

**ANALISIS PERHITUNGAN *KNEE POINT* DAN RASIO PADA  
*CURRENT TRANSFORMER* DI INDONESIA POWER  
KAMOJANG POMU UNIT DARAJAT**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik  
pada Program Studi Teknik Elektro



Oleh:

Akram Nurfauzi Malik

E.5051.1708063

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
DEPARTEMEN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA  
2021**

**ANALISIS PERHITUNGAN *KNEE POINT* DAN RASIO PADA *CURRENT TRANSFORMER* DI INDONESIA POWER KAMOJANG POMU UNIT DARAJAT**

Oleh  
Akram Nurfauzi Malik

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan

© Akram Nurfauzi Malik 2021  
Universitas Pendidikan Indonesia  
Juni 2021

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak ulang, di *fotocopy*, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI****Akram Nurfauzi Malik****E. 5051.1708063****ANALISIS PERHITUNGAN *KNEE POINT* DAN RASIO PADA *CURRENT TRANSFORMER* DI INDONESIA POWER KAMOJANG POMU UNIT DARAJAT**

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I

**Dr. H. Yadi Mulyadi, M.T.**

NIP. 19630727 199302 1 001

Pembimbing II

**Wasimudin Surya Saputra, S.T., M.T.**

NIP. 19700808 199702 1 001

Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro

**Dr. H. Yadi Mulyadi, M.T.**

NIP. 19630727 199302 1 001

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul “**Analisis Perhitungan *Knee Point* Dan Rasio Pada *Current Transformer* Di Indonesia Power Kamojang Pomu Unit Darajat**” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko atau sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Juni 2021

Yang Menyatakan



Akram Nurfauzi Malik

NIM. 1708063

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kita panjatkan ke hadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga alhamdulillah dapat menyelesaikan tugas akhir atau skripsi yang berjudul “Analisis Perhitungan *Knee Point* Dan Rasio Pada *Current Transformer* di Indonesia Power Kamojang Pomu Unit Darajat” dengan baik dan tepat waktu. Skripsi ini disusun merupakan bagian dari persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Universitas Pendidikan Indonesia Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Departemen Pendidikan Teknik Elektro Program Studi S1 Teknik Elektro.

Dalam menyusun skripsi ini penulis menyadari banyak pihak yang telah ikut berperan serta membantu dalam menyelesaikan skripsi ini. Keberhasilan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini tidak lepas dari dukungan berbagai pihak yang sudah memberikan pengarahan, dukungan dan bantuan baik moril maupun materil. Maka dari itu penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Allah SWT, dengan kemurahan dan kasih sayang-Nya, penulis diberikan kesehatan sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini sesuai jadwal..
2. Orang tua dari penulis yang selalu memenuhi kewajibannya sebagai orang tua dan selalu mendo'akan dalam setiap keberhasilan yang dicapai.
3. Bapak Dr. Yadi Mulyadi, M.T., selaku Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro FPTK UPI.
4. Bapak Iwan Kustiawan, Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, Departemen Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Indonesia.
5. Bapak Dr. Yadi Mulyadi, M.T., selaku dosen pembimbing I selama penyusunan tugas akhir telah banyak memberikan keleluasaan waktu, ilmu, dukungan dan bimbingan serta nasihat terbaiknya secara sabar kepada penulis.

6. Bapak Wasimudin Surya Saputra, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing II selama penyusunan tugas akhir telah banyak memberikan keleluasaan waktu, ilmu, dukungan dan bimbingan serta nasihat terbaiknya secara sabar kepada penulis.
7. Seluruh dosen dan staff Departemen Pendidikan Teknik Elektro FPTK UPI.
8. Keluarga PT. Indonesia Power Kamojang POMU Unit Darajat yang telah memberikan banyak ilmu dan pembelajaran, pengalaman, kekeluargaan dan cerita yang tidak pernah didapatkan di perkuliahan.
9. PT. Indonesia Power Kamojang POMU Unit Darajat yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengambil data dan menerima saran terbaik dalam penyusunan skripsi.
10. Kepada Mas Pitoyo selaku pembimbing di Indonesia Power Kamojang Unit Darajat, yang memberikan bimbingan, semangat dan motivasi.
11. Rekan-rekan seperjuangan dari D3 TE menjadi TE S1 2017 yang memberikan semangat dan motivasi.
12. Semua pihak yang telah membantu dan mendukung penulis yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan kepada semua pihak yang telah membantu penulis selama penyusunan Tugas Akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis juga bagi para pembaca. Penulis menyadari masih banyaknya kekurangan dalam tugas akhir ini, oleh karenanya dengan segala kerendahan hati kritik dan saran sangat penulis harapkan sebagai penyempurnaan dari tugas akhir ini. Penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Bandung, Juni 2021

