

# Analisis Perbaikan *Hotspot* Pada SUTT 150kV NewRancakasumba - UjungBerung T.13 Penghantar I Fasa S Metode PDKB

Muhammad Nur Azikin Akib<sup>1\*</sup>, Eko Ihsanto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>PT. PLN Persero UPT Bandung

<sup>2</sup>Teknik Elektro, Universitas Mercu Buana, Jakarta

\*mnazikina@gmail.com

**Abstrak**— Pengoperasian transmisi listrik tak luput dari berbagai gangguan yang dapat merusak keandalan sistem dari penyaluran listrik. Anomali hotspot merupakan anomali yang sering terjadi serta memiliki dampak yang besar jika sudah menjadi gangguan jika tidak ditangani secara cepat. Anomali hotspot merupakan kelainan temperatur yang terjadi pada peralatan yang dialiri arus listrik umumnya terjadi pada titik sambungan. Hotspot dapat menyebabkan kerugian karena energi listrik diubah menjadi energi panas pada titik terjadinya hotspot. Hotspot juga dapat menyebabkan rusaknya bagian peralatan transmisi. Anomali hotspot dapat diketahui dengan cara inspeksi titik sambungan menggunakan alat termovisi. Seperti yang terjadi pada klem jumper konduktor fasa S pada SUTT 150kV jalur penghantar Ujung Berung – New Rancakasumba T.13 penghantar I. Perbaikan hotspot dapat dilakukan dengan 2 pilihan metode kerja yakni dengan pemadaman listrik atau tanpa pemadaman listrik (PDKB). Dari perkembangan kebutuhan energi listrik maka bertambah besar pula keinginan masyarakat terhadap semakin baiknya pelayanan dan kontinuitas penyaluran energi listrik. Dari data perhitungan perbandingan suhu antara objek sambungan dengan konduktor terdapat 2 objek pada fasa S yakni terminal jumper string luar dan dalam yang mengalami anomali hotspot nilai string dalam sebesar 79,2 °C dan string luar 90,0 °C maka di rekomendasikan perbaikan <3 hari. Dari hasil perbaikan hotspot ini menggunakan metode PDKB  $\Delta T$  turun menjadi 33 °C sesuai SKDIR 520 direkomendasikan pengecekan rutin.

**Kata kunci:** Hotspot, Konduktor, PDKB, Suhu, Thermovisi

DOI: 10.22441/jte.2023.v14i2.005

## I. PENDAHULUAN

Sistem kelistrikan merupakan sistem yang sangat kompleks, yang mana pada sistem kelistrikan terdapat 3 bagian besar yakni sistem pembangkit, sistem transmisi dan sistem distribusi. Pada sistem Transmisi sangat berperan dalam penyaluran listrik bahkan dikatakan sebagai urat nadi system tenaga listrik yang mempengaruhi kemandirian dan perekonomian suatu negara [1]. Seiring dengan pertumbuhan penduduk yang meningkat maka pertumbuhan kebutuhan energi listrik pun akan meningkat, hal tersebut juga terjadi di Indonesia yang memiliki pertumbuhan penduduk yang meningkat. Hal tersebut menjadi tantangan yang cukup besar bagi penyedia energi listrik di Indonesia terutama pada sistem Transmisi karena pusat pembangkitan dengan pusat pertumbuhan penduduk memiliki jarak yang jauh. Akan tetapi dalam pengoperasian sistem Transmisi tak luput dari berbagai

gangguan dan anomali yang dapat merusak keandalan sistem dari penyaluran listrik.

Anomali hotspot merupakan kelainan temperatur yang terjadi pada peralatan yang dialiri arus listrik umumnya terjadi pada titik sambungan [2]. Ada beberapa faktor yang dapat menyebabkan gangguan dan anomali tersebut sehingga akan berdampak pada kerugian energi yang tidak tersalurkan atau terputusnya penyaluran energi listrik. Anomali hotspot merupakan anomali yang sering terjadi, dari data pekerjaan bagian PLN UPT Bandung Bagian PDKB pada tahun 2021 terdapat 64 pekerjaan perbaikan.

Hotspot dari 144 pekerjaan perbaikan atau sebesar 40% pekerjaan pada tahun 2021. Hotspot dapat menyebabkan kerugian karena energi listrik diubah menjadi energi panas pada titik terjadinya hotspot. Hotspot juga dapat menyebabkan rusaknya bagian peralatan transmisi karena melebur akibat panas yang tinggi. Maka dari itu anomali hotspot harus secepatnya ditangani karena dapat menyebabkan kerugian energi, kegagalan mekanis dan kegagalan elektris. Pada sistem penyaluran transmisi sering mengalami anomali hotspot karena beban arus yang tinggi. Hotspot dapat terjadi pada jaringan SUTT/SUTET mau pun instalasi GI/GITET. Hotspot dapat dideteksi menggunakan alat termovisi yang mengukur anomali temperatur pada titik terjadinya hotspot. Inspeksi berkala menggunakan termovisi bertujuan mendeteksi kemunculan hotspot. Setelah terdeteksi anomali hotspot dilakukan perbaikan dengan cara membersihkan titik hotspot atau menambah konduktor jumper. Perbaikan hotspot dapat dilakukan dengan 2 pilihan metode kerja yakni dengan pemadaman listrik atau tanpa pemadaman listrik.

