

ANALISIS PERBAIKAN *HOTSPOT* PADA *DEAD END CLAMP* MENGGUNAKAN *PG CLAMP* DI TOWER TEA 58A SUTT 150KV SINDANG JAYA – SUVARNA FASA R #1

Irvan Bayurinaldi¹, Adjie Pranowo²

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknologi Duta Bangsa

Jl. Kalibaru Timur Kel. Kalibaru Medan Satria Kota Bekasi

Email: bayuirvan81@gmail.com¹, adjie.pranowo@sttdb.ac.id¹

Masalah hotspot pada sambungan tower transmisi listrik di jalur SUTT 150kV Sindang Jaya – Suvarna TEA 58A Fasa R #1 di ULTG Cikupa telah terjadi berulang kali meskipun sudah dilakukan perbaikan dengan cara pembersihan klem dan penggantian mur baut. Hotspot ini dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan dan menyebabkan gangguan pada penyaluran energi listrik, karena energi listrik yang seharusnya tersalurkan berubah menjadi panas. Untuk mengatasi masalah ini, perlu dilakukan analisis dan penerapan metode perbaikan yang lebih efektif agar tindakan yang diambil tepat sasaran dan tidak menimbulkan gangguan berulang pada sistem transmisi.

Kata Kunci : *Hotspot*, klem, Tower SUTT

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sistem Transmisi PLN adalah jaringan penyaluran energi listrik tegangan tinggi dan ekstra tinggi dari pembangkit ke gardu induk. Untuk menjaga keandalan dan stabilitasnya, digunakan saluran udara tegangan tinggi (SUTT) yang beroperasi pada 75kV dan 150kV, serta saluran udara tegangan ekstra tinggi (SUTET) yang beroperasi pada 275kV dan 500kV. Pemeliharaan rutin dilakukan setiap tahun dengan periode berbeda untuk setiap peralatan. Salah satu metode pemeliharaan adalah *thermovisi*, yang digunakan untuk mengukur suhu pada sambungan tower SUTT/SUTET.

Anomali hotspot terjadi akibat suhu panas berlebihan pada titik sambungan tower

SUTT/SUTET, disebabkan oleh hambatan arus yang tidak mengalir sempurna. Di ULTG Cikupa, pada tower TEA 58A SUTT Sindang Jaya – Suvarna, hotspot terjadi pada *dead end clamp* di fasa R dan S #1. Meskipun perbaikan seperti pembersihan *clamp*, pengencangan mur baut, dan penggantian mur baut sudah dilakukan, hotspot tetap terjadi. Jika tidak segera diperbaiki, hotspot ini dapat mengganggu sistem penyaluran dan merusak peralatan. Perbaikan di jalur ini sulit dilakukan karena pemadaman sistem yang rumit, sehingga perbaikan segera diperlukan untuk menjaga keandalan dan stabilitas sistem. Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, penulis mengambil judul “Analisis Perbaikan *Hotspot* Pada *Dead End Clamp* Menggunakan *PG Clamp* di Tower TEA 58A SUTT 150KV Sindang Jaya – Suvarna Fasa R #1” untuk menjadikan opsi perbaikan dan menjaga sistem transmisi tetap handal

1.2. Rumusan Masalah dan Tujuan

Penelitian ini berfokus pada analisis metode perbaikan hotspot dengan cara menambahkan jumper menggunakan *PG clamp*. Adapun rumusan masalah dan tujuan yang dikaji meliputi: (1) Bagaimana analisis kondisi awal terjadinya hotspot pada tower, (2) Bagaimana metode yang dilakukan untuk perbaikan *hotspot* dengan penambahan jumper (3) Bagaimana

analisis kondisi sebelum dan sesudah dilakukan perbaikan penambahan jumper pada titik *hotspot*.

