



Implementasi Predictive Maintenance Menggunakan Metode *Infrared Thermography* Pada Peralatan Listrik di PT Pertamina Hulu Mahakam

Aji Sayuthi Ramadhan^{1*}, Mad Yusup², Diyaa Aaisyah Salmaa Putri Atmaja³

^{1,2,3} Universitas Nahdlatul Ulama Kalimantan Timur, Indonesia

Email : aji.sayuthi16@gmail.com¹, madyusup0906@gmail.com²

Alamat: Jl. KH. Harun Nafsi, Samarinda 75131, Indonesia

Korespondensi penulis: madyusup0906@gmail.com

Abstract. Predictive Maintenance is a maintenance activity that focuses on monitoring equipment conditions in real-time and analyzing data to predict potential failures before they occur, allowing repairs to be made in a timely manner before major damage occurs. One of the methods used in predictive maintenance is "Infrared Thermography" or use of technology thermal imaging technology. In the context of predictive maintenance, thermography can be used to identify problems that are not visible to the naked eye, such as poor electrical connections, excessive heat buildup, or damage to components that cause heat leakage. The purpose of this study was to determine the implementation of Predictive Maintenance with Infrared Thermography method on electrical equipment at PT PHM. The method used in this research is the observation method with primary and secondary data collection. The results showed that the implementation of predictive maintenance with the Infrared Thermography method on electrical equipment and systems at PT PHM was effective in helping the company avoid unnecessary costs and improve operational efficiency. Predictive maintenance allows companies to perform maintenance to identify potential damage before it occurs and can take preventive action so as to reduce repair costs, and operational productivity.

Keywords: Predictive Maintenance, Infrared Thermography, Thermal Imaging Technology, Electrical Equipment Monitoring, Preventive Action and Cost Efficiency

Abstrak. Perawatan Prediktif adalah kegiatan pemeliharaan yang berfokus pada pemantauan kondisi peralatan secara real-time dan menganalisis data untuk memprediksi potensi kerusakan sebelum terjadi, sehingga perbaikan dapat dilakukan tepat waktu sebelum terjadi kerusakan besar. Salah satu metode yang digunakan dalam perawatan prediktif adalah "Termografi Inframerah", yaitu penggunaan teknologi pencitraan termal. Dalam konteks perawatan prediktif, termografi dapat digunakan untuk mengidentifikasi masalah yang tidak terlihat oleh mata telanjang, seperti sambungan listrik yang buruk, penumpukan panas berlebih, atau kerusakan komponen yang menyebabkan kebocoran panas. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penerapan metode Perawatan Prediktif dengan Termografi Inframerah pada peralatan listrik di PT PHM. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode observasi dengan pengumpulan data primer dan sekunder. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan perawatan prediktif dengan metode Termografi Inframerah pada peralatan dan sistem kelistrikan di PT PHM efektif dalam membantu perusahaan menghindari biaya yang tidak perlu dan meningkatkan efisiensi operasional. Perawatan prediktif memungkinkan perusahaan untuk melakukan pemeliharaan guna mengidentifikasi potensi kerusakan sebelum terjadi dan dapat mengambil tindakan pencegahan sehingga dapat mengurangi biaya perbaikan dan meningkatkan produktivitas operasional.

Kata kunci: Efisiensi Operasional dan Biaya, Perawatan Prediktif, Termografi Inframerah, Pencitraan Termal, Pemantauan Peralatan Listrik.