Jaringan Transmisi Listrik PLN merupakan aset sensitive, dimana aset ini memberi kontribusi yang besar dalam keberhasilan usahanya, perlu melaksanakan pengelolaan aset dengan baik dan sesuai dengan standar pengelolaan aset. Maka perlu dilakukan inspeksi secara berkala menggunakan termovisi serta perbaikan anomali hotspot yang tanpa padam. Berdasarkan masalah tersebut penulis mengambil topik pembahasan mengenai analisis perbaikan anomali hotspot yang terjadi pada klem jumper konduktor fasa S pada SUTT 150kV jalur penghantar Ujung Berung - New Rancakasumba tower 13 penghantar I.

## II. PENELITIAN TERKAIT

Pemeliharaan rutin yang dilakukan yaitu dengan pengujian thermovisi pada setiap klem dan penghubung untuk diidentifikasi bahwa klem atau penghubung mengalami anomali hotspot atau tidak, apabila mengalami anomali hotspot akan dilakukan corrective maintenance. Anomali hotspot dapat diperbaiki dengan cara membersihkan klem yang mengalami hotspot, menambahkan jumper pada titik hotspot, dan melakukan pergantian klem. [2]

Hotspot pada tension clamp terjadi akibat adanya faktor penyambungan tension clamp yang kurang baik, sambungan yang mengalami korosi, serta jumlah beban yang berlebih. Tindakan perbaikan yang dilakukan pada gangguan hotspot yaitu dengan melakukan pembersihan dan pengencangan Total rugi daya dan energi akibat adanya gangguan hotspot adalah sebesar 1.099.386 KW dan 8.795.088 KWh. [3]

Hotspot pemisah IBT 500/150 kV disebabkan oleh pemasangan baut yang kurang rapat sehingga menimbulkan resistansi yang berlebihan antara klem dengan pisau penghantar. Perbaikan dilakukan secara shutdown measurment dengan alat ukur micro ohm meter yang hasilnya sebelum perbaikan 232uohm dan setelah perbaikan 14uohm. [6]

Analisa perhitungan pada analisis metode thermovisi ini menggunakan perhitungan selisih suhu ( $\Delta T$ ), perhitungan emisivitas dengan menggunakan Hukum Stefan Boltzman, perhitungan uji presisi, dan perhitungan uji akurasi. Analisis thermovisi dapat dinyatakan bahwa pada bay penghantar Glugur – Paya Geli 1 & 2 Gardu Induk 150 kV dalam kondisi baik. [16]

Hotspot yaitu suatu kondisi dimana peralatan sistem jaringan transmisi mengalami rugi-rugi panas yang berlebih. Apabila suatu peralatan tidak segera ditangani, maka akan membuat kerusakan pada peralatan. Penanganan secara dini harus segera dilakukan, yaitu dengan cara melakukan pemasangan double jumper pada konduktor. Double jumper disini sebagai pembagi arus yang akan meringankan aliran arus pada titik sambungan, sehingga rugi-rugi panas yang ditimbulkan tidak terlalu besar. [8]

Penyebab terjadinya hotspot pada penghantar 2 arah Pasar Kemia Baru disebabkan karena baut nya kotor dan longgar. Penanganan anomali hotspot faktor kotor maka solusi nya lakukan pembersihan jika disebabkan oleh longgar maka solusinya dilakukan pengencangan pada klem, jika disebabkan oleh korosi maka solusi nya diamplas namun jika karat masih ada maka penggantian dengan material yang tahan korosi. [4]

## III. METODOLOGI PENELITIAN

### A. Lokasi Penelitian

Gambar 1 merupakan tower SUTT 150 kV NRCKBA-UJBRG T.13 Spesifikasi dari tower SUTT NRCKBA-UJBRG T.13 adalah sebagai berikut :

- Jenis Tower Tension
- Jumlah Sirkuit 4
- Tegangan 150 kV
- Lokasi Tower Lujuk, Cisempur, Jatinangor, Sumedang
- Letak Geografi Perumahan
- Kabel Konduktor ACSR HAWK 2 x 240/40 mm
- Panjang KMS 13,35 km



