

## Evaluasi Pemasangan *Current Transformer Ring Tipe Clamp On* yang Berfungsi Sebagai Pengaman *Line Differential* dan *Circulating Current Protection*

Deni Almanda, Muhammad Isroqi Radifan

<sup>1)2)</sup> Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Jakarta

Jl. Cempaka Putih Tengah 27 No 47

Email: <sup>1)</sup> deni.almanda@ftumj.ac.id, <sup>2)</sup> 2016420037@ftumj.ac.id

### ABSTRAK

Gangguan pada Gardu Induk Ancol, terjadi karena benang layangan yang mengakibatkan hubung singkat Fasa T terhadap ground pada SUTT Ancol-Angke. Gangguan ini terjadi karena malfungsi pada sistem proteksi GIS Priok Timur bay Ancol. Gangguan diketahui dengan menganalisa relai pada GI Ancol dan GIS Priok Timur sehingga diketahui besarnya arus gangguan, relai yang terpasang yaitu micom P543. Dari hasil perhitungan dapat dilihat arus gangguan pada sirkit Ancol- Angke sebesar 92kA dan juga sirkit Priok Timur- Ancol sebesar 17kA. Selanjutnya dilakukan pengecekan pada rangkaian sekunder current transformer dan pengujian kualitas current transformer. Dalam investigasi di temukan arus yang tidak seimbang pada rangkaian skunder current transformer disebabkan karena pemasangan current transformer yang tidak sesuai dan temukan juga rangkaian leadsheat yang membuat arus sekunder semakin bertambah.

**Kata kunci :** *malfungsi sistem proteksi, relay differensial, circulating current protection, current transformer, stability*

### ABSTRACT

However, at the same time, the differential relay and circulating current protection on the East Priok GIS read the Phase T short circuit to the ground which resulted in a trip on the Ancol bay 1. In the investigation, no anomalies were found in the Priok Timur - Ancol circuit, so it can be concluded that there is a malfunction in the system. protection of GIS Priok Timur Ancol Bay. In analyzing the disturbance, it is done by downloading the relay on GI Ancol and GIS Priok Timur to find out the magnitude of the fault current, the relay installed is the micom P543. From the download results, it can be seen that the fault current in the Ancol-Angke circuit is 92kA and also the Priok Timur-Ancol circuit is 17kA.

**Keywords:** *protection system malfunction, relay differential, circulating current protection, current transformer, stability*

## 1 PENDAHULUAN

GIS(Gas insulated switchgear) Priok timur beroperasi tahun 1995, memiliki dua bay trafo dan enam bay penghantar, Bay Ancol 1 dan Ancol 2 sudah tidak beroperasi lagi sejak 2010. Untuk meningkatkan keandalan sistem maka bay Ancol dioperasikan kembali pada tahun 2018 dengan tarikan kabel baru tipe XLPE.

Proteksi yang menjadi prioritas pertama untuk membebaskan/ mengisolasi gangguan atau menghilangkan kondisi tidak normal di sistem tenaga listrik [1]. Sistem Tenaga Listrik adalah kumpulan/gabungan dari komponen-komponen atau alat-alat listrik seperti generator, transformator, saluran transmisi, saluran distribusi dan beban yang saling berhubungan [2]. Trafo Arus (Current Transformator - CT) yaitu peralatan yang digunakan untuk melakukan pengukuran besaran arus pada intalasi tenaga listrik disisi primer (TET, TT dan TM) yang berskala besar [3]. Ceramic insulator adalah media penyekat antara bagian yang bertegangan dengan yang tidak bertegangan atau ground secara

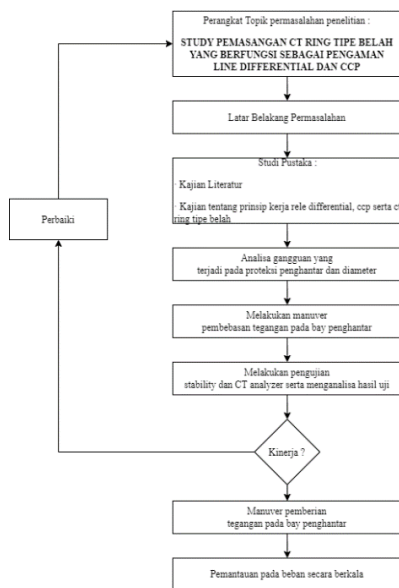
elektrik dan mekanik [4]. Line Differential Relay atau relai diferensial saluran adalah salah satu jenis proteksi utama pada penghantar yang bekerja berdasarkan pengukuran perbedaan parameter arus [5]. Sistem proteksi yang digunakan pada bay Ancol adalah *Line Differential* sebagai pengaman utama, OCR (*Over Current Relay*) sebagai pengaman cadangan dan pengaman CCP (*Circulation Current Protection*) sebagai proteksi dari sealing end sampai *Circuit Breaker*. CT (*Current Transformer*) yang digunakan pada sistem proteksi ini adalah CT tipe belah.