2. METODOLOGI PENELITIAN

1.1. Tempat, Waktu, dan Objek Penelitian

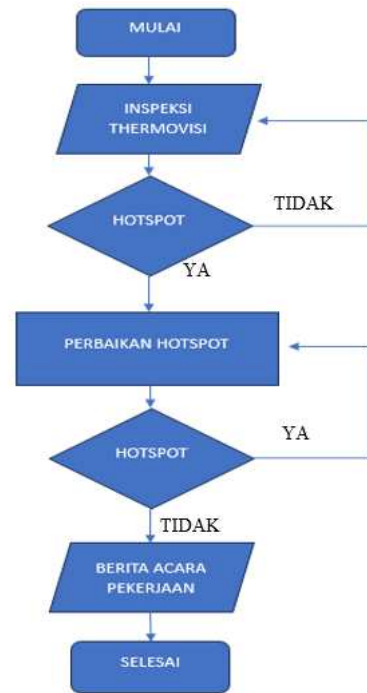
Penelitian ini dilakukan di PT PLN (Persero) ULTG CIKUPA, Tangerang Banten pada bulan Juli 2024 sampai Januari 2025, dengan objek penelitian berupa Analisis Perbaikan *Hotspot* Pada *Dead End Clamp* Menggunakan *PG Clamp* di Tower TEA 58A SUTT 150KV Sindang Jaya – Suvarna Fasa R #1.



Gambar 2.1. Tower TEA 58A SUTT 150kV
Sindang Jaya - Suvarna

1.2. Desain Penelitian

Diagram penelitian dibuat untuk mengerjakan sebuah penelitian secara runtut.



Gambar 2.2. Diagram Alir Penelitian

1.3. Metode Analisis Data

Analisis dilakukan dalam tiga tahap:

- (1) Analisis Kondisi Awal: analisis kondisi awal untuk mengetahui kondisi yang terjadi saat ini sehingga selanjutnya dapat dilakukan perlakuan yang tepat. Berdasarkan permasalahan diatas bahwa hasil pengukuran inspeksi level 2 thermovisi terdapat beberapa suhu masuk indikasi *hotspot*. Dari hasil thermovisi dapat dihitung selisih suhu untuk menentukan kondisi klem tersebut menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\Delta T = (I_{maks} / I_{shoot})^2 \times (T_{klem} - T_{konduktor})$$

Dimana :

ΔT : perkiraan selisih suhu pada beban maximal

I_{maks} : arus atau beban tertinggi yang pernah tercapai

I_{shoot} : arus saat pengukuran

T_{klem} : suhu klem saat dilakukan pengukuran

$T_{\text{konduktor}}$: suhu penghantar saat dilakukan pengukuran

- (2) Perbaikan *hotspot* menggunakan metode penambahan jumper pada titik *hotspot dead end clamp*. Metode ini bertujuan untuk membagi beban pada dead end clamp agar dapat mengurangi suhu pada titik *hotspot*.
- (3) Analisis hasil perbaikan sebelum dan sesudah penambahan jumper. Analisis ini dilakukan berdasarkan beberapa aspek yaitu perbandingan suhu, resistansi *hotspot*, rugi daya. Dan rugi biaya

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Kondisi Awal

Hasil analisa kondisi awal yang telah dilakukan didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 3.1. Hasil pengukuran thermovisi bulan Juli

Pengukuran Thermovisi SUTT 150 kV SUTT SUVARNA-SINDANG JAYA JULI 2024								
Tower	NAMA PERALATAN	ARUS YANG PERMAH DICAPAI [A]		SIRUKLEM SAAT SHOOTING [°C]		RESUME PEMERIKSAAN THERMOVISI		
		a	b	Phase	c			
TEA 58A	Penghantar#1 Arak SINDANG JAYA	1262	1042	R	82,5	37,7	49,9	Kondisi sangat baik
		1262	1042	S	42,1	38,2	4,7	Kondisi baik
		1262	1042	T	39,5	39,9	0,4	Kondisi baik
	Penghantar#1 Arak SUVARNA	1262	1042	R	44,8	38,6	7,1	Kondisi baik
		1262	1042	S	42,7	38,1	5,2	Kondisi baik
		1262	1042	T	39,2	37,3	1,9	Kondisi baik
	Penghantar#2 Arak SINDANG JAYA	1262	1042	R	43,3	37,7	5,2	Kondisi baik
		1262	1042	S	38,1	37,4	0,6	Kondisi baik
		1262	1042	T	43,6	37,5	6,5	Kondisi baik
	Penghantar#2 Arak SUVARNA	1262	1042	R	41,5	38,9	3,6	Kondisi baik
		1262	1042	S	38,1	37,2	1,0	Kondisi baik
		1262	1042	T	43,0	38,1	5,8	Kondisi baik

