

Analisa Pengukuran *Error CT (Current Transformer)* Pada APP Pelanggan Menggunakan *Electricity Meter Testing Calmet TE30*

Ranisa Oktaviyanti*, Bagus Dwi Cahyono

Pendidikan Vokasional Teknik Elektro, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jl. Ciwaru Raya No. 25 Kota Serang, Banten, Indonesia
E-mail: 2283220001@untirta.ac.id

Naskah Masuk: 22 Oktober 2024; Diterima: 17 September 2025; Terbit: 31 Maret 2026

ABSTRAK

Abstrak - Dalam industri kelistrikan, transformator arus (*Current Transformer*) memiliki peran krusial dalam pengukuran dan proteksi arus pada sistem tenaga listrik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis error pada CT yang diukur menggunakan *Electricity Meter Testing Calmet TE30* di beberapa pelanggan PT PLN (Persero) ULP Prima Krakatau. Di salah satu lokasi pelanggan, terdeteksi variasi kesalahan selama periode tiga tahun pada fase R, S, dan T, meskipun secara umum kesalahan tersebut masih berada dalam batas toleransi sesuai dengan kelas CT. Variasi ini dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti kondisi pemasangan dan karakteristik beban. Penggunaan *Electricity Meter Testing Calmet TE30* sebagai perangkat kalibrasi lapangan terbukti mempermudah proses pengukuran sekaligus meningkatkan akurasi. Hasil penelitian ini memberikan pedoman penting bagi PT PLN untuk mempertahankan keakuratan pengukuran arus serta menjaga keandalan sistem distribusi listrik.

Kata kunci: Pengukuran Error, *Current Transformer (CT)*, APP Pelanggan, *Electricity Meter Testing*, Calmet TE30

ABSTRACT

Abstract - In the electrical industry, *Current Transformers (CT)* play a crucial role in measuring and protecting current in power systems. This study aims to analyze errors in CT measurements using the *Electricity Meter Testing Calmet TE30* at several customer sites of PT PLN (Persero) ULP Prima Krakatau. At one customer location, variations in errors were detected over a three-year period on phases R, S, and T, although the errors generally remained within the tolerance limits of the CT class. These variations were influenced by factors such as installation conditions and load characteristics. The use of the *Electricity Meter Testing Calmet TE30* as a field calibration device has proven to simplify the measurement process and improve its accuracy. The findings of this study provide important guidance for PT PLN in maintaining the accuracy of current measurements and ensuring the reliability of the power distribution system.

Keywords: Error Measurement, *Current Transformer (CT)*, Customer Meters, *Electricity Meter Testing*, Calmet TE30

Copyright © 2026 Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi (ELKOM)

1. PENDAHULUAN (10 PT)

Dalam masa globalisasi saat ini, teknologi mengalami perkembangan yang pesat, termasuk dalam bidang kelistrikan. Energi listrik menjadi kebutuhan yang sangat penting bagi masyarakat modern dan digunakan dalam berbagai sektor, mulai dari industri hingga kehidupan sehari-hari. Beragam peralatan yang mempermudah aktivitas manusia membutuhkan pasokan listrik yang stabil agar dapat berfungsi secara maksimal, dan hal ini tidak terlepas dari Perusahaan Listrik Negara atau yang sering disebut PLN [1].

Perusahaan Listrik Negara (PLN) adalah Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak di sektor kelistrikan, melayani masyarakat di seluruh wilayah Indonesia. Visi perusahaan adalah menjadi pemimpin di industri listrik di Asia Tenggara dan pilihan utama pelanggan untuk solusi energi. UP3 (Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan) Banten Utara memiliki 5 Unit Layanan Pelanggan (ULP) diantaranya; ULP Anyer, ULP Cikande, ULP Cilegon, ULP Serang dan ULP Prima Krakatau. ULP Prima Krakatau berbeda dengan ULP lainnya karena ULP Prima Krakatau melayani pelanggan khusus yaitu tegangan menengah (240 KVA – 30.000 KVA) dan tegangan tinggi (>30.000 KVA).

