



Analisa Pengecekan Peralatan Arrester Menggunakan Thermovisi pada Bay Indarung 1 Gardu Induk Pauh Limo

Sitti Amalia, Rafika Andari*, Ezi Azhari
Fakultas Teknik, Institut Teknologi Padang
Jl. Gajah Mada Kandis Nanggalo, Padang, Indonesia
E-mail: rafika.andari09@gmail.com

Informasi Artikel

Diserahkan tanggal:

22 Desember 2019

Direvisi tanggal:

1 Januari 2020

Diterima tanggal:

24 Januari 2020

Dipublikasikan tanggal:

31 Januari 2020

Digital Object Identifier:

10.21063/JTE.2020.3133901

Abstrak

Pemanasan yang terjadi pada peralatan gardu induk disebabkan oleh arus yang mengalir dalam konduktor yang mempunyai hambatan. Bagian yang sering mengalami pemanasan adalah bagian terminal dan sambungan pada switchyard, terutama antara dua logam yang berbeda, serta penampang konduktor yang mengecil karena korosi. Sehingga bagian tersebut harus diperhatikan, dengan cara melakukan pengontrolan atau pengecekan suhunya menggunakan thermovisi. Suhu panas peralatan arrester pada bay indarung 1 gardu induk pauh limo masih berada pada kondisi normal dimana suhunya berkisar antara 20°C - 43°C. Namun perlu perhatian untuk rencana perbaikan. Selisih suhu antar fase peralatan arrester pada bay indarung 1 gardu induk pauh limo tidak ada yang mencapai kondisi III, namun ada terdapat kondisi I dan II sehingga perlu dilakukan investigasi dan rencana perbaikan, untuk menghindari terjadinya hubung singkat antar fase.



Kata kunci: gardu induk, pemanasan, korosi, arrester, thermovisi.

1. PENDAHULUAN

PT. PLN merupakan salah satu instrument pembangunan di Indonesia yang sangat penting dalam hal menjamin ketersediaan pasokan energi listrik. Proses penyaluran energi listrik dari pusat pembangkit ke pusat beban biasanya melewati gardu induk (GI) yang merupakan bagian dari sistem penyaluran (transmisi) tenaga listrik guna mentransformasikan tenaga listrik tegangan tinggi yang satu ketegangan yang lainnya atau tegangan menengah, melakukan pengukuran dan pengawasan, operasi dan pengaturan pengamanan dari sistem tenaga listrik, serta pengaturan daya ke gardu-gardu lainnya melalui tegangan tinggi dan gardu distribusi melalui feeder tegangan menengah [1 – 2]. Gardu induk Pauh Limo Padang merupakan jenis gardu induk konvensional yang sebagian besar komponennya ditempatkan di luar gedung, beberapa diantaranya seperti komponen kontrol, sistem proteksi dan sistem kendali serta komponen bantu lainnya, ditempatkan di dalam gedung.

Untuk menjamin agar tidak terjadi gangguan pada sistem maka pada gardu induk terdapat *Lightning Arrester* (LA) disingkat *Arrester* sebagai pelindung bagi instalasi listrik dan peralatan listrik terhadap tegangan lebih yang disebabkan oleh surja petir atau surja hubung. LA ini bertindak sebagai jalan pintas (*By Pass*) disekitar isolasi dengan membentuk jalan untuk memudahkan arus melalui sambaran petir sehingga tidak timbul tegangan lebih yang tinggi pada peralatan [3]. Arrester memiliki fungsi yang berbeda sesuai dengan keadaan tegangan. Ia akan berfungsi sebagai isolasi pada tegangan normal, namun ketika terjadi surja petir yang mengakibatkan tegangan lebih, maka arrester akan berfungsi sebagai penghantar dengan cara mengalirkan arus yang tinggi ke tanah [4]. Untuk itulah, LA digunakan untuk mengurangi tegangan surja dengan cara mengalirkan arus surja ke tanah dalam orde yang sangat kecil, sehingga pengaruh *follow current* tidak ikut serta diketanahkan [5, 7, 8].