Gambar 3.2. titik *hotspot*



Hasil analisa kondisi awal terdapat titik hotspot di tower TEA 58A fasa R #1 dengan nilai suhu klem 82,5⁰C dan suhu konduktor 38,7⁰C. Dari hasil temuan hotspot ini dilakukan

perbaikan dengan cara pembersihan klem dan mengganti mur baut yang lama dengan yang baru.

3.2 Hasil perbaikan sebelum dipasang jumper

Perbaikan hotspot ini dilakukan pada bulan Agustus berdasarkan temuan hotspot saat pengukuran thermovisi pada bulan Juli. Setelah perbaikan dilakukan pengukuran thermovisi pada bulan September dan didapatkan hasil suhu klem 53,7⁰C. Dari hasil pengukuran ini dapat dihitung selisih suhu pada beban maksimal untuk mengetahui hasil kondisi dari klem.

Tabel 3.3. Hasil pengukuran thermovisi bulan September

Pengukuran Thermovisi SUTT 150 kV SUTT SUVARNA-SINDANG JAYA SEPTEMBER 2024								
Tower	NAMA PERALATAN	ARUS YANG PERMAH DICAPAI [A]		SUHU KLEM SAAT SHOOTING [°C]		SELISIH SIRUKLEM PADA BEBAN MAX (PERKIRAAN) [°C]	RESUME PEMERIKSAAN THERMOVISI	
		a	b	Phase	c			
TEA 58A	Penghantar#1 Arak SINDANG JAYA	1262	1042	R	53,7	31,9	31,6	Kondisi sangat baik
		1262	1042	S	32,3	31,7	0,9	Kondisi baik
		1262	1042	T	34,4	30,2	5,1	Kondisi baik
	Penghantar#1 Arak SUVARNA	1262	1042	R	33,9	30,4	4,5	Kondisi baik
		1262	1042	S	35,3	31,2	5,9	Kondisi baik
		1262	1042	T	35,7	31,1	6,6	Kondisi baik
	Penghantar#2 Arak SINDANG JAYA	1262	1042	R	33,8	30,7	2,7	Kondisi baik
		1262	1042	S	33,9	31,2	3,9	Kondisi baik
		1262	1042	T	33,5	30,5	4,3	Kondisi baik
	Penghantar#2 Arak SUVARNA	1262	1042	R	33,4	31,3	3,0	Kondisi baik
		1262	1042	S	34,1	31,6	2,2	Kondisi baik
		1262	1042	T	35,3	30,6	6,9	Kondisi baik



Gambar 3.1. Titik *Hotspot*

3.3 Hasil perbaikan setelah dipasang jumper

Perbaikan hotspot ini dilakukan karena masih terdapat temuan hotspot pada titik yang sama paska perbaikan sebelum dipasang jumper. Perbaikan ini menggunakan metode penambahan jumper untuk membagi beban yang mengalir pada titik hotspot sehingga

suhu hotspot bisa turun. Dari hasil perbaikan metode penambahan jumper didapatkan hasil suhu klem 37,6⁰C.