Gambar 1. SUTT 150 kV NRCKBA-UJBRG T.13

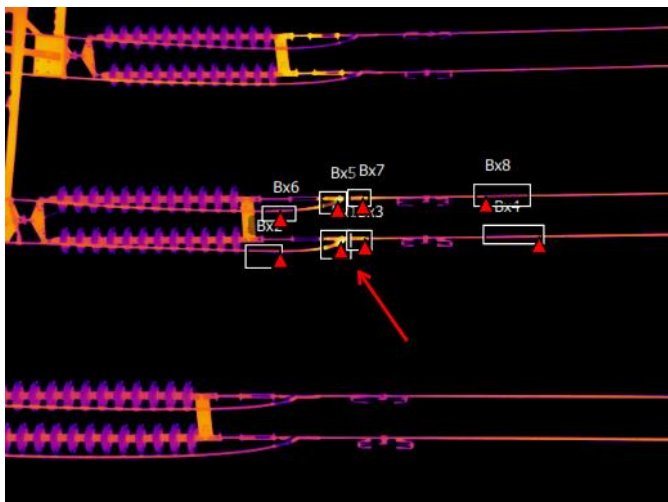
### B. Pelaksanaan Inspeksi Thermovisi

Untuk mengetahui adanya anomali hotspot harus dilakukan pemeliharaan rutin yaitu inspeksi level 1 dengan dilakukan pengukuran thermovisi pada jaringan NRCKBA-UJBRG dari tower 1 sampai dengan tower 37. Pengukuran tersebut dilakukan satu kali dalam satu semester/6 bulan sekali. Dalam pengukuran thermovisi pada tower SUTT NRCKBA-UJBRG 1 menggunakan alat thermovisi dengan merk Flir System. Alat. Pengukuran thermovisi pada tower tersebut dilakukan pada tanggal 30 September 2021. Dalam pengukuran tersebut mendapatkan hasil bahwa tower SUTT NRCKBA-UJBRG PHT 1 tower 5 fasa S pada dead end compression clamp mengalami hotspot.



Gambar 2. Inspeksi Thermovisi

Pada inspeksi thermovisi pelaksana menemukan adanya anomali pada jumper dead end compression clamp fasa S T.13 arah T.12 string luar dan dalam. Gambar dibawah ini merupakan hasil inspeksi thermovisi pada :



Gambar 3. Hasil Inspeksi Thermovisi

### C. JSA Hotspot PDKB

Ada beberapa faktor hotspot tersebut muncul, antara lain dikarenakan penyambungan dari dead end compression clamp kurang kencang atau tidak sempurna dalam pengepressan, kualitas bahan dari dead end compression clamp yang mempunyai bahan yang jelek atau mempunyai resistansi yang besar, faktor pengaruh gangguan yang terjadi, atau beban yang berlebih pada bay tersebut, dan hambatan yang terjadi dikarenakan polutan pada area perumahan dan area yang lembab pada lokasi tersebut. Terdapat 3 cara agar dapat memperbaiki anomali hotspot tersebut baik secara offline maupun liveline:

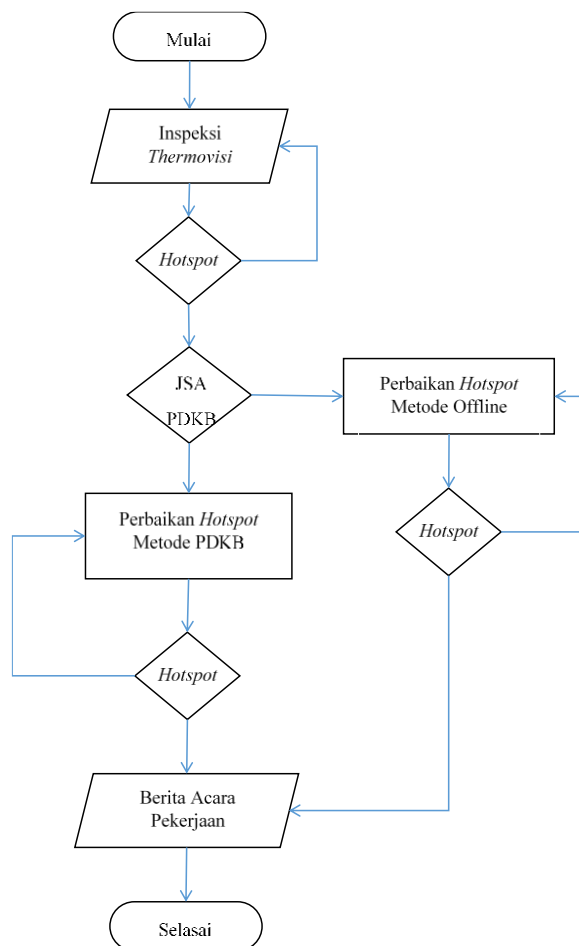
1. Memersihkan plat sambungan
2. Menambah jumlah jumper pada titik sambungan
3. Mengganti peralatan yang lama dengan yang baru