Gangguan yang terjadi berupa kawat penghantar yang putus, terkena pohon yang mengakibatkan hubung singkat, terkena petir yang mengakibatkan tegangan lebih maupun gangguan pada sistem pembangkit. Maka dari itu perlunya sistem proteksi pada setiap penyaluran agar dapat mengamankan peralatan dari gangguan sehingga tidak menimbulkan kerusakan yang meluas. Sistem proteksi harus dapat bekerja dengan selektif, proteksi hanya boleh bekerja pada zonanya yaitu diantara dua CT atau lebih untuk

pengaman *differential* maupun di depan CT untuk pengaman OCR.

Gangguan pada Bay Angke 1 di Gardu Induk Ancol, karena benang layangan yang mengakibatkan terjadinya hubung singkat Fasa R terhadap ground pada SUTT Ancol-Angke. Pada saat yang sama *relay differential* dan CCP pada GIS Priok Timur membaca gangguan hubung singkat Fasa T terhadap ground yang mengakibatkan Trip pada bay Ancol 1. Oleh karena itu diperlukan investigasi lebih lanjut pada sirkuit Priok Timur – Ancol 1 dikarenakan *malfunction* pada rele tersebut.

## 2 METODOLOGI



Gambar 1. Flowchart

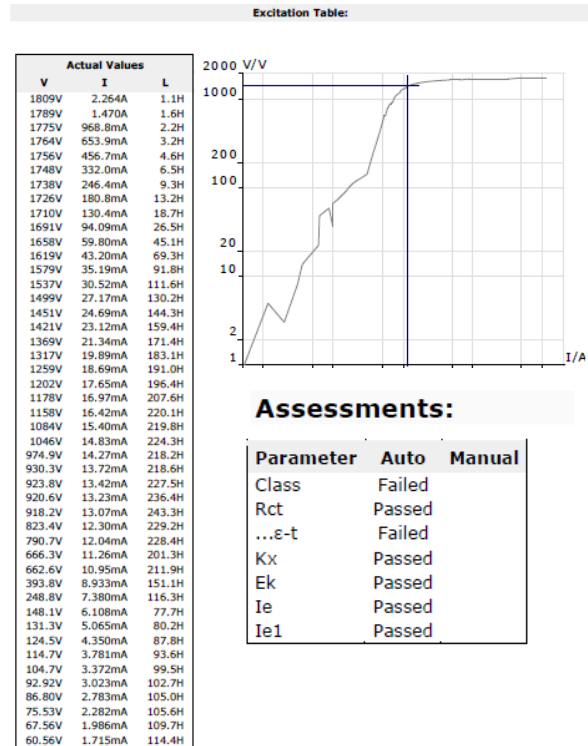
Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah:

- Studi literatur  
 Mengkaji teori dari buku-buku acuan yang menunjang dan berhubungan dengan tema yang diambil.
- Studi lapangan  
 Mengumpulkan data-data yang diperlukan dari tempat objek penelitian dengan cara menanyakan kepada pegawai yang berkompeten di bidangnya.
- Diskusi  
 Melakukan konsultasi dan bimbingan dengan dosen, karyawan PT PLN (Persero) UPT Pulogadung yang berkompeten dalam bidang sistem proteksi gardu induk.