Tabel 3.3 Hasil pengukuran thermovisi bulan Januari

Pengukuran Thermovisi SUTT 150 kV SUTT SUVARNA-SINDANG JAYA JANUARI 2024									
Tower	NAMA PERALATAN	ARIS YANG PERNAH DICAPAI (A)		SUKU KLEM SAAT SHOOTING (°C)		SUKU KAWAT SAAT SHOOTING (°C)		SELISIH SUKSI PADA BEBAN MAX (PERKURAHAN) (°C)	RESUME PEMERIKSAAN THERMOVISI
		a	b	Phase	c	d	e=(a+b)(c-d)		
TEA 58A	Pengantar#1 arah SINDANG JAYA	1020	1030	Fl	37,6	32,5	5,4	Kondisi baik	
		1020	1030	S	36,9	30,1	6,3	Kondisi baik	
	1020	1030	T	36,7	31,9	5,2	Kondisi baik		
	Pengantar#1 arah SUVARNA	1020	1030	Fl	36,9	31,2	6,1	Kondisi baik	
		1020	1030	S	38,9	31,5	7,9	Kondisi baik	
	1020	1030	T	35,2	31,2	4,3	Kondisi baik		
	Pengantar#2 arah SINDANG JAYA	1020	1030	Fl	34,3	31,8	2,7	Kondisi baik	
		1020	1030	S	34,2	31,7	2,7	Kondisi baik	
	1020	1030	T	35,1	30,2	5,2	Kondisi baik		
	Pengantar#2 arah SUVARNA	1020	1030	R	35,7	30,4	5,6	Kondisi baik	
		1020	1030	S	34,8	31,2	3,8	Kondisi baik	
	1020	1030	T	34,2	31,1	3,3	Kondisi baik		



Gambar 3.3 Hasil pengukuran thermovisi

3.4 Analisis Perbaikan Hotspot

a. Perbandingan suhu klem dengan konduktor setelah perbaikan sebelum penambahan jumper.

$$\Delta T = (I_{maks} / I_{shot})^2 \times (T_{klem} - T_{konduktor})$$

$$\Delta T = (1252 / 1042)^2 \times (53,7 - 31,8)$$

$$\Delta T = (1,2015)^2 \times 21,9$$

$$\Delta T = 1,4436 \times 21,9$$

$$\Delta T = 31,6^0C$$

Tabel a. BPP Sistem Sulbagsel Hasil Simulasi

Tower	Nama Peralatan	Arus Shoot (A)	ΔT (°C)		
			R	S	T
TEA 58A	pengantar #1 arah sindang jaya	1042	31,6	0,9	6,1
	pengantar #2 arah sindang jaya	1042	2,7	3,9	4,3
	pengantar #1 arah suvarna	1042	4,5	5,9	6,6
	pengantar #2 arah suvarna	1042	3	2,2	6,9

Dari hasil perhitungan ΔT dapat dilihat untuk fasa R #1 arah sindang jaya terdapat hotspot, karena

nilai ΔT melebihi standar aman yang sudah ditentukan SKDIR 520 dengan suhu 31,6⁰C dan di rekomendasikan rencanakan perbaikan.

b. Resistansi hotspot sebelum penambahan jumper

Tabel b. Data spesifikasi klem dan konduktor

Objek	Luas penampang (mm ²)	Panjang (cm)	R DC (20°C)	Koefisien muai α
Klem	621,6	68	2,65 x 10 ⁻⁸ Ω/m	3,9 x 10 ⁻³ /°C
TACSR	480,8	34	0,0714 Ω/km	1,9 x 10 ⁻³ /°C

$$R_{klem} = \rho \frac{l}{A}$$

$$= 2,65 \times 10^{-8} (0,68 / 621,6 \times 10^{-6})$$

$$= 2,89 \times 10^{-5} \Omega$$

$$R_{konduktor} = 0,0714 \Omega / 1000$$

$$= 7,14 \times 10^{-5} \Omega/m$$

$$= 0,34 \text{ m} \times 7,14 \times 10^{-5} \Omega/m$$

$$= 2,42 \times 10^{-5} \Omega$$

$$R_{klem53,7} = R_{klem} (1 + \alpha \Delta T)$$

$$= 2,89 \times 10^{-5} (1 + (3,9 \times 10^{-3} \times 31,6))$$

$$= 2,89 \times 10^{-5} \times 1,12324$$

$$= 3,246 \times 10^{-5} \Omega$$

$$R_{konduktor53,7} = R_{konduktor} (1 + \alpha \Delta T)$$

$$= 2,42 \times 10^{-5} (1 + (1,9 \times 10^{-3} \times 31,6))$$

$$= 2,42 \times 10^{-5} \times 1,0006004$$

$$= 2,421 \times 10^{-5} \Omega$$

$$R_{dead \text{ end clamp } 53,7} = R_{klem53,7} + R_{konduktor53,7}$$

$$= 3,246 \times 10^{-5} + 2,421 \times 10^{-5}$$

$$= 5,667 \times 10^{-5} \Omega$$

c. Resistansi hotspot setelah dipasang jumper Setelah dilakukan perbaikan dengan memasang jumper mendapatkan hasil pengukuran thermovisi dan mendapat nilai