Untuk mengetahui penyebab hotspot yang terjadi dari titik tersebut serta untuk menentukan syarat pekerjaan PDKB bisa dilakukan, yaitu dengan cara Job Safety Analisis dan climb up inspection atau memanjat tower yang mengalami masalah dan dicek secara visual. Berikut adalah data yang diambil dari kegiatan JSA:

- Jarak jumper fasa R ke traves fasa S :2,5 m
- Jarak jumper fasa S ke traves fasa S :2,15 m
- Besi siku utama - vib.dumper :5,2 m
- Besi siku utama - dead end compression :4,9 m

Setelah dilakukan JSA dan kemudian membuat analisis keselamatan pekerjaan dapat disimpulkan dari keadaan dilapangan dapat untuk dilaksanakan metode PDKB dan dengan pertimbangan bahwa jalur tersebut merupakan jalur beban tinggi sehingga tidak diberikan izin dari UP2B untuk dilakukan pemadaman. Maka dilakukan tindakan sesuai standar PT. PLN (persero), yaitu dilakukan pembersihan pada plat sumabungan dengan metode PDKB.

Tahapan dari penanganan hotspot tersebut dapat dijelaskan dengan flowchart atau diagram alir pada gambar 4.



Gambar 4. Diagram Alir

## IV. HASIL DAN ANALISA

### A. Analisa Hasil Thermovisi

Pengukuran dan pengambilan data thermovisi dilakukan oleh pelaksana JSA dari personil PDKB UPT Bandung. Adapun titik pengukuran yang diukur antara lain adalah terminal jumper dalam dan luar serta dead end compression dalam dan luar pada penghantar I Fasa RST. Sedangkan titik yang pada analisis thermovisi harus menggunakan persamaan kriteria  $\Delta T$  adalah pada titik titik sambungan antara klem dan konduktor. Maka dari itu untuk menganalisis data thermovisi tersebut penulis menggunakan data sambungan antara klem dan konduktor.

Perhitungan perbandingan dari suhu klem dan konduktor ( $\Delta T$ ), diambil sebanyak 24 titik. Dan dibawah ini merupakan penjabaran perhitungan pada penghantar I Fasa S menggunakan persamaan (2.5).

DEC Arah T.12:

String Dalam:

$$\Delta T = (365/328)^2 (31,0 - 29,1) = 2,35^\circ\text{C} \quad (1)$$

String Luar:

$$\Delta T = (365/328)^2 (31,4 - 29,6) = 2,23^\circ\text{C} \quad (2)$$

Klem Jumper Arah T.12:

String Dalam:

$$\Delta T = (365/328)^2 (79,2-34,0) = 55,97^\circ\text{C} \quad (3)$$

String Luar:

$$\Delta T = (365/328)^2 (90,0-33,7) = 69,72^\circ\text{C} \quad (4)$$

Dari data perhitungan perbandingan suhu antara objek sambungan dengan konduktor terdapat 2 objek pada fasa S yakni terminal jumper string luar dan dalam yang mengalami anomali hotspot, berikut rekapan data dan rekomendasi tindak lanjutnya pada Table (1):

Tabel 1. Perhitungan Perbandingan Suhu

Objek Hotspot		Selisih Suhu ( °C )			Rekomendasi		
		R	S	T	R	S	T
Arah T.12 String Luar	DEC	5,45	2,23	0,12	BAIK	BAIK	BAIK
	Klem Jumper	1,61	69,72	3,59	BAIK	SEGERA PERBAIKI	BAIK
Arah T.12 String Dalam	DEC	3,34	2,35	4,71	BAIK	BAIK	BAIK
	Klem Jumper	3,10	55,97	2,85	BAIK	SEGERA PERBAIKI	BAIK
Arah T.14 String Luar	DEC	0,12	0,12	0,25	BAIK	BAIK	BAIK
	Klem Jumper	0,99	0,87	4,95	BAIK	BAIK	BAIK
Arah T.14 String Dalam	DEC	1,11	1,11	0,74	BAIK	BAIK	BAIK
	Klem Jumper	0,50	0,74	0,87	BAIK	BAIK	BAIK

### B. Tindak Lanjut Anomali Hotspot

Pengukuran dan pengambilan data thermovisi dilakukan oleh pelaksana JSA dari personil PDKB UPT Bandung. Adapun titik pengukuran yang diukur antara lain adalah terminal jumper dalam dan luar serta dead end compression dalam dan luar pada penghantar I Fasa RST. Sedangkan titik yang pada analisis thermovisi harus menggunakan persamaan kriteria  $\Delta T$  adalah pada titik titik sambungan antara klem dan konduktor. Maka dari itu untuk menganalisis data thermovisi tersebut penulis menggunakan data sambungan antara klem dan konduktor.