## 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

- Investigasi *Current Transformer type Clamp On* pada GIS Priok Timur

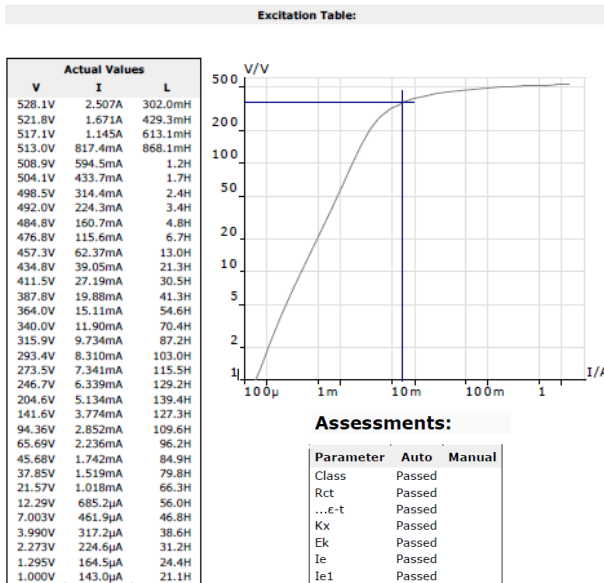
Pada prinsipnya rele *differential* dan CCP membandingkan arus sekunder dari CT, apabila terjadi kesalahan rasio maupun *knee point* yang tidak sesuai maka bisa menyebabkan malfungsi pada sistem proteksi, pengujian menggunakan *Current Transformer Analyzer*, sehingga diketahui kualitas rasio dan *knee point* pada CT. Berikut adalah hasil uji *CT Analyzer* :



Gambar 2. Hasil Current Transformer Analyzer

Dari gambar diatas diketahui terdapat kesalahan rasio dan grafik yang tidak linear. Hal ini yang dapat menyebabkan rele *differential* dan CCP menjadi unstabil , setelah di investigasi ternyata penyebab dari tidak sesuai rasio dan grafik dikarenakan pemasangan *current transformer* yang tidak benar, berikut adalah catatan untuk memasang *current transformer* tipe *clamp on* :

- Pemasangan *current transformer* harus dipastikan rapat
- Setiap baut penghubung *current transformer* dipastikan kekencangannya
- Setelah pemasangan dilakukan pengujian guna mengetahui kondisi terakhir peralatan sebelum beroperasi
- Setelah dilakukan pemasangan dengan benar dan dilakukan pengujian Kembali berikut adalah hasil ujinya :



Gambar 3. Hasil Current Transformer Analyzer

Dari hasil uji *current transformer* yang tidak sesuai maka kasus malfungsi sistem proteksi GIS Priok Timur bay Ancol di tutup namun masih dalam pemantauan. Dalam pemantauannya terjadi Kembali gangguan sirkuit Ancol-Angke dan GIS Priok Timur bay Ancol mengalami trip kembali sehingga kasus malfungsi sistem proteksi GIS Priok Timur bay Ancol dibuka Kembali dan dilakukan investigasi lanjutan.

- Investigasi Rangkaian Primer Penghantar GIS Priok Timur bay Ancol

Pada kabel XLPE terdapat material *lead sheath* yang di grounding pada kedua sisi yaitu pada GI Ancol dan GIS Priok Timur.

Terdapat perbedaan posisi pada kedua sisi, untuk di GI Ancol *lead sheath* di grounding sebelum *current transformer*, sedangkan pada GIS Priok Timur *lead sheath* di grounding setelah *current transformer*, hal tersebut yang menyebabkan perbedaan arus yang dibaca oleh *current transformer* pada kedua sisi.



Gambar 4. konstruksi kabel XLPE Priok Timur – Ancol

*Lead sheath* di tanahkan pada kedua sisi berfungsi untuk menghilangkan tegangan induksi pada kabel, pada sisi GI Ancol *lead sheath* tidak ditanahkan secara *solid* melainkan dengan menggunakan *arrester*, sedangkan untuk di GIS Priok Timur *lead sheath* ditanahkan *solid* ke tanah, hal itu bertujuan agar tidak ada lopping arus pada *lead sheath* yang menyebabkan isolasi kabel lebih panas.

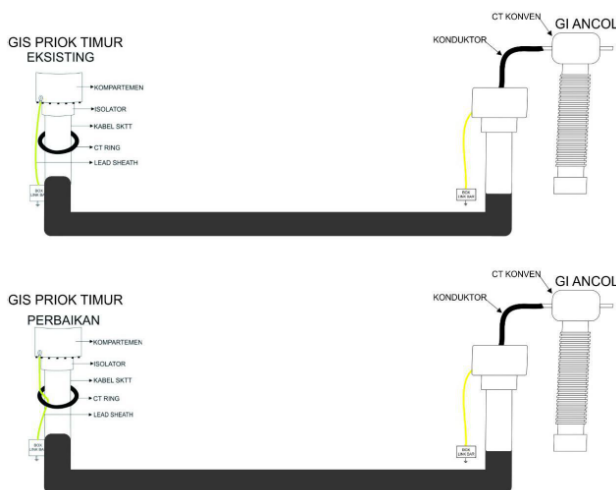
Karena *lead sheath* di GIS Priok Timur *solid* maka akan terbaca arus bocor pada *lead sheath*. Untuk mengetahui besarnya arus *lead sheath* maka dilakukan pengukuran secara berkala untuk membandingkan arus beban dan arus *lead sheath* pada kabel. Berikut adalah hasil pengukuran arus *lead sheath* :