Penulis

## ABSTRAK

Trafo Arus (Current Transformer) merupakan alat yang digunakan untuk mengukur besaran arus pada instalasi tenaga listrik pada sisi Tegangan Ekstra Tinggi (TET), Tegangan Menengah (TM), dan Tegangan Tinggi (TT) untuk lingkup yang sangat besar dengan mengubah arus besar ke arus kecil secara tepat dan teliti untuk tujuan. Trafo arus sering menggunakan komponen integral dari sistem tenaga listrik. Itu kebutuhan trafo arus lebih aman pengoperasian pembangkit tenaga listrik, transmisi dan sistem distribusi. Semua jenis perlindungan dan perangkat kontrol membutuhkan trafo arus untuk mengukur arus. Kesalahan pada trafo arus saat ini dapat menyebabkan kesalahan dalam sistem proteksi. Akibatnya, pengujian secara bertahap diharapkan untuk menentukan kondisi trafo arus. Penelitian yang dilakukan pada Trafo Arus di Indonesia Power Unit Darajat diidentifikasi dengan pengujian dan perawatan secara bertahap agar trafo arus dapat bekerja dengan sangat baik yang ditunjukkan dengan kapasitasnya dalam kondisi beroperasi. Pengujian dan dukungan yang sesuai dan baik dapat membatasi halangan dan kerusakan dan dapat memperluas atau memperpanjang umur pada trafo arus. Untuk pengujian ini memerlukan perlengkapan informasi standar, seperti hasil pengujian dan perhitungan knee point dan rasio jika trafo arus layak dioperasikan atau tidak. Untuk menghasilkan data pengujian menggunakan Alat *CT Analyzer*. Hasil pengujian rasio pada trafo arus yaitu fase R adalah -0.34% dan fase T adalah -0.33% dengan standar name plate yaitu 0.5 FS10. Maka nilai kesalahan transformasi pada trafo arus, error negatif atau positif terhadap current transformer tidak berpengaruh terhadap trafo arus, hasilnya masih dibawah 0.5 sehingga CT tersebut masih layak digunakan. Knee Point atau nilai kejenuhan pada trafo arus pada setiap inti menunjukkan nilai  $V_k > V_s$ . Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat *CT Analyzer* untuk pengujian pada eksitasi dan rasio, kemudian, pada saat pengujian hasil tes dinilai berdasarkan standar yang ditetapkan oleh IEC 60044-1.

**Kata kunci** : Trafo arus (CT), Pengujian CT, Rasio, Titik jenuh (*Knee Point*)

## ABSTRACT

*Current Transformer (Trafo Arus) is a tool used to measure the amount of current in electric power installations on the Extra High Voltage (EHV), Medium Voltage (MV), and High Voltage (HV) side for a very large scope by converting large currents to currents. small and precise for the purpose. Current transformers often use an integral component of the electric power system. The current transformer needs safer operation of power generation, transmission and distribution systems. All types of protection and control devices require a current transformer to measure current. Errors in current transformers can cause faults in the protection system. As a result, gradual testing is expected to determine the condition of the current transformer. To generate test data using the CT Analyzer Tool. Research conducted on Current Transformers in Indonesia Power Unit Darajat identified by testing and maintenance in stages so that the current transformer can work very well which is indicated by its capacity in operating condition. Proper and proper testing and support can limit obstruction and damage and can extend or extend the life of current transformers. For this test requires standard information equipment, such as the results of the knee point test and the ratio if the current transformer is feasible to operate or not. The results of the ratio test on the current transformer that the R phase is -0.34% and the T phase is -0.33% with the name plate standard 0.5 FS10. Then the value of the transformation error on the current transformer, negative or positive error on the current transformer has no effect on the current transformer, the result is still below 0.5 so that the CT is still feasible to use. Knee Point or the excitation value of the current transformer on each core shows the value of  $V_k > V_s$ . Tests are carried out using a CT Analyzer for testing on excitation and ratios, then, at the time of testing the test results are assessed according to the standards set by IEC 60044-1.*