#### 1. LLMAD Dan MTID

Hasil dari JSA akan dibandingkan dengan hasil perhitungan LLMAD Fasa-Fasa dan Fasa-Ground serta perhitungan MTID yang nantinya akan menentukan apakah metode PDKB dapat digunakan pada kasus kali ini.

Diketahui:

$$C1 = 0,01\text{ft/kVrms}$$

$$C2 = 1.1$$

$$\alpha = 0$$

$$VF-F = 170\text{kV}$$

$$VF-G = 170\text{kV} / \sqrt{3} = 98,15\text{kV}$$

$$T = 150\text{kV}-275\text{kV} \text{ (3 p.u)}$$

$$\text{Ketinggian} = 703\text{m} \text{ maka } A = 1$$

$$M = 0,3 \text{ (m)}$$

Untuk perhitungan LLMAD F-G yang akan digunakan sebagai acuan jarak konduktor dengan ground terdekat dapat dilihat pada persamaan kalkulasi berikut:

$$LLMAD_{F-G} = 0,348 \left[ ((0,01 + 0) \cdot (98,15) \cdot 3.1) + 0,3 \right]$$

$$LLMAD_{F-G} = 1,197\text{m} \quad (5)$$

Untuk perhitungan LLMAD F-F yang akan digunakan sebagai acuan jarak konduktor dengan konduktor yang berada diatas dan dibawah Fasa S terdekat dapat dilihat pada persamaan kalkulasi berikut:

$$LLMAD_{F-F} = \left[ \left( \left( \frac{8}{\left( \frac{4621}{1,35 \cdot 3 + 0,45 \cdot 170} \right) - 1} \right) \right) 1 \right] + 0,3 \quad (6)$$

$$LLMAD_{F-F} = 1,887\text{m}$$

Untuk perhitungan MTID yang akan digunakan sebagai acuan jarak konduktor dengan personil saat melaksanakan pekerjaan pemeliharaan dapat dilihat pada persamaan kalkulasi berikut:

$$MTID = 0,3048 \left[ ((0,01 + 1,1 + 0) \cdot (98,15) \cdot 3.1) \right]$$

$$MTID = 1\text{m} \quad (7)$$

Dari hasil perhitungan dan hasil JSA dapat disimpulkan bahwa metode PDKB dapat dikerjakan pada kasus anomali hotspot klem jumper konduktor fasa S pada SUTT 150kV jalur penghantar Ujung Berung - New Rancakasumba tower 13 penghantar I karena telah memenuhi syarat pekerjaan PDKB.

#### 2. Persiapan Peralatan

Pada kegiatan ini personil mempersiapkan peralatan K3 dan peralatan kerja yang merujuk pada hasil JSA yang tertuang dalam AKP. Pemilihan peralatan ini bertujuan agar peralatan yang dipakai personil nantinya sesuai dengan kondisi lapangan. Sehingga nantinya peralatan yang diambil tidak berlebihan dan juga tidak kekurangan peralatan. Karena jika peralatan yang diambil kurang maka akan berpotensi menghambat pekerjaan dan jika peralatan yang diambil berlebihan maka personil akan kesusahan membawa peralatan yang banyak.

Pemilihan peralatan yang keliru akan berdampak pada kenyamanan dan keselamatan personil serta system. Sehingga pemilihan peralatan kerja menjadi sub proses yang penting dalam pekerjaan PDKB. Berikut beberapa faktor pemilihan peralatan kerja agar sesuai dengan kondisi lapangan:

- SWL

Safety Working Load menjadi hal yang sangat penting untuk diperharikan ketika memilih peralatan kerja. Karena peralatan akan bekerja pada beban berat yang akan berpotensi merusak peralatan secara mekanik. Memperhatikan SWL peralatan akan berperan menjaga keselamatan personil dari kegagalan mekanik.

- Isolasi

Peralatan isolasi harus bisa menahan tegangan tinggi sehingga kekuatan isolasi menjaga keselamatan system dari kegagalan elektris. Isolasi hot stick dapat menahan 100kV tegangan listrik per Fett nya. Sehingga Panjang isolasi harus lah di perhitungkan agar kekuatan isolasi bisa menahan tegangan kerja.

- Visual

Dengan memperhatikan kondisi visual peralatan maka akan membantu kita dalam mendeteksi kerusakan peralatan baik kerusakan mekanik maupun tahanan peralatan. Yang harus diperhatikan adalah tidak adanya cacat yang mengurangi fungsi dari peralatan.

### 3. Pengujian Peralatan Isolasi

Peralatan isolasi yang baik harus memiliki tampilan fisik yang mengkilap tanpa baret yang parah pada permukaannya. Selain baret, bercak karbon pada permukaan isolasi harus dihilangkan menggunakan lap majun dan juga silikon sehingga membersihkan serta melapisi permukaan isolasi. Peralatan stik isolasi diuji menggunakan alat Hot Stick Tester yang akan mendeteksi seberapa besar arus bocor pada stik isolasi tiap feetnya.