ULP (Unit Layanan Pelanggan) Prima Krakatau adalah salah satu unit di bawah PT PLN (Persero) yang bertanggung jawab dalam menyediakan layanan kelistrikan kepada pelanggan di wilayah Banten Utara, khususnya yang berhubungan dengan distribusi listrik. ULP ini memberikan berbagai layanan seperti penyambungan baru, perawatan, pengawasan penggunaan listrik, hingga penanganan gangguan listrik di area tersebut, guna memastikan pasokan listrik berjalan dengan baik dan sesuai kebutuhan pelanggan.

Current Transformer (CT) merupakan komponen penting dalam sistem kelistrikan, khususnya dalam pengukuran arus pada instalasi tenaga listrik. CT berfungsi mengubah arus besar pada sisi primer menjadi arus yang lebih kecil dan aman untuk diukur di sisi sekunder [2]. Akurasi pengukuran CT sangat penting, terutama pada aplikasi pelanggan (APP), karena kesalahan pengukuran dapat berdampak signifikan pada perhitungan konsumsi daya dan biaya yang harus dibayarkan oleh pelanggan.

Namun, kesalahan (error) pengukuran CT sering kali terjadi akibat berbagai faktor seperti ketidaksempurnaan desain, gangguan eksternal, atau kondisi operasional yang tidak sesuai dengan spesifikasi CT. Oleh karena itu, diperlukan metode yang akurat untuk menganalisis dan mengukur tingkat kesalahan tersebut.

Pemilihan kelas CT yang sesuai sangat penting dalam menjaga akurasi pengukuran, di mana CT Kelas 0,5, 0,5S, dan 0,2S memiliki tingkat kesalahan yang berbeda berdasarkan rentang beban yang diukur. CT Kelas 0,2S, dengan error maksimal $\pm 0,2\%$, menunjukkan akurasi tertinggi dan sangat ideal untuk aplikasi yang memerlukan presisi tinggi. Kesalahan pengukuran yang dihasilkan pada fase R, S, dan T selama tiga tahun terakhir bervariasi, namun umumnya masih berada dalam batas toleransi sesuai kelas CT yang digunakan.

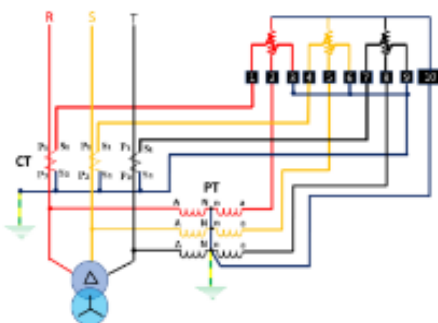
Salah satu alat yang banyak digunakan untuk mengukur akurasi CT adalah Calmet TE30, yang memiliki kemampuan untuk melakukan pengujian secara komprehensif terhadap parameter-parameter penting dari CT. Alat ini mampu mendeteksi error dengan presisi tinggi, sehingga sangat relevan untuk digunakan dalam mengukur performa CT di APP pelanggan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat kesalahan pengukuran pada CT dengan memanfaatkan Calmet TE30 di ULP Prima Krakatau. Kajian difokuskan pada faktor-faktor yang memengaruhi munculnya error serta penilaian akurasi CT dalam kondisi operasional sebenarnya. Jika dibandingkan dengan metode manual, penggunaan Calmet TE30 dinilai lebih unggul dalam hal ketelitian dan efisiensi karena mampu menghasilkan data secara otomatis sesuai standar. Meski demikian, metode manual masih memiliki kelebihan dari sisi kemudahan penerapan di lapangan dengan peralatan sederhana, meskipun berisiko menimbulkan perbedaan hasil akibat keterlibatan subjektivitas operator. Melalui penelitian ini diharapkan dapat dirumuskan rekomendasi untuk meningkatkan kinerja CT sekaligus meminimalkan kesalahan pengukuran pada APP pelanggan.