**Keywords :** Current transformer (CT), CT test, Ratio, Knee point



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....	ii
PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
ABSTRAK .....	1
<i>ABSTRACT</i> .....	2
DAFTAR ISI.....	3
DAFTAR GAMBAR .....	6
DAFTAR TABEL.....	7
BAB I PENDAHULUAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.1 Latar Belakang Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.2 Rumusan Masalah Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3 Tujuan Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4 Manfaat Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.5 Struktur Organisasi Penulisan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB II KAJIAN PUSTAKA .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1 Current Transformer (Trafo Arus).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2 Fungsi Trafo Arus .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.1 Tarfo Arus Pengukuran .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.2 Trafo Arus Proteksi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3 Jenis Trafo Arus Berdasar Pemasangan ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4 Pengenal (rating) Trafo Arus.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4.1 Batas Ketelitian Arus Primer (Accuracy Limit Primary Current)	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4.2 Faktor Batas Ketelitian (Accuracy Limit Factor/ALF).....	<b>Error!</b>
2.5 Kelas Akurasi Trafo Arus ( <i>Current Transformer Accuracy Class</i> )	<b>Error!</b>
2.6 Kelas Ketelitian Trafo Arus Proteksi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.6.1 Kelas P .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

2.6.2	Kelas PX, PR, TPS, TPX, TPY, dan TPZ.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.7	Kesalahan Transformasi (Transformation Error) ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.8	Bagian - Bagian <i>Current Transformer</i> ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.9	Klasifikasi <i>Current Transformer</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.10	Hubungan dari <i>Current Transformer</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.10.1	Hubungan <i>Current Transformer</i> Biasa .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.10.2	Hubungan <i>Current Transformer</i> Dengan Dua Buah Lilitan Sekunder.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.10.3	Hubungan <i>Current Transformer</i> Dengan Dua Buah Lilitan Primer Dan Dua Buah Lilitan Sekunder.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.11	Rasio <i>Current Transformer</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.12	Titik Jenuh (knee point).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB III METODE PENELITIAN .....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1	Alur Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2	Lokasi dan Subjek Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3	Metode Pengumpulan Data .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4	Data Lapangan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4.1	Data <i>knee point</i> (titik jenuh) Fase R.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4.2	Data <i>knee point</i> (titik jenuh) Fase T.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4.3	Data Rasio Fase R .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4.4	Data Rasio Fase T .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5	Spesifikasi Trafo Arus.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.6	Alat Pengujian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.7	Pengujian Menggunakan CT Analyzer ...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.8	Rangkaian Pengujian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.9	Diagram Alur Pengujian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.10	Analisis Data .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

BAB IV .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
TEMUAN DAN PEMBAHASAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1    Temuan Hasil Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.1    Perhitungan Nilai Rasio .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.2    Perhitungan Nilai <i>Knee Point</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2    Pembahasan Hasil Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.1    Pengaruh Rasio Pada <i>Current Transformer</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.2    Pengaruh <i>Knee Point</i> Pada <i>Current Transformer</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI DAN REKOMENDASI ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.1    Simpulan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.2    Implikasi.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.3    Rekomendasi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
DAFTAR PUSTAKA .....	8
LAMPIRAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Current Transformer</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.2 Kontruksi Trafo Arus .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.3 Curva kejenuhan CT untuk pengukuran dan proteksi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.4 Rangkaian pada trafo arus .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.5 Rangkaian ekivalen .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.6 Trafo Arus Ruang Terbuka (Out-Door) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.7 Trafo Arus Dalam Ruangan (In-Door).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.8 Kurva faktor batas ketelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.9 Ilustrasi Trafo Arus inti ganda .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.10 Hubungan Tranfo Arus Biasa.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.11 Hubungan Trafo Arus Dengan Dua Buah Lilitan Sekunder ...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.12 Hubungan Trafor Arus Dengan 2 Buah Lilitan Primer Dan Dua Buah Lilitan Sekunder.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.13 Kurva eksitasi transformator arus ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3. 2 Indonesia Power Unit Darajat .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3. 3 Name Plat Trafo Arus .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3. 4 <i>CT Analyzer</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3. 5 Pengujian Trafo Arus .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3. 6 Rangkaian pengujian rasio dan knee point pada CT dengan Core 1S1-1S2.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3. 7 Rangkaian pengujian rasio dan knee point pada CT dengan Core 2S1-2S2 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3. 8 Diagram Alur Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3. 9 Diagram Alur Analisis Data.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4. 1 Grafik Hasil Pengujian rasio CT pada fase R .	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4. 2 Grafik Hasil Pengujian rasio CT pada fase T..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4. 3 Grafik Nilai V-knee dan I-knee CT pada Fase R...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4. 4 Grafik Nilai V-knee dan I-knee CT pada Fase T ...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4. 5 Grafik Nilai $V_k$ (V Knee) dan $V_s$ (V Skunder) Transformator Arus pada Fase R .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