Untuk liveline rope kondisi fisik dari tambang sendiri tidak memiliki banyak serat yang terputus sehingga SWL peralatan masih sesuai. Selain serat tambang kondisi kelembapan tambang juga harus diperhatikan. Tingkat kelembapan yang tinggi pada tambang dapat menyebabkan tambang terbakar ketika terkena tegangan tinggi. Pengujian tambang dilakukan menggunakan rope tester yang akan menguji tambang tiap feetnya.

### 4. Perbaikan Hotspot Metode PDKB

Pekerjaan pemeliharaan metode PDKB harus memblok AR(AutoReclosed) pada kedua GI pengapit menurut SOP 7.001 pekerjaan metode PDKB. Hal ini dilakukan agar ketika terjadi hal yang tidak diinginkan seperti terjadinya kebocoran isolasi peralatan sehingga membuat fasa ke ground terhubung dapat segera di Final Tripan oleh system proteksi.

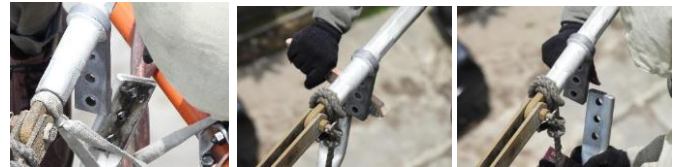
Pada tahap ini tim menaikkan seluruh peralatan kerja menggunakan tali PDKB kemudian menginstal peralatan. Setelah semua peralatan sudah terpasang kemudian orang yang bertugas sebagai hotman melakukan pengukuran arus konduktor, arus jumper dan resistansi klem jumper pada kedua string set.

Hotspot yang terjadi pada jalur New Ujung Berung – Rancakasumba Penghantar I T.13 Fasa S arah T.12 klem jumper konduktor string luar dan dalam. Hotspot yang timbul disebabkan karena terdapat polutan yang masuk pada cela antara plat sambungan. Polutan tersebut dapat mengakibatkan kenaikan nilai resistansi pada klem jumper konduktor. Pada hasil thermovisi nilai suhu pada string dalam sebesar 79,2°C dengan nilai resistansi sebesar 192 $\mu\Omega$  dan string luar 90,0°C dengan resistansi sebesar 802 $\mu\Omega$ . Pengukuran resistansi klem jumper dilakukan menggunakan Ohmstick, pengukuran ini dilakukan tanpa padam sehingga arus yang terukur pada string luar sebesar 128A dan untuk string dalam sebesar 147A. berikut adalah gambar pengukuran dan hasilnya:



Gambar 5. Pengukuran Sebelum Perbaikan

Dari hasil pengukuran didapatkan bahwa penyebab terjadinya hotspot karena debu serta kotoran yang menempel pada sela jumper tinggi sehingga menyebabkan suhunya naik. Cara memperbaikinya adalah dengan membuka klem jumper kemudian membersihkannya menggunakan kawat baja serta amplas. Jika sudah bersih pasang kembali jumper kemudian ukur arus konduktor, arus jumper dan resistansi klem dan melakukan pengukuran suhu pada klem untuk memastikan suhu klem sudah dalam kondisi normal.



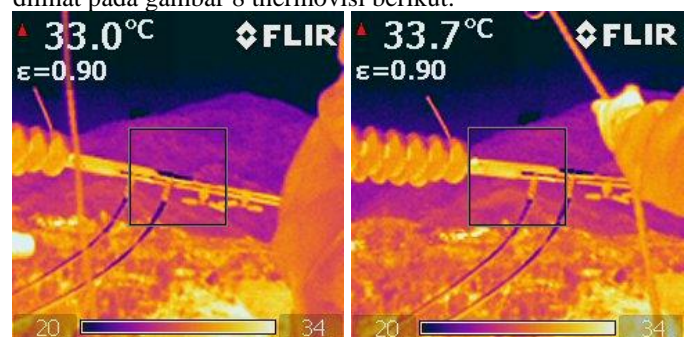
Gambar 6. Pembersihan Kotoran Klem Jumper

Setelah dilakukan perbaikan pada klem jumper konduktor dengan cara pembersihan kemudian setelah itu dilakukan pengukuran suhu klem. Pembersihan yang dilakukan bertujuan untuk menurunkan resistansi yang tinggi pada sela klem jumper. Dari perbaikan metode PDKB didapatkan hasil resistansi dan suhu setelah perbaikan.