2. KAJIAN PUSTAKA (10 PT)

2.1. APP (Alat Pengukur dan Pembatas)

APP (Alat Pengukur dan Pembatas) adalah perangkat yang digunakan untuk melakukan transaksi pengukuran energi listrik. Salah satu jenis APP yang sering digunakan adalah APP dengan sistem pengukuran tidak langsung. kWh meter merupakan alat yang digunakan untuk mengukur konsumsi energi listrik [2].



Gambar 1. Pengawatan kWh meter 3 fase 4 kawat tegangan menengah

Jenis APP ini memiliki peran penting karena digunakan untuk mengukur konsumsi listrik pelanggan besar yang berdampak signifikan pada penjualan kWh. Ukuran penampang kabel wiring kWh, yang merupakan bagian dari APP, juga mempengaruhi akurasi pengukuran. Berdasarkan data yang ada, ukuran penampang kabel yang digunakan bervariasi, mulai dari diameter $1,5 \text{ mm}^2$ hingga 4 mm^2 . Penggunaan APP pengukuran tidak langsung cukup luas, dengan banyak pelanggan tersebar di berbagai lokasi [3].

2.2. Transformator Arus (*Current Transformer*)

Transformator arus (*Current Transformer*) adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur arus listrik pada instalasi tenaga listrik di sisi primer (Tegangan Ekstra Tinggi, Tegangan Tinggi, dan Tegangan Menengah) yang memiliki skala besar. Alat ini berfungsi dengan mengubah arus besar menjadi arus yang lebih kecil secara presisi, sehingga dapat dimanfaatkan untuk pengukuran dan perlindungan sistem [4].



Gambar 2. Spesifikasi Pada CT (*Current Transformer*)

Transformator arus memiliki peran yang sangat penting dalam sistem penyaluran tenaga listrik. Oleh karena itu, transformator arus harus dapat beroperasi dengan baik baik dalam kondisi normal maupun saat terjadi gangguan, sehingga perangkat proteksi dapat segera merespons arus gangguan dan melindungi peralatan [5]. Konstruksi Current Transformer dengan tipe dua belitan sekunder sering dipasang pada jaringan tenaga listrik dengan tegangan antara 125 kV hingga 20 kV. CT ini ditempatkan berdasarkan uji kelayakan yang sesuai dengan spesifikasi dan standar kelistrikan serta produsen penyedia energi listrik [6]. Transformator arus (CT) dirancang untuk memantau keandalan sistem dalam mencegah pemakaian arus ilegal. Untuk mensimulasikan dan menguji pemakaian transformator, diperlukan ketepatan dalam memilih komponen dan alat ukur yang memiliki ketelitian dan akurasi tinggi [7].

2.3. Error CT (*Current Transformer*)

Rasio kesalahan pada *Current Transformer* (CT) atau *error* CT terjadi ketika terdapat perbedaan antara arus yang melewati sisi primer CT dan arus yang diukur pada sisi sekunder, di mana pengukurannya dilakukan dengan perangkat seperti CT Analyzer. Rasio kesalahan ini bisa muncul karena sejumlah faktor, seperti ketidaktepatan kalibrasi, kondisi operasional, serta sifat magnetik inti CT. Selain itu, hal-hal seperti desain CT, beban, suhu, dan cara pemasangan juga dapat memengaruhi terjadinya kesalahan tersebut [8].