Table 1. Pengukuran arus *lead sheath*

NO	TANGGAL	TEGANGAN	ARUS	ARUS LEAD SHEATH		
				R	S	T
1	1 Juni 2020	148	148	0.8	0.9	1.83
2	2 Juni 2020	149	504	2.31	2.89	6.12
3	3 Juni 2020	145	728	4.23	5.6	11.3
4	4 Juni 2020	146	729	4.21	5.47	10.83
5	5 Juni 2020	146	748	4.3	5.71	11.68
6	6 Juni 2020	149	504	2.13	2.78	6.21
7	7 Juni 2020	145	728	4.12	5.54	11.13
8	8 Juni 2020	148	248	1.12	1.31	2.61
9	9 Juni 2020	149	212	1	1.25	2.51
10	10 Juni 2020	146	395	1.63	1.8	2.68
11	11 Juni 2020	146	403	2.35	2.48	4.32
12	12 Juni 2020	146	395	2.16	2.38	4.12
13	13 Juni 2020	145	406	2.36	2.52	4.39
14	14 Juni 2020	145	406	2.37	2.56	4.41
15	15 Juni 2020	148	148	0.81	0.92	1.85
16	16 Juni 2020	149	504	2.12	2.78	6.21
17	17 Juni 2020	145	728	4.13	5.54	11.12

Dari hasil pengamatan arus *lead sheat* di GIS Priok Timur bay Ancol dapat disimpulkan bahwa besarnya beban cukup linear dengan besarnya arus *lead sheat*. Apabila dilihat dari rekaman gangguan malfungsi di rele differensial GIS Priok Timur arus gangguan sebesar 17000 A dapat membuat besarnya arus *lead sheat* menjadi sekitar 110 A, hal itu dapat membuat relai *circulating current protection* bekerja karena settingnya 100 A.

Untuk itu perlu dilakukan somasi pada rangkian *lead sheat* agar relai differensial maupun CCP tidak membaca besarnya arus *lead sheat*. Somasi dilakukan dengan cara memasukkan kembali *lead sheat* yang sudah ditanahkan agar melewati *current protection* terlebih dahulu sehingga besarnya arus *lead sheat* akan saling mengurangi dan *current transformer* tidak akan membaca besarnya arus *lead sheat* kembali. Berikut adalah gambar hasil somasi *lead sheat* pada GIS Priok Timur



Gambar 5. konstruksi kabel XLPE Priok Timur – Ancol

Setelah diketahui penyebab malfungsi maka perlu dilakukan *stability* untuk membuktikan bahwa arus *lead sheat* mempengaruhi dari kinerja sistem proteksi pada GIS Priok Timur bay Ancol.

• Hasil Stability Rele Circulating Current Protection

Hasil *stability* circulating current protection setelah dilakukan somasi pada *lead sheat*:

Tabel 2. Hasil *stability* Circulating Current Protection setelah perbaikan

UNSTABLE CT-3B TERHADAP CT-3AB					
--------------------------------	--	--	--	--	--

FASA	INJEKSI (A)	ARUS CT-3B (Ma)	ARUS CT-3AB (mA)	ARUS CCP (mA)	TEGANGAN CCP (V)
R	50	20	20	35	3.1
S	50	20	20	35	3.2
T	50	20	20	35	3
STABLE CT-3B TERHADAP CT-3AB					
FASA	INJEKSI (A)	ARUS CT-3B (Ma)	ARUS CT-3AB (mA)	ARUS CCP (mA)	TEGANGAN CCP (V)
R	50	20	20	0	0
S	50	20	20	0	0
T	50	20	20	0	0
UNSTABLE CT-LINE TERHADAP CT-3AB					
FASA	INJEKSI (A)	ARUS CT-LINE (Ma)	ARUS CT-3AB (mA)	ARUS CCP (mA)	TEGANGAN CCP (V)
R	30	12	12	22	2.1
S	30	12	12	22	2.1
T	30	12	12	22	2.0
STABLE CT-LINE TERHADAP CT-3AB					
FASA	INJEKSI (A)	ARUS CT-LINE (Ma)	ARUS CT-3AB (mA)	ARUS CCP (mA)	TEGANGAN CCP (V)
R	30	12	12	0	0
S	30	12	12	0	0
T	30	12	12	0	0