Dalam pengoperasiannya, saat peralatan gardu induk (*switchyard*) menghantarkan arus listrik maka akan terjadi suhu panas atau *hot point* karena kerugian arus mengalir dalam konduktor yang disebabkan oleh adanya hambatan. Akibat banyaknya peralatan yang sudah berusia tua dan jarak antar-*switchyar yang* berdekatan, sering terjadinya gesekan sehingga rawan muncul *hot point*. Bagian yang sering

mengalami pemanasan adalah bagian terminal dan sambungan pada *switchyard*, terutama antara dua logam yang berbeda, serta penampang konduktor yang mengecil karena korosi [6]. Sehingga bagian tersebut harus diperhatikan, yaitu dengan cara melakukan pengontrolan atau pengecekan. Peralatan digital yang digunakan untuk pengecekan *hot point* adalah *thermovisi*.

Berdasarkan hal tersebut pengecekan *hot point* sangat penting untuk dilakukan, karena jika tidak dilakukan pengecekan akan terjadi hubung singkat. Pada penelitian ini penulis melakukan pengecekan untuk mengetahui kondisi *hot point* pada peralatan Bay Indarung 1 dengan menggunakan *thermovisi* dengan cara menganalisa hasil evaluasi selisih suhu antar fasa (Δt) berdasarkan Standar NETA MTS-1997.

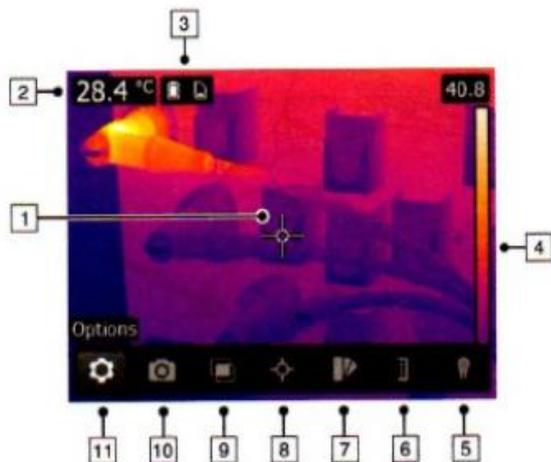
2. METODE PENELITIAN

2.1. Pengambilan Gambar Thermal dengan Thermovisi

Salah satu alat yang dapat digunakan untuk memvisualisasikan dan mendeteksi suhu pada suatu objek adalah *thermovisi*. Suhu dari suatu objek di tangkap dan di tampilkan ke sebuah display menggunakan teknologi inframerah. Panas yang lebih tinggi akan dihasilkan pada saat tahanan kontak lebih besar dari tahanan konduktor, sehingga arus listrik yang mengalir semakin besar pada penghantar. Beberapa hal yang dapat mempengaruhi keadaan tahanan kontak yaitu, kebersihan bidang kontak sambung, pemasangan baut pengikat, kerapatan pengepresan, dan perbedaan bahan pada bidang sambungan [9].

Pengukuran suhu pada Gardu Induk Pauh Limo menggunakan alat Infrared Thermovisi FLIR E6. Pengukuran dilakukan dari jarak jauh tanpa menyentuh objek, dengan prinsip bahwa semua objek memancarkan energi berupa inframerah. Suhu objek yang semakin panas menandakan molekulnya semakin aktif sehingga energi inframerah yang dipancarkannya akan semakin banyak pula. Thermovisi ini dapat menghasilkan pengukuran suhu yang lebih akurat dibandingkan alat lainnya [10]. Pengambilan gambar thermal dilakukan sesuai langkah-langkah berikut:

1. Masukkan baterai ke dalam kompartemen baterai di kamera
2. Masukkan kartu memori pada slot memori di kamera
3. Tekan tombol untuk menyalakan kamera
4. Tunggu sampai proses startup atau loading selesai
5. Aturlah nilai-nilai parameter sesuai dengan objek yang akan diamati dan kondisi lingkungan
6. Pilih alat pengukuran yang akan digunakan misalnya, spot atau box (area)
7. Arahkan kamera pada objek yang akan diamati
8. Mengatur fokus dengan memutar focus ring
9. Tekan tombol Save untuk menyimpan gambar
10. Jalankan perangkat lunak FLIR Tools pada komputer (Install jika belum ada dikomputer)
11. Gunakan kabel USB untuk mengoneksikan kamera dengan komputer
12. Pindahkan gambar yang telah diambil ke FLIR Tools untuk kemudian dilakukan analisis dan membuat laporan.