Kelas CT adalah indikator yang menunjukkan tingkat akurasi dari Current Transformer (CT) dalam mengukur arus listrik, dinyatakan sebagai persentase kesalahan pengukuran dalam rentang beban tertentu. CT digunakan untuk mengukur arus yang besar dengan cara mengubahnya menjadi arus yang lebih kecil dan aman untuk diukur oleh peralatan pengukur. Pemilihan kelas CT yang tepat sangat penting untuk memastikan keakuratan pengukuran, terutama dalam aplikasi yang membutuhkan presisi tinggi

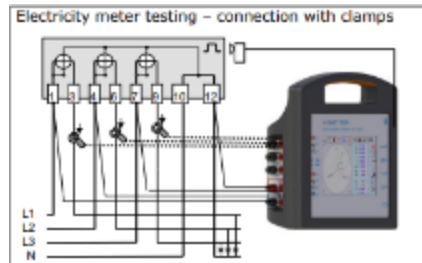
2.4. Electricity Meter Testing Calmet TE30

Calmet TE30 adalah perangkat multifungsi yang dirancang untuk menganalisis jaringan listrik tiga fase, menguji meteran listrik, dan melakukan kalibrasi transformator instrumen (CT dan PT) langsung di lapangan. Alat ini sangat berguna dalam memverifikasi instalasi jaringan listrik, mengukur, merekam, dan menganalisis kualitas daya, serta memastikan keakuratan KWH meter analog dan digital [9].



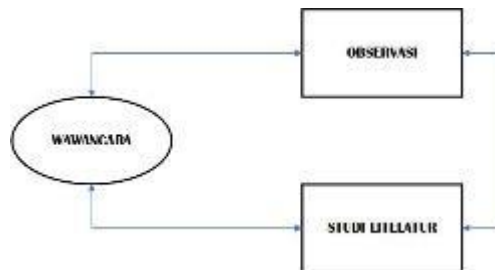
Gambar 3. Penggunaan *Electricity Meter Testing* Calmet TE30

Cara penggunaan alat ini diantaranya, hubungkan kabel clamp pada kabel input dan kabel output pada KWH meter. Kabel clamp yang dihubungkan pada kabel input KWH meter adalah outgoing dari kubikel 20 kV, yang merupakan arus primer. Sementara itu, kabel output KWH meter yang dihubungkan adalah arus sekunder. Pastikan untuk menghubungkan netral juga dengan kabel clamp agar pengukuran berjalan dengan akurat dan aman.



Gambar 4. Cara Penggunaan *Electricity Meter Testing* Calmet TE30

3. METODE PENELITIAN



Gambar 5. Teknik Pengumpulan Data

Observasi adalah proses pengamatan yang dilakukan secara sistematis terhadap aktivitas manusia dan lingkungan fisik tempat aktivitas tersebut berlangsung secara berkelanjutan. Aktivitas ini dilakukan dalam situasi yang alami untuk mengumpulkan fakta-fakta. Karena itu, observasi menjadi bagian penting dalam penelitian lapangan, khususnya dalam metode etnografi [11].

Studi literatur adalah metode pengumpulan data yang dilakukan dengan meneliti buku, artikel, laporan, serta sumber-sumber lain yang berkaitan dengan topik penelitian. Tujuan dari studi ini adalah untuk memahami konteks penelitian, mengidentifikasi kekurangan dalam penelitian sebelumnya, serta merumuskan pertanyaan penelitian yang lebih focus [12].

Penelitian ini mengadopsi pendekatan gabungan antara pengumpulan data lapangan dan kajian pustaka untuk mengkaji tingkat kesalahan pengukuran pada trafo arus yang digunakan pada alat ukur pelanggan. Data lapangan diperoleh melalui pengujian langsung menggunakan alat kalibrasi Calmet TE30, sementara kajian pustaka meliputi studi mendalam tentang prinsip kerja trafo arus, faktor-faktor yang mempengaruhi akurasi pengukuran, serta hasil penelitian terdahulu yang relevan. Untuk memastikan keakuratan data, penelitian ini juga melibatkan wawancara dengan pihak-pihak terkait.).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis tingkat error pengukuran pada Current Transformer (CT) yang digunakan dalam Alat Pengukur dan Pembatas (APP) pelanggan, menggunakan alat pengujian Calmet TE30. Berikut hasil yang diperoleh:

Tabel 1. Data Pelanggan

Nama Pelanggan	Alamat	Daya	Rasio CT	Kelas CT
Kantor Badan Pemeriksa Keuangan Republik Indonesia	Jalan Palka No. 1, Palima, Sindangsari, Kec. Pabuaran, Kab. Serang, Banten 42163	345 KVA	10/5	0,2s

Tabel berikut menggambarkan data kesalahan pengukuran CT selama tiga tahun terakhir (2022-2024) pada salah satu pelanggan tegangan menengah tiga fase, yaitu R, S, dan T:

Tabel 2. Data Hasil Pengukuran *Error* CT Pelanggan 3 Tahun Terakhir

2022			2023			2024		
R	S	T	R	S	T	R	S	T
1,24%	0,38%	-0,21%	0,92%	0,55%	-0,19%	2,25%	0,34%	0,13%

Tabel ini menggambarkan data kesalahan pengukuran dari Current Transformer (CT) selama tiga tahun terakhir, yaitu 2022, 2023, dan 2024, untuk tiga fase: R, S, dan T. Pada tahun 2022, fase R memiliki kesalahan sebesar 1,24%, fase S sebesar 0,38%, dan fase T sebesar -0,21%. Pada tahun 2023, kesalahan pada fase R berkurang menjadi 0,92%, fase S meningkat menjadi 0,55%, dan fase T sedikit membaik menjadi -0,19%. Pada tahun 2024, kesalahan pada fase R meningkat signifikan menjadi 2,25%, fase S menurun menjadi 0,34%, dan fase T berubah menjadi positif dengan nilai 0,13%.

Secara umum, fase R mengalami fluktuasi dengan penurunan kesalahan pada tahun 2023 tetapi meningkat tajam pada tahun 2024. Fase S menunjukkan kestabilan dengan sedikit peningkatan pada tahun 2023 dan kembali menurun pada tahun 2024. Fase T menunjukkan perbaikan yang konsisten dengan pengurangan penyimpangan negatif dan berubah menjadi positif pada tahun 2024.

Pengaruh Kondisi Kelistrikan Pelanggan

Kondisi kelistrikan pada pelanggan, seperti di Kantor BPK RI yang termasuk area perkantoran dengan beban relatif stabil, memberikan pengaruh terhadap hasil pengukuran CT. Stabilitas beban harian di lokasi tersebut mendukung tercapainya pengukuran yang akurat, sehingga error CT yang terdeteksi masih berada dalam batas toleransi sesuai kelas CT yang digunakan.

Meski demikian, variasi error dapat terjadi apabila muncul perubahan signifikan dalam pola pemakaian listrik, misalnya adanya lonjakan beban akibat penggunaan peralatan tertentu, ketidakseimbangan antar fasa, atau gangguan kualitas daya seperti harmonisa. Faktor-faktor ini menjadi penyebab utama fluktuasi error yang perlu diperhatikan dalam analisis kinerja CT. Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa kelas CT, kondisi beban, kestabilan sistem, serta kualitas daya merupakan faktor penting yang memengaruhi akurasi pengukuran. Pemanfaatan Calmet TE30 terbukti efektif dalam mengidentifikasi sekaligus mengevaluasi faktor-faktor tersebut, sehingga mampu mengurangi kesalahan pengukuran dan meningkatkan keandalan APP pelanggan.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini membuktikan bahwa tingkat error pengukuran pada Current Transformer (CT) sangat dipengaruhi oleh sejumlah faktor, terutama kelas CT yang digunakan, kondisi beban pelanggan, serta stabilitas sistem kelistrikan di lokasi pengukuran. Pada area dengan beban yang relatif stabil, seperti Kantor BPK RI, nilai error yang terdeteksi masih berada dalam batas toleransi sehingga kinerja CT tetap terjaga.