ΔT 5,4⁰C. Dari hasil ini dapat dihitung resistansi klem saat ΔT 5,4⁰C dengan R_{klem} 2,89 x 10⁻⁵ Ω dan $R_{konduktor}$ 2,42 x 10⁻⁵ Ω .

$$R_{klem37,6} = R_{klem} (1 + \alpha \Delta T)$$

$$= 2,89 \times 10^{-5} (1 + (3,9 \times 10^{-3} \times 5,4))$$

$$= 2,89 \times 10^{-5} \times 1,02106$$

$$= 2,95 \times 10^{-5} \Omega$$

$$R_{konduktor37,6} = R_{konduktor} (1 + \alpha \Delta T)$$

$$= 2,42 \times 10^{-5} (1 + (19 \times 10^{-6} \times 5,4))$$

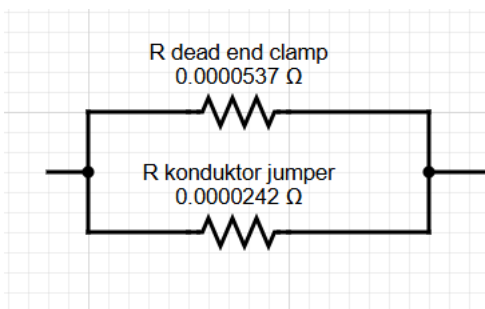
$$= 2,42 \times 10^{-5} \times 1,0006004$$

$$= 2,42 \times 10^{-5} \Omega$$

$$R_{dead\ end\ clamp\ 37,6} = R_{klem53,7} + R_{konduktor53,7}$$

$$= 2,95 \times 10^{-5} + 2,4202 \times 10^{-5}$$

$$= 5,37 \times 10^{-5} \Omega.$$



Gambar c. rangkaian pengganti saat dipasang jumper

$$R_{pararel\ sambungan} = 1/R_{dead\ end\ clamp\ 37,6} + 1/R_{jumper}$$

$$= 1/5,37 \times 10^{-5} + 1/2,42 \times 10^{-5}$$

$$= 12,9 \times 10^{-10} / 7,79 \times 10^{-5}$$

$$= 1,65 \times 10^{-5} \Omega$$

Tabel c. hasil pengukuran dan perhitungan sebelum dan sesudah dipasang jumper

NAMA PENGHANTAR	FASA	SUHU SEBELUM	SUHU SESUDAH	R _{DEAD END CLAMP SEBELUM}	R _{DEAD END SESUDAH}	R _{PARAREL JUMPER}
#1 arah sindang iava	R	53,7 ⁰ C	37,6 ⁰ C	5,667 x 10 ⁻⁵ Ω	5,37 x 10 ⁻⁵ Ω	1,65 x 10 ⁻⁵ Ω

d. Rugi biaya

Berikut hasil perhitungan rugi biaya selama 3 bulan dari sebelum perbaikan sampai sesudah perbaikan.

$$W = P \times t$$

$$W = 61,53 \times (30 \times 3 \times 24)$$

$$W = 132904,8 \text{ wh}$$

$$W = 132,905 \text{ kWh}$$

Dari perhitungan rugi biaya *hotspot* didapatkan energi yang hilang karena anomaly *hotspot* sebesar 132,905kWh. Memang nilai ini terbilang rendah karena hanya satu titik *hotspot*, tetapi jika banyak titik *hotspot* akan menyebabkan kerugian yang lumayan. Berikut jika energi yang hilang di konversi ke dalam rupiah.

$$\text{Biaya listrik} = W \times \text{TDL}$$

$$= 132,905 \text{ kWh} \times \text{Rp.1444,- /kWh}$$

$$= \text{Rp 191.915,00,-}$$

e. Perbandingan suhu klem dengan konduktor setelah dipasang jumper

Berikut hasil perhitungan perbandingan suhu klem dengan konduktor setelah dipasang jumper.

