sari 2 Di Gardu Induk Waru," *Power Elektron. J. Orang Elektro*, vol. 13, no. 1, pp. 22–25, Feb. 2024, doi: 10.30591/POLEKTRO.V13I1.6248.
- [5] G. A. Setia, E. Taryana, N. N. Aiman, A. Daelami, and H. Prasetya, "Studi Kejenuhan pada Current Transformer (CT) Akibat Arus Hubung Singkat," *jurnalteknik.unjani.ac.id*, vol. 22, no. 01, pp. 97–104, 2023, Accessed: Jun. 22, 2024. [Online]. Available: <https://jurnalteknik.unjani.ac.id/jt/article/view/535>
- [6] H. R. Febrijanto, R. Hidayat, and K. Kunci, "Analisis Pengujian Tan Delta Pada Transformator Arus Di Gitet Tasikmalaya Bay Penghantar Bandung Selatan-1," *TEKNOKOM*, vol. 6, no. 2, pp. 86–95, Jul. 2023, doi: 10.31943/TEKNOKOM.V6I2.143.
- [7] B. M. Arsyad, A. Sofwan, and A. Nugroho, "Perancangan Sistem Kontrol Over/Under Voltage Relay Berbasis Mikrokontroler Pada Saluran Tegangan 220VAC," *Transmisi*, vol. 21, no. 1, p. 25, Apr. 2019, doi: 10.14710/TRANSMISI.21.1.25-32.
- [8] M. F. Fadhilah *et al.*, "Analisis Hasil Pengukuran Current Transformer Menggunakan Metode Tegangan dan Arus," *Pros. Semin. Nas. Tek. Elektro UIN Sunan Gunung Djati Bandung*, pp. 204–208, Apr. 2023, Accessed: Aug. 01, 2024. [Online]. Available: <https://senter.ee.uinsgd.ac.id/repositori/index.php/prosiding/article/view/senter2022p22>
- [9] D. Patel and N. Chothani, "Evaluation of Various Dynamics on Current Transformer Saturation with a Model Study on Power System Protection," *Lect. Notes Electr. Eng.*, vol. 960, pp. 121–136, 2023, doi: 10.1007/978-981-19-6605-7_10.
- [10] A. C. Mulyana, P. P. A. Sriyono, and G. Supriyadi, "Evaluasi Akurasi Transformator Arus (Ct) Pengukuran Pada Transaksi Energi," *J. Technopreneur*, vol. 11, no. 2, pp. 101–104, Dec. 2023, doi: 10.30869/JTECH.V11I2.1257.
- [11] L. H. Nur and U. Latifa, "Analisis Pengujian Tahanan Isolasi Transformator Arus 70kv Bay Kuningan Ii Di Gardu Induk Sunyaragi Cirebon," *Power Elektron. J. Orang Elektro*, vol. 11, no. 1, p. 98, Jan. 2022, doi: 10.30591/POLEKTRO.V11I1.2646.
- [12] I. S. Wahyuni and K. Fahmi, "Pentingnya Kualitas Trafo Arus (Current Transformer) Dengan Menerapkan Quality Plan Dalam Proses Assembly," *Lensa*, vol. 15, no. 2, pp. 31–38, Sep. 2021, doi: 10.58872/LENSA.V15I2.12.
- [13] L. Oliveira, P. Chaves, A. Mozena, O. Branquinho, F. Morais, and L. Manera, "Development of an Electromagnetic Energy Harvesting System Based on a Current Transformer for Use in Industrial Electric Motors," *IEEE Lat. Am. Trans.*, vol. 21, no. 9, pp. 976–983, Sep. 2023, doi: 10.1109/TLA.2023.10251803.
- [14] I. Ilyas dan Muhamad Taufan Agassy, J. I. Moh Kahfi Jagakarsa, and J. Selatan, "Analisis Kegagalan Current Transformer (Ct) Tipe Dua Belitan Sekunder Dengan Inti Magnetik Terpisah Pada Sistem Proteksi Dan Pembatas Daya," *ejournal.istn.ac.id*, Accessed: Jun. 22, 2024. [Online]. Available: <https://ejournal.istn.ac.id/index.php/sinusoida/article/view/1015>
- [15] M. A. Wicaksono and M. Sari, "Instruksi Kerja Dan Analisa Data Hasil Pengujian Rasio Ct (Current Transformer) Incomer 6,3 KV Unit 4 Menggunakan Omicron CPC 100," *Appl. Innov. Eng. Sci. Res.*, vol. 15, no. 1, pp. 371–374, 2023, Accessed: Aug. 01, 2024. [Online]. Available: <http://ejournal.ft.unsri.ac.id/index.php/avoer/article/view/2038>