Perbandingan dengan alat ukur lain [10] menunjukkan bahwa Emsyst, yang lazim digunakan dalam kegiatan Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik (P2TL), memiliki keunggulan dari sisi kepraktisan dan kemudahan deteksi cepat terhadap kesalahan wiring maupun polaritas arus. Namun, kemampuan analisisnya masih terbatas pada parameter dasar kelistrikan.

Sebaliknya, Calmet TE30 menawarkan tingkat akurasi yang lebih tinggi dan fungsi yang lebih komprehensif, meliputi kalibrasi CT dan PT, pengujian meter listrik, hingga analisis kualitas daya secara mendalam. Dengan keunggulan tersebut, Calmet TE30 dinilai lebih efektif dalam mengevaluasi performa CT di lapangan dan memberikan data yang lebih detail sebagai dasar pengambilan keputusan teknis. Oleh karena itu, pemilihan alat uji yang tepat, disertai pengawasan terhadap stabilitas kelistrikan pelanggan, sangat penting untuk meminimalkan potensi error pengukuran dan meningkatkan keandalan sistem APP pelanggan secara berkelanjutan.

REFERENSI

- [1] R. D. Saputra, "Peningkatan Akurasi Penggunaan Daya Aktif Kepada Pelanggan Potensial PLN ULP Batu Melalui Pengukuran Tidak Langsung," *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, Vol. 12, No. 1, Jan. 2024, Doi: 10.23960/Jitet.V12i1.3758.
- [2] F. Sihombing, Z. C. S. Sitompul, And M. L. Simanjuntak, "Kajian Gugatan Kerugian Energi Listrik Akibat Sistem App Tidak Berfungsi Sesuai Standar Pada Pelanggan Khusus Di PT. PLN (Persero)," *Sjome*, 2023.
- [3] F. S. Lukman, H. Mubarak, And Cholish, "Analisis Error Kwh Meter Tiga Fase Terhadap Kesalahan Pengawatan Pada Pengukuran Tidak Langsung," 2022.
- [4] I. M. Djodding And A. Rasyid, "Analisis Pengujian Shutdown Measurement Transformator Arus 150 Kv Pada Gardu Induk Tello," *Kohesi: Jurnal Multidisiplin Saintek*, 2024.

- [5] R. A. Ananto, K. Syamsul Arifin, A. Hermawan, And P. Efendrik, “*Kajian Teknis Pemeliharaan Transformator Arus Pada Gardu Induk Pltu Tanjung Awar-Awar Babat,*” *Elposys: Jurnal Sistem Kelistrikan*, Vol. 10, No. 1, 2023.
- [6] T. Kasnalestari, G. K. Atmajaya, And S. Baqaruzi, “*Optimalisasi Pemeliharaan, Pengujian, Dan Penggantian Current Transformer Jenis Oskf-170,*” Vol. 6, No. 2, 2022, Doi: 10.22373/Crc.V6i2.14201.
- [7] M. Mungkin, H. Satria, Z. Bahri, And A. Ridwan, “*Pengujian Keandalan Sistem Current Transformer Dalam Menanggulangi Penggunaan Energi Listrik Secara Ilegal,*” *Jurnal Ecotipe (Electronic, Control, Telecommunication, Information, And Power Engineering)*, Vol. 7, No. 2, Pp. 99–107, Oct. 2020, Doi: 10.33019/Jurnalecotipe.V7i2.1891.
- [8] T. Koerniawan, A. W. Hasanah, And Yuliansyah, “*Kajian Ketelitian Current Transformer (Ct) Terhadap Kesalahan Rasio Arus Pada Pelanggan 197 KVA,*” *Jurnal Ilmiah*, Vol. 11, No. 1, 2019.
- [9] “*Data Sheet Calmet Te30,*” 2022. [Online]. Available: www.Calmet.Com.Pl
- [10] Muzzayanah, S., And Stefanie A, “*Pengaruh Error Current Transformer (CT) Terhadap Tagihan Pembayaran Listrik Pada Pelanggan 20KV,*” 2022.