Gambar 7. Pengukuran Setelah Perbaikan

Terlihat dari hasil pembacaan alat ukur string luar klem jumper resistansinya sebesar 17 $\Omega$  dengan beban arus sebesar 129A dan string dalam klem jumper resistansinya sebesar 21 $\Omega$  dengan beban arus sebesar 129A. Sedangkan untuk suhu dapat dilihat pada gambar 8 thermovisi berikut:



Gambar 8. Pengukuran Suhu Setelah Perbaikan

Dari hasil perbaikan hotspot ini menggunakan metode PDKB terlihat suhu dari klem jumper turun sehingga pada titik hotspot sudah tidak ada lagi. Untuk suhu klem jumper berada di dengan  $\Delta T$  sebesar 33°C. sesuai SKDIR 520 direkomendasikan pengecekan rutin.

### C. Perhitungan Daya

Kerugian daya yang disebabkan oleh hotspot tidak terlalu signifikan jika dibandingkan dengan daya yang tersalurkan,

akan tetapi gangguan akibat hotspot dapat menyebabkan padamnya penghantar sehingga potensi tersebut harus segera di hilangkan pada penghantar. Berikut perhitungan daya yang hilang pada anomaly hotspot menggunakan persamaan .

$$\begin{aligned}
 P_{Loss} &= I^2 x R & (8) \\
 P_{Loss} &= (I^2 x R)_{string\ dalam} + (I^2 x R)_{string\ luar} \\
 P_{Loss} &= (147^2 x 192.10^{-6})_{string\ dalam} \\
 &\quad + (128^2 x 802.10^{-6})_{string\ luar} \\
 P_{Loss} &= (4,149)_{string\ dalam} + (13,14)_{string\ luar} \\
 P_{Loss} &= 17,289\ watt
 \end{aligned}$$

Jadi ada kerugian energi listrik yang hilang 17,289 watt tiap detiknya. Sedangkan untuk energi listrik yang terbuang dapat dihitung menggunakan persamaan.

$$W = Pxt \quad (9)$$

$$\begin{aligned}
 W &= 17,289\text{watt} \times 24\ \text{jam} \times 3\ \text{hari} \\
 W &= 1244,808\ \text{watt.jam}
 \end{aligned}$$

Kerugian biaya pada hotspot dapat dicari dengan rugi daya dikali dengan tarif dasar listrik. Tarif dasar listrik yang digunakan adalah rata-rata biaya pada setiap golongan tarif daya yaitu sebesar Rp.1.135/kWH.

$$\text{Biaya Listrik} = W \times \text{TDL} \quad (10)$$

$$\text{Biaya Listrik} = 1,244 \times 1.135$$

$$\text{Biaya Listrik} = \text{Rp. } 1.411,94$$

#### D. Analisa Gangguan Hotspot

Anomali hotspot jika dibiarkan dan faktor yang mempengaruhinya semakin membuat panas meningkat hal ini dapat menjadi gangguan. Ancaman yang serius gangguan hotspot bagi system kelistrikan adalah karena dapat menyebabkan kerugian yang fatal. Kerugian tersebut dapat memutuskan aliran daya dari GI ke GI selama belum dilakukannya penormalan serta kerugian material karena harus mengganti material yang meleleh karena panas berlebih. Pemutusan penyaluran energi listrik ini akan berdampak pada GI penerima dalam hal ini GI Ujung Berung yang akan kekurangan daya sebesar 79,69 MW.

Panas yang berlebih menyebabkan kondisi fisik dari komponen yang dialiri arus listrik akan meleleh. Dengan pelelehan ini akan menyebabkan komponen kehilangan kekuatan mekaniknya. Komponen yang tadinya kehilangan kekuatan mekanik akan menyebabkan putusnya penyaluran listrik karena konduktor jumper tidak lagi terhubung dengan konduktor penghantar. Konduktor jumper yang lepas tadi akan melambai ke bawah dan akan menyebabkan konduktor menyentuh traves fasa yang di bawahnya, yang mana traves tersebut terhubung dengan pentanahan yang berada di kaki tower. Hal tersebut akan mengindikasikan terjadinya gangguan fasa ke tanah oleh system proteksi. Berikut merupakan gambaran komponen yang terkena panas berlebih akibat hotspot.