Gambar 4. 6 Grafik Nilai  $V_k$  (V knee) dan  $V_s$  (V skunder) Transformator Arus pada Fase T .....**Error! Bookmark not defined.**  
 Gambar 4. 7 Grafik Nilai Kejenuhan CT pada Fase R dan T .....**Error! Bookmark not defined.**

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kesalahan batas arus dan kesalahan sudut untuk kelas 0,1-1,0 sesuai IEC 60044-1 .....**Error! Bookmark not defined.**  
 Tabel 2. 2 Batas kesalahan pada trafo arus keperluan khusus sesuai standar IE 60044-1 .....**Error! Bookmark not defined.**  
 Tabel 2. 3 Batas kesalahan pada kelas 3 dan 5 standar IEC 60044-1 ..... **Error! Bookmark not defined.**  
 Tabel 2. 4 Kesalahan Pada Rasio dan Pergeseran Fase Trafo Arus Proteksi **Error! Bookmark not defined.**  
 Tabel 3. 1 Inti 1 (Untuk pengukuran) .....**Error! Bookmark not defined.**  
 Tabel 3. 2 Inti 2 (Untuk AVR) .....**Error! Bookmark not defined.**  
 Tabel 3. 3 Inti 1 (Untuk pengukuran) .....**Error! Bookmark not defined.**  
 Tabel 3. 4 Inti 2 (Untuk AVR) .....**Error! Bookmark not defined.**  
 Tabel 3. 5 Inti 1 (Untuk pengukuran) .....**Error! Bookmark not defined.**  
 Tabel 3. 6 Inti 2 (Untuk AVR) .....**Error! Bookmark not defined.**  
 Tabel 3. 7 Inti 1 (Untuk pengukuran) .....**Error! Bookmark not defined.**  
 Tabel 3. 8 Inti 2 (Untuk AVR) .....**Error! Bookmark not defined.**  
 Tabel 4. 1 Hasil Pengujian rasio CT pada fase R...**Error! Bookmark not defined.**  
 Tabel 4. 2 Hasil Pengujian rasio CT pada fase T...**Error! Bookmark not defined.**  
 Tabel 4. 3 Nilai V-knee dan I-knee CT pada Fase R ..... **Error! Bookmark not defined.**  
 Tabel 4. 4 Nilai V-knee dan I-knee CT pada Fase T ..... **Error! Bookmark not defined.**  
 Tabel 4. 5 Nilai  $V_k$  (V Knee) dan  $V_s$  (V Skunder) Transformator Arus pada Fase

R ..... **Error! Bookmark not defined.**  
 Tabel 4. 6 Nilai  $V_k$  (V knee) dan  $V_s$  (V skunder) Transformator Arus pada Fase T  
 ..... **Error! Bookmark not defined.**  
 Tabel 4. 7 Nilai Kejenuhan CT pada Fase R dan T **Error! Bookmark not defined.**