Tabel 2. Hasil *stability* Circulating Current Protection sebelum perbaikan

UNSTABLE CT-3B TERHADAP CT-3AB					
FAS A	INJEKS I (A)	ARUS CT-3B (Ma)	ARUS CT-3AB (mA)	ARU S CCP (mA)	TEGANGA N CCP (V)
R	50	20	20	35	3.1
S	50	20	20	35	3.2
T	50	20	20	35	3
STABLE CT-3B TERHADAP CT-3AB					
FAS A	INJEKS I (A)	ARUS CT-3B (Ma)	ARUS CT-3AB (mA)	ARU S CCP (mA)	TEGANGA N CCP (V)
R	50	20	20	0	0
S	50	20	20	0	0
T	50	20	20	0	0
UNSTABLE CT-LINE TERHADAP CT-3AB					
FAS A	INJEKS I (A)	ARUS CT-LINE (Ma)	ARUS CT-3AB (mA)	ARU S CCP (mA)	TEGANGA N CCP (V)
R	30	12	12	22	2.1
S	30	12	12	22	2.1
T	30	12	12	22	2.0
STABLE CT-LINE TERHADAP CT-3AB					

FAS A	INJEKSI (A)	ARUS CT-LINE (Ma)	ARUS CT-3AB (mA)	ARUS CCP (mA)	TEGANGAN CCP (V)
R	30	12	12	1.7	0.4
S	30	12	12	1.8	0.4
T	30	12	12	1.9	0.4

Dari hasil uji *stability* rele *circulating current protection* dapat dilihat bahwa sebelum *lead sheat* disomasi rangkain sekunder *current transformer* sudah benar, namun pada saat kondisi stabil masih terdapat sedikit arus bocor, hal itu yang menyebabkan relai *circulating current protection* bekerja pada saat terjadi gangguan diluar zonanya. Setelah dilakukan perbaikan pada *lead sheat*, pada kondisi stabil arus dan tegangan tidak terdapat kebocoran, sehingga apabila terdapat gangguan besar di luar zonanya maka relai *circulating current protection* tidak akan bekerja.

#### 4 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- Pada saat terjadi gangguan sirkuit Ancol-Angke sebesar 92 kA , pada sirkuit Ancol-Priok timur tetap akan merasakan arus gangguan sebesar 17kA namun tidak akan membuat trip karena bukan pada wilayah proteksi differensial.
- Penyebab pertama malfungsi sistem proteksi GIS Priok Timur bay Ancol adalah pemasangan dari *current transformer* yang tidak sesuai dilihat dari hasil uji yang tidak sesuai standar, sehingga pembacaan rasio antar *current transformer* menjadi berbeda.
- Penyebab kedua malfungsi sistem proteksi GIS Priok Timur bay Ancol adalah pemasangan arus *lead sheat* yang melewati *current transformer* pada sisi *line* bay Ancol sedangkan pada diameter arus *lead sheat* tidak melewati *current transformer*, sehingga muncul arus pada somasi relai *current circuit protection* yang menyebabkan rele bekerja.
- Relai differensial pada GIS Priok Timur tetap merasakan arus differensial namun belum mencapai setting sehingga relai tidak bekerja, rele ini hanya untuk media komunikasi intertrip agar saat salah satu sisi terjadi gangguan *circuit breaker* GI lawan ikut *trip*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. PLN, “Pedoman dan Petunjuk Sistem Proteksi Transmisi dan Gardu Induk Jawa Bali,” *Jkt. PT PLN Persero Penyaluran Dan Pus. Pengatur Beban Jawa Bali*, 2013.
- [2] D. A. Lumbanraja, “Analisis Permissible Current Carrying Capacity pada Saluran Kabel Tegangan Tinggi 150 KV (Studi Kasus: Pembangunan SKTT 150 KV Gardu Induk Ciledug–Gardu Induk Kembangan),” 2020.
- [3] P. PLN, “BUKU PEDOMAN PEMELIHARAAN TRAFU ARUS (CT),” *Jkt. Selatan*, 2014.
- [4] P. PLN, “Buku Pedoman Pemeliharaan SALURAN UDARA TEGANGAN TINGGI DAN EKST RATINGGI (SUTT/SUTET),” *Jkt. Selatan*, 2014.
- [5] P. PLN, “Buku Pedoman Pemeliharaan Proteksi dan Kontrol Penghantar,” *Jkt. PT PLN*, 2014.