1. LATAR BELAKANG

Industri migas dan sektor lainnya yang bergantung pada peralatan teknis dan mesin-mesin industri, menghadapi tantangan besar dalam menjaga performa dan keandalan alat-alat tersebut. Kerusakan atau kegagalan mesin dapat menimbulkan kerugian besar baik dari segi biaya perbaikan maupun kerugian operasional akibat downtime yang terjadi. Oleh karena itu, pemeliharaan yang efisien dan tepat waktu sangat penting untuk menjaga kelangsungan produksi dan menghindari kerugian besar. Salah satu pendekatan yang berkembang untuk meningkatkan efektivitas pemeliharaan adalah *Predictive Maintenance* (Pemeliharaan Prediktif). Pemeliharaan prediktif berfokus pada pemantauan kondisi peralatan secara real-time dan menganalisis data untuk memprediksi potensi kegagalan sebelum terjadi, sehingga memungkinkan perbaikan dilakukan secara tepat waktu sebelum kerusakan besar terjadi. Dengan menggunakan teknologi ini, perusahaan dapat mengurangi biaya pemeliharaan, mengoptimalkan kinerja peralatan, dan memperpanjang umur peralatan. Salah satu metode yang digunakan dalam pemeliharaan prediktif adalah “Infrared Thermography” atau penggunaan teknologi pencitraan termal. Thermography mengacu pada teknik pemantauan suhu menggunakan kamera termal untuk mendeteksi perubahan suhu pada komponen atau peralatan. Dalam konteks pemeliharaan prediktif, thermography dapat digunakan untuk mengidentifikasi masalah yang tidak terlihat dengan mata telanjang, seperti hubungan listrik yang buruk, penumpukan panas berlebihan, atau kerusakan pada komponen yang menyebabkan kebocoran panas. Kelebihan utama penggunaan thermography adalah kemampuannya untuk melakukan inspeksi non-destructif, yaitu tanpa merusak atau mengganggu operasional alat yang sedang diperiksa. Selain itu, penggunaan kamera termal juga memungkinkan untuk melakukan pemeriksaan secara lebih cepat dan efisien, dengan hasil yang dapat dianalisis lebih lanjut untuk mengidentifikasi potensi kegagalan pada tahap awal. Dengan demikian, thermography menjadi alat yang sangat berguna dalam mengimplementasikan strategi pemeliharaan prediktif di berbagai sektor industri. Hasil penelitian Steven Lourensius dkk (2023) tentang implementasi *predictive maintenance* untuk mesin pengupas buah pinang dengan mikrokontroller menunjukkan bahwa program dapat mendeteksi kerusakan pada mesin. Kemudian penelitian Bagus Sajiwo dkk (2023) tentang prediksi sisa hidup kegunaan (RUL) pada *Jet Engine* sebagai upaya *predictive maintenance* berbasis *machine learning* yang menyatakan bahwa *predictive maintenance* dapat memberikan manfaat pada pembelajaran mesin dalam meningkatkan efisiensi pesawat. Disusul penelitian Imam Sodikin dkk (2024) tentang penjadwalan perawatan mesin dengan metode *preventive maintenance & predictive maintenance* di PT.PLN Mgasohi ,yang memberikan rekomendasi

untuk kebijakan *preventive maintenance* dilakukan setiap 5 bulan sekali dan untuk *predictive maintenance* dilakukan melalui *vibrasi*, *tribologi* dan *wear debris*. Penelitian Ranggi Tino Fambudi dkk, (2024) tentang perawatan prediktif AC menggunakan machine learning yang menyatakan bahwa perawatan preventif dan predictif diperlukan untuk mengidentifikasi langkah-langkah yang diperlukan teknisi sebelum kerusakan AC memburuk. Pertamina Hulu Mahakam merupakan salah satu perusahaan yang bergerak pada bidang pertambangan gas dan minyak bumi pada daerah delta mahakam Kalimantan Timur seperti *Central Processing Area* (CPU) Tambora. Penelitian ini di lakukan untuk mendalami pentingnya Prediktif Maintenance dengan metode *Thermography Inspection* yang dilakukan di wilayah kerja Pertamina Hulu Mahakam khususnya CPU Tambora. Berdasarkan beberapa kejadian kegagalan peralatan dan kerugian operasional khususnya dari peralatan listrik di CPU Tambora. Berdasarkan uraian di atas maka peneliti berfokus pada pembahasan mengenai “Implementasi *Prediktif Maintenance* dengan metode *Thermography Inspection* pada sistem kelistrikan di wilayah kerja CPU Tambora PT. Pertamina Hulu Mahakam“.