### DAFTAR PUSTAKA

- Agus Cahyono, Tri. (2008). *LASO (Less Attended Substation Operation)*, PT.PLN (Persero) Penyaluran dan Pusat Pengatur Beban Jawa-Bali Region Jawa Tengah dan DIY.
- Anindyantoro, Muhammad Syahendra, (2017). Analisa Tahanan Isolasi pada Transformator Tenaga di Gardu Induk Wonogiri.
- Gebert, Kenneth. (1981). *Transformers*. USA : American Technical Publisher, Inc.
- Hargrave, A. Thompson, M. J., & Heilman, B. (2018). *Beyond the knee point: A practical guide to CT saturation. 2018 71st Annual Conference for Protective Relay Engineers (CPRE)*.
- Hutauruk, T.S. (1985). *Transmisi Daya Listrik*, Jakarta: Erlangga.
- Kadir, Abdul. (1989). *Transformator*, Jakarta : PT. Elex Komputindo – Kelompok Gramedia.
- L2804, OMICRON. (2019) . *CT Analyer Current Transformer Setting, Calibration and Assesment*.
- Makkulau, Andi, Nurmiati Pasra, dan Rifaldi Riska Siswanto. (2018). *Pengujian Tahanan Isolasi dan Rasio pada Trafo PS T15 PT. Indonesia Power Up Mrica. Energi & Kelistrikan*.
- Margianto, Rinex, Slamet Hani, Syafriyudin. (2016). *Pengujian Trapsformntor Ams 150 kV Untuk Sistem Proteksi Transformator Tenaga 3 Gardu Induk*

- Purworejo. *Jurnal Elektrikal*. 3(1), 21-36
- M. Kezunovic, C. W. Fromen, and F. Philips, "Experimental Evaluation of EMTP-based Current Transformer Models for Protective Relay Transient Studies," *IEEE Transaction on Power Delivery*.
- Prayogo, Hadi, Herri Gusmedi dan Yulliarto Raharjo H. G. (2014). *Prototipe Proteksi Arus Lebih Menggunakan Current Transformer*. *ELECTRICIAN – Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*.
- PT. PLN (Persero) Dokumen nomor: PDM/PGI/02:2014. *Buku Pedoman Pemeliharaan Transformator Arus*.
- Rajenran, M. V. (2018). *SATURATION ANALYSIS ON CURRENT TRANSFORMER*. Pure and Applied Mathematics.
- Rakliman, Alief. (2013), September 9. *Sistem Proteksi*.  
<https://rakhman.net/electrical-id/sistem-proteksi.html>
- Saputro, Tomy Adi. (2018). *Analisis Hasil Pengujian Tahanan Isolasi Transformator Daya Berdasarkan Hasil Uji Indeks Polarisasi, Tangen Oelta, Rasio Tegangan, BDV (Break Down Voltage)*.
- Sarimun, W. (2009). *Pengaruh Instrument Pengukuran Pada Meter Transaksi Tenaga Listrik*.
- Sugiharto, A. (2015). *Pemakaian Dan Pemeliharaan Transformator Arus*. *Forum Teknologi*.
- Sulistiono, Ari. (2011), April 12. *Pengujian Trafo Arus (Current Transformer)*.  
[http://www.arisulistiono.com/2011/04/pengujian-trafo-arus-current\\_12.html#.YNtTO-gzbrc](http://www.arisulistiono.com/2011/04/pengujian-trafo-arus-current_12.html#.YNtTO-gzbrc).
- Suprianto. (2015), Oktober 17. *Komponen- komponen Proteksi*.  
<http://blogunnes.ac.id/antosuprifkomponen-komponen-proteksi.html>
- Tambunan, Juara Mangapul dan Widhyamiti. (2018). *Pengujian Rutin Trafo Arus 24 kV di Laboratorium Hubing Singkat PT. PLN (Persero) Puslitbang Ketenagalistrikan*. *Jurnal SUTET*.
- Team O & M Transmisi dan Gardu Induk PT.PLN Pembangkitan Jawa Barat dan Jakarta Raya. (1981). *Operasi dan Memelihara Peralatan, PT.PLN Pembangkitan Jawa Barat dan Jakarta Raya*.
- Tim Pelatihan Operator Gardu Induk. (2002). *Pengantar Teknik Tenaga Listrik*,

PT. PLN (Persero).

Tshisikhawe, F. Lencwe, M. J and Daniel Chowdhury, S. (2019). *Design, Manufacturing and Testing of a Standard Current Transformer. IEEE PES/IAS PowerAfrica.*

Udoh, Benjamin E. (2013). The Restricted Earth Fault Relay Operation: Impact of Current Transformer Knee Point Voltages. IJES.

Wibowo, L. L dan Ir.Agung Warsito, DHET. (2011). Transformator Arus Dan Pemeliharaan Transformator Arus Pada PT. PLN (PERSERO) P3b Region Jawa Tengah & Diy Upt Semarang GIS 150kV Simpang Lima.