Gambar 9. Komponen Penyaluran Meleleh

#### V. KESIMPULAN

1. Dari data perhitungan perbandingan suhu antara objek sambungan dengan konduktor terdapat 2 objek pada fasa S yakni terminal jumper string luar dan dalam yang mengalami anomali hotspot nilai string dalam sebesar 79,2oC dan string luar 90,0oC maka di rekomendasikan perbaikan <3 hari. Dari hasil perbaikan hotspot ini menggunakan metode PDKB  $\Delta T$  turun menjadi 33oC sesuai SKDIR 520 direkomendasikan pengecekan rutin.
2. Perbaikan klem jumper metode PDKB dimulai dengan melakukan JSA untuk mengambil data lapangan yang kemudian akan dituangkan dalam AKP. Setelah membuat AKP selanjutnya tim melakukan persiapan peralatan kemudian personil datang ke lokasi tower lalu melakukan perbaikan metode PDKB dengan cara membersihkan klem jumper yang kotor. Setelah selesai tim melakukan evaluasi pekerjaan serta membuat BAP selesai pekerjaan.
3. Kerugian energi listrik yang hilang 17,289 watt tiap detiknya pada titik hotspot dengan biaya sebesar Rp. 1.411,94. Pada pengerjaan metode PDKB selama mengerjakan perbaikan ada sebesar 79.69 MW daya yang tetap tersalurkan dan biaya yang terselamatkan sebesar Rp. 361.792.600.
4. Efek serius gangguan hotspot bagi system kelistrikan adalah karena dapat menyebabkan kerugian yang fatal. Kerugian tersebut dapat memutuskan aliran daya dari GI ke GI selama belum dilakukannya penormalan serta kerugian material karena harus mengganti material yang meleleh karena panas berlebih.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Banyak bantuan dari berbagai pihak dalam penulisan penelitian ini, Maka penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada siapa saja yang turut membantu dalam penelitian ini. Serta ucapan terima kasih terhadap tim editorial Jurnal Teknologi Elektro atas dipublikasikannya penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Zhang, H.-m. Yang, Z.-n. Zhang, k. Zhao and Y.-f. Chen, "An Automatic Diagnostic Method of Abnormal Heat Defect In Transmission Lines Based On infrared Vidio," IEEE, pp. 1-4, 2016.
- [2] M. Idham, Analisis Perbaikan Hotspot Dead End Strain Clamp Fasa S Dengan Metode Jumper Pada SUTT 150kV Tambak Lorok-Sayung 1 T.5, Yogyakarta: UGM, 2020.

- [3] M. Khabibullaah, Analisis Rugi Dan Biaya Pada Gangguan Hotspot Tension Clamp Tower SUTET 500kV Tanjungjati-Ungaran T.85 Fasa R Line 2, Yogyakarta: UGM, 2020.
- [4] D. Fartika, Menentukan Dan Melihat Titik Hotspot Pada Tower 150kV Di Pasar Kemis Baru-Pasar Kemis Lama Dengan Menggunakan Metode Thermovisi, Jakarta: Institut Teknologi PLN, 2020.
- [5] F. Allam, "Protecting Overhead Transmission Lines (OHL) from Hot Spots Using Dynamic Line Rating (DLR) Calculations," IEEE, pp. 44-49, 2020.
- [6] H. Nugroho, Perbaikan Rugi-Rugi Daya Akibat Hotspot PMS IBT 500/150 kV Pada Gardu Induk New Rancakasumba Di PT. PLN (Persero), Yogyakarta: UGM, 2021.
- [7] PT. PLN (Persero), Buku Pedoman Pemeliharaan Saluran Udara Tegangan Tinggi Dan Ekstra Tinggi (SUTT/SUTET), Jakarta: PT. PLN (Persero), 2014.
- [8] D. D. Ranadhani, Teknik Penanganan Hotspot Pada Titik-Titik Sambungan Konduktor Dengan Metode Double Jumper, Jakarta: LPPM Sekolah Tinggi Teknik PLN, 2019.
- [9] G. Göcsei and B. Németh, "Effectiveness, Comparison Of Conductive Clothing's," IEEE, pp. 1-5, 2013.
- [10] PT. PLN (PERSERO), Peralatan Pekerjaan Dalam Keadaan Bertegangan (PDKB) Pada Tegangan Tinggi/Tegangan Ekstra Tinggi (TT/TET), JAKARTA SELATAN: PT. PLN (PERSERO), 2020.
- [11] PT. PLN (Persero) Komisi PDKB, Prosedur Pelaksanaan Pekerjaan Dalam Keadaan Bertegangan Tegangan Tinggi Dan Tegangan Ekstra Tinggi, Jakarta: PT. PLN (Persero), 2018.
- [12] Y. Fang, L. Wang, R. Li, B. Song, B. Xiao and K. Liu, "AC Flashover Performance of FRP Hot Stick for Live Working in High Altitude Areas," IEEE Access, pp. 6758-6764, 2018.
- [13] PT. PLN (Persero) UP3B JB, Panduan Umum Pemeliharaan Transmisi TT/TET Dengan Metode PDKB, Jakarta Selatan: PT. PLN (Persero), 2018.
- [14] G. Göcsei and B. Németh, "Revision Of The Way Of Classification Of Conductive Clothing," in 2017 12th International Conference on Live Maintenance (ICOLIM), Strasbourg, 2017.
- [15] PT. PLN (Persero) Komisi PDKB, Instruksi Kerja Akses Hot End Crew, DKI Jakarta: PT. PLN (Persero), 2018.
- [16] M. L. Fazawi, Analisa Penentuan Hot Point Dan Monitoring Peralatan Dengan Metode Thermovisi Pada GI 150 kV Glugur, Medan: Repository UMSU, 2020.