Keterangan:

1. Alat Ukur (misalnya spotmeter)
2. Hasil Pengukuran
3. Ikon status dan pemberitahuan
4. Skala suhu
5. Tombol toolbar lampu
6. Tombol toolbar skala suhu
7. Tombol toolbar warna
8. Tombol toolbar pengukuran
9. Tombol toolbar model gambar
10. Tombol toolbar perekaman
11. Tombol toolbar pilihan

Gambar 1. Bagian-bagian layar Thermovisi

2.2. Klasifikasi Panas Objek

Dalam pengukuran menggunakan Thermovisi ada dua hal yang perlu diperhatikan berdasarkan pada STANDAR NETA, yaitu :

1. Membandingkan hasil ukur, dengan suhu operasi objek
2. Membandingkan hasil ukur dengan objek lain yang sama disekitarnya.
Objek lain yang sama yakni objek yang memiliki bentuk yang sama tetapi ukuran atau lokasi yang berbeda. Standar yang digunakan untuk menentukan suhu objek adalah sebagai berikut:
 - a. Kondisi normal
 - 0°C – 10°C : Kondisi baik
 - 10°C - 25°C : Periksa saat pemeliharaan
 - 25°C - 40°C : Rencana Perbaikan (max 30 hari)
 - b. Kondisi tidak normal
 - 40°C – 70°C : Perbaiki segera
 - 70°C : kondisi darurat

Dari hasil pengukuran suhu dengan thermovisi, akan dapat diketahui kondisi perbandingan suhu antar fase (ΔT) seperti dapat dilihat pada tabel 1. yang mengacu pada Standar NETA MTS-1997 berdasarkan pada buku PLN SK DIR 520 2014.

Tabel 1. Kondisi perbandingan suhu antar fase (ΔT) berdasarkan standar NETA MTS-1997

Kondisi	Justifikasi	Suhu
Kondisi I	Dimungkinkan adanya ketidaknormalan, perlu investigasi lanjut	$1^{\circ}\text{C} < \Delta T \leq 3^{\circ}\text{C}$
Kondisi II	Mengindikasikan adanya defisiensi, perlu dijadwalkan perbaikan	$4^{\circ}\text{C} < \Delta T \leq 15^{\circ}\text{C}$
Kondisi III	Ketidaknormalan mayor, perlu dilakukan perbaikan segera	$\Delta T > 16^{\circ}\text{C}$

Catatan :

- Jika suhu maximum kepala *Bushing* $\geq 90^{\circ}\text{C}$ segera Lakukan investigasi penyebab.
- Jika selisih suhu antar fase (Δt) lebih kecil dari satu maka dikategorikan dalam keadaan normal.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengecekan Arrester menggunakan Thermovisi dilakukan pada minggu kedua dan minggu keempat bulan Juli 2019. Peralatan yang diukur suhunya meliputi *Dead End Clamp Line*, Konduktor *Dead End Clamp Line*, *Klem Junction* Konduktor LA, Konduktor *Junction*, Isolator, dan kawat *Ground LA*. Pengecekan untuk mendapatkan nilai Fase R, S, dan T sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah.

1. Dead End Clamp Line
 Fase R - S = $35,6 - 32,0 = 3,6$
 Justifikasi kondisi: II
 Mengindikasikan adanya defisiensi, dan perlu dijadwalkan perbaikan
 Fase S - T = $35,6 - 35,8 = 0,2$
 Justifikasi kondisi: Normal
 Fase T - R = $35,8 - 32,0 = 3,8$
 Justifikasi kondisi: II
 Mengindikasikan adanya defisiensi, dan perlu dijadwalkan perbaikan
2. Konduktor Dead End Clamp Line
 Fase R - S = $23,6 - 30,3 = 6,7$
 Justifikasi kondisi: II
 Mengindikasikan adanya defisiensi, dan perlu dijadwalkan perbaikan
 Fase S - T = $30,3 - 27,3 = 3$
 Justifikasi kondisi: II
 Mengindikasikan adanya defisiensi, dan perlu dijadwalkan perbaikan

Fase T - R = 27,3 – 23,6 = 3,7

Justifikasi kondisi: II

Mengindikasikan adanya defisiensi, dan perlu dijadwalkan perbaikan.