$$\Delta T = (I_{maks} / I_{shot})^2 \times (T_{klem} - T_{konduktor})$$

$$\Delta T = (1320 / 1280)^2 \times (37,6 - 32,5)$$

$$\Delta T = (11,03125)^2 \times 5,1$$

$$\Delta T = 1,0634 \times 5,1$$

$$\Delta T = 5,4^0\text{C}$$

f. Rugi daya

Berikut rugi daya yang disebabkan oleh hotspot.

$$P_{losses} = I^2 \times R$$

$$= I^2 (R_{klem} + R_{konduktor})$$

$$= 1042^2 (3,246 \times 10^{-5} + 2,421 \times 10^{-5})$$

$$= 61,53 \text{ watt}$$

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Dari data analisis Perbaikan *Hotspot* Pada *Dead End Clamp* Menggunakan PG *Clamp* di Tower TEA 58A SUTT 150KV Sindang Jaya – Suvarna Fasa R #1 maka dapat diambil Kesimpulan :

- a. Nilai pengujian thermovisi setelah dipasang jumper yaitu $37,6^{\circ}\text{C}$ dan sebelum dipasang jumper $53,7^{\circ}\text{C}$. Standart ΔT saat kondisi baik yaitu $<10^{\circ}\text{C}$ dan kondisi *hotspot* $>10^{\circ}\text{C}$.
- b. *hotspot* yang terjadi di fasa R #1 di Tower TEA 58A SUTT 150KV Sindang Jaya – Suvarna terletak pada bagian pres dead end, sehingga harus dilakukan perbaikan dengan memasang jumper untuk membagi beban di bagian *dead end clamp*.
- c. Nilai perhitungan resistansi dititik *hotspot* sebelum dipasang jumper yaitu $5,667 \times 10^{-5} \Omega$ dan setelah dipasang jumper $5,37 \times 10^{-5} \Omega$. Dari hasil tersebut terdapat perbedaan $0,297 \times 10^{-5} \Omega$. Serta resistansi paralel saat dipasang jumper sebesar $1,65 \times 10^{-5} \Omega$.
- d. Nilai perhitungan rugi daya didapatkan 57,68watt dan rugi biaya selama 3 bulan dari sebelum perbaikan sampai sesudah perbaikan energi yang hilang sebesar 132,905 kWh, jika dirupiahkan sebesar Rp 191.915,00. Dari nilai tersebut untuk satu titik *hotspot* tidak terlalu banyak kerugiannya, tetapi jika terdapat banyak titik *hotspot* akan lebih besar lagi kerugian yang dialami PLN karena anomaly *hotspot* ini dan jika hotspot dibiarkan terus menerus nantinya akan merusak peralatan sehingga

dapat mengganggu sistem penyaluran energi listrik

4.2 Saran

Dari analisis perbaikan *hotspot* menggunakan tambahan jumper, ada beberapa saran yang perlu disampaikan :

- a. Pengukuran rutin thermovisi sangatlah diperlukan untuk memonitoring suhu pada sambungan agar anomaly *hotspot* dapat terkontrol.
- b. Untuk pemasangan *dead end clamp* agar lebih diperhatikan, karena jika saat pengepresan kurang baik, akan menimbulkan anomaly *hotspot* dan akan mengganggu sistem pada penyaluran khususnya di Trasn misi

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] PT PLN (Persero). Direktur Utama PT PLN (Persero). Surat Keputusan Direksi PT PLN (Persero) Nomor: 0520-2.K/DIR/2014. *Buku Pedoman Pemeliharaan Transmisi*. 2014.
- [2] Putra, R. R, 2018. Thermovisi dalam Melihat Hot Point Pada Gardu Induk 150kV Palur. Tugas Akhir,p.19.
- [3] Masda, A, 2019. Analisa Perbaikan *hotspot* pada klem T.A34 PHS T SUTT 150kV Asahimas Baru-Asahimas Lama, *Laporan Tugas Akhir On The Job Training (OJT)*,p.22.