Tabel 2. Pengujian arrester menggunakan thermovisi pada minggu ke-2 dan ke-4 bulan Juli 2019

No.	URAIAN	Suhu (°C)			Suhu (°C)		
		Minggu ke-2			Minggu ke-4		
		R	S	T	R	S	T
1	Dead End Clamp line	32,0	35,6	35,8	32,0	35,6	35,8
2	Konduktor Dead End Clamp line	23,6	30,3	27,3	23,6	30,3	27,3
3	Klem Junction Konduktor Atas	37,4	40,8	37,2	37,4	40,8	37,2
4	Konduktor Klem Junction Atas	25,7	26,7	25,0	25,7	26,7	25,0
5	Klem Junction Konduktor LA	37,1	38,0	38,3	37,1	38,0	38,3
6	Konduktor Junction Konduktor LA	36,5	35,5	33,0	36,5	35,5	33,0
7	Konduktor LA	35,7	38,1	37,2	35,7	38,1	37,2
8	Klem LA	34,7	35,9	38,4	34,7	35,9	38,4
9	Isolator LA Atas	39,3	42,5	42,7	39,3	42,5	42,7
10	Isolator LA Tengah	38,8	40,8	41,6	38,8	40,8	41,6
11	Isolator LA Bawah	39,1	41,5	43,1	39,1	41,5	43,1
12	Kawat Ground LA	31,4	35,9	36,7	31,4	35,9	36,7

Setelah pengecekan suhu panas pada minggu ke-2 dan ke-4, selanjutnya adalah menghitung selisih suhu Antar Fase (Δt) yang bertujuan untuk menghindari terjadinya arus hubung singkat antar fase. Perhitungan dilakukan dengan membandingkan fase yaitu antara fase R dengan S, fase S dengan T, dan fase T dengan R. Perhitungan yang akan dipaparkan pada pembahasan ini hanya untuk dua peralatan yakni *Dead End Clamp Line* dan Konduktor *Dead End Clamp Line*. Untuk hasil perhitungan Δt dan justifikasi berdasarkan Standar NETA MTS-1997(Tabel 1.) dari semua peralatan yang telah dicek, secara lengkap dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan selisih suhu antar fase (Δt) pada minggu ke-2 dan ke-4 bulan Juli 2019

No.	URAIAN	Suhu (°C)			Kondisi		
		Minggu ke-2 dan ke-4			R	S	T
		R	S	T			
1	Dead End Clamp line	5,6	0,2	3,8	II	N	II
2	Konduktor Dead End Clamp line	6,7	3	3,7	II	II	II
3	Klem Junction Konduktor Atas	3,4	3,5	0,1	II	II	N
4	Konduktor Klem Junction Atas	1	1,7	0,7	I	I	N
5	Klem Junction Konduktor LA	0,9	0,3	1,2	N	N	I
6	Konduktor Junction Konduktor LA	1	2,5	3,5	I	I	II
7	Konduktor LA	2,4	0,9	1,5	I	N	I
8	Klem LA	1,2	2,5	3,5	I	I	I
9	Isolator LA Atas	3,2	2,5	3,7	I	N	I
10	Isolator LA Tengah	2	0,8	3,4	I	N	I
11	Isolator LA Bawah	2,4	1,6	4	I	N	II
12	Kawat Ground LA	4,5	0,8	5,3	II	N	II

Berdasarkan perhitungan pada table 3 di atas diperoleh bahwa pengecekan *dead end clamp line* dikategorikan dalam kondisi normal, dimana fase R-S dan T-R mengindikasikan adanya defisiensi, dan perlu dijadwalkan perbaikan, sedangkan konduktor *dead end clamp line* juga dikategorikan dalam kondisi

norml, dan fase R-S, S-T dan T-R mengindikasikan adanya jadwal perbaikan, sementara pada klem dan konduktor ada beberapa selisih fase yang dikategorikan penjadwalan perbaikan dan ada beberapa berada pada kondisi normal. Sementara Isolator, diukur pada bagian atas, tengah dan bawah, setelah dihitung selisih suhunya fase R-S dan pada T-R masih perlu diinvestigasi dan jadwal perbaikan sedangkan pada S-T dalam keadaan normal. Dan terakhir pengecekan kawat ground LA, suhunya dikategorikan pada keadaan normal dan selisih suhu antar fase S-T dalam keadaan normal, sedangkan fase R-S dan T-R mengindikasikan jadwal perbaikan. Berdasarkan pengujian di atas tidak ada peralatan yang berada pada kondisi berbahaya.

4. KESIMPULAN

Pengukuran suhu panas (*Hot point*) pada peralatan dengan menggunakan thermovisi, pertama-tama adalah mempersiapkan thermovisi terlebih dahulu dengan memasukkan baterai yang telah dicas dan kartu memori pada slot memori, selanjutnya menekan tombol untuk menyalakan kamera dan menunggu sampai proses *Start up*. Memilih alat yang akan diukur suhunya, mengarahkan thermovisi ke objek yang akan diamati suhunya, seperti konduktor dan klem pada panel. Kemudian mengatur fokus dengan memutar fokus ring, menekan tombol *save* atau simpan gambarmenggunakan kabel *USB* untuk mengkoneksikan dengan komputer melalui *software flir tools*. Suhu panas peralatan Arrester pada Bay Indarung 1 Gardu Induk Pauh Limo masih berada pada kondisi normal dimana suhunya berkisar antara 20°C - 43°C. namun perlu perhatian untuk rencana perbaikan. Selisih suhu antar fase peralatan Arrester pada Bay Indarung 1 Gardu Induk Pauh Limo tidak ada yang mencapai kondisi III, namun ada terdapat kondisi I sehingga perlu dilakukan investigasi dan rencana perbaikan, untuk menghindari terjadinya hubung singkat antar fase (R,S,T).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yusmartato, dkk. Pembangunan Gardu Induk 150 kV di Desa Parbaba Dolok Kecamatan Pangururan Kabupaten Samosir. *Journal of Electrical Technology*, Vol. 2, No. 3, Oktober 2017.
- [2] Marsudi Ditjeng. *Operasi Sistem Tenaga Listrik*. Jakarta: Erlangga, 2006.
- [3] Hakim, Fahreza Abi. 2018. "Analisis Kinerja Surge Arrester Terhadap Kenaikan Tegangan Akibat Sambaran Petir Di Saluran Overhead Contact System (OCS) Kereta Rel Listrik 1500 Volt". Universitas Lampung, Fakultas Teknik. 2018.
- [4] Avryansyah Akbar, Airlangga. 2013. *Pemeliharaan Lightning Arrester (LA) Pada Gardu Induk Krapyak 150 Kv Pt. Pln (Persero) P3b Jawa – Bali App Semarang*". <https://anzdoc.com/pemeliharaan-lightning-arrester-la-pada-gardu-induk-krapyak-.html>.
- [5] <https://www.bloglistrik.com/2016/07/lightning-arrester-la.html>. Diakses pada Agustus 2019.
- [6] PT. PLN (PERSERO), 2014. *Himpunan Buku Pedoman Pemeliharaan Primer Gardu Induk*. No. 0520-2.K/DIR/2014. Jakarta.
- [7] Tobing, L. B. 2003 a. *Peralatan Tegangan Tinggi*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- [8] Hajar, Ibnu. Kajian Pemasangan Lightning Arrester Pada Sisi Hv Transformator Daya Unit Satu Gardu Induk Teluk Betung. *Jurnal Ilmiah Energi dan Kelistrikan*, Vol. 9 No. 2, 2017.
- [9] Putra, R. "Thermovisi Dalam Melihat Hot Point Pada Gardu Induk 150 Kv Palur". Universitas Muhammadiyah Surakarta, Program Studi Teknik Elektro. 2018.
- [10] Putra, Julda. "Analisis Pemeliharaan dan Penempatan Lightning Arrester Bay Bawen 2 Gardu Induk 150 kV Klaten. Universitas Muhammadiyah Surakarta. 2019.