2. KAJIAN TEORITIS

Pemeliharaan (maintenance) adalah kombinasi dari semua Tindakan teknis, administratif dan manajerial terhadap suatu komponen, selama daur hidupnya, untuk mempertahankan atau mengembalikan kedudukannya pada posisi dimana komponen tersebut mampu melaksanakan fungsi-fungsi yang diperlukan” (EN 13306:2001 Maintenance terminology). PEMELIHARAAN TERENCANA Pemeliharaan terencana terdiri dari 3 macam:

1. Pemeliharaan pencegahan (preventive maintenance - PM) adalah kegiatan pemeliharaan yang dilakukan pada selang waktu yang ditentukan sebelumnya.
2. Pemeliharaan perbaikan (corrective maintenance – CM) adalah pemeliharaan yang dilakukan untuk memperbaiki suatu bagian termasuk penyetelan dan reparasi yang telah terhenti untuk memenuhi suatu kondisi yang bisa diterima.
3. Pemeliharaan prediksi (predictive maintenance) adalah pemeliharaan pencegahan yang diarahkan untuk mencegah kegagalan suatu sarana dan dilaksanakan dengan memeriksa mesin-mesin tersebut pada selang waktu yang teratur dan ditentukan sebelumnya, pelaksanaan tingkat reparasi selanjutnya tergantung pada apa yang ditemukan selama pemeriksaan.

3. METODE PENELITIAN

Predictive Maintenance adalah aktivitas *maintenance* yang diarahkan untuk mendeteksi apakah suatu *equipment* mengalami degradasi dan memperkirakan umur produktifnya. Keuntungan Penerapan *Predictive Maintenance* antara lain :mengurangi biaya perawatan (50 – 80 %), mengurangi *breakdown equipment* (50 – 60 %), mengurangi inventory suku cadang (20 – 30 %), mengurangi *downtime equipment* (50 – 80 %), mengurangi upah untuk lembur (20 -50 %), meningkatkan umur peralatan (20 -40 %), meningkatkan produktivitas (20 – 30 %), meningkatkan laba perusahaan (25 – 60 %).

Prinsip kerja dari *infrared thermography* adalah memantau emisi energi infrared yang berasal dari peralatan , struktur dan sistem, sehingga dapat diketahui adanya ketidaknormalan pada peralatan, struktur atau sistem tersebut. Peralatan yang sudah beroperasi cukup lama dimungkinkan akan terjadinya proses penuaan yang ditandai dengan degradasi material yang tidak bisa dihindari, namun masih dapat dikendalikan.

Pada fasilitas kelistrikan, proses degradasi material dapat menyebabkan terjadinya perubahan sifat konduktor listrik. Dengan naiknya tahanan listrik, maka arus yang mengalir menjadi terhambat. Akibatnya efek *Joule* menghasilkan panas *disipasi* berlebihan. Sehingga temperatur operasi meningkat maka umur pengoperasian suatu komponen berkurang.

Pemanfaatan teknik *infrared thermography* adalah suatu sistem pemeriksaan NDT (*Non Destructive Test*) dengan menggunakan kamera infra merah untuk memeriksa peralatan listrik dan mekanik. Pemeriksaan menggunakan teknik thermography inframerah memiliki kelebihan yaitu dapat melakukan pemeriksaan tanpa kontak langsung dengan obyek tetapi bekerja dengan cara mendeteksi pancaran radiasi panas peralatan sehingga tidak perlu mematikan operasi peralatan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tujuan utama dari pemeriksaan infrared adalah mendeteksi secara dini adanya gejala kerusakan pada peralatan-peralatan M.E (*Mechanical & Electrical*) sehingga dapat mencegah terjadinya kerusakan yang lebih parah, baik pada peralatan tersebut atau pada rangkaian/sistem secara keseluruhan. Dengan memantau temperatur pada saat peralatan beroperasi kemudian dibandingkan dengan suhu operasi normalnya, sehingga dapat menentukan ada tidaknya penyimpangan (*overheating*) yang terjadi pada peralatan tersebut.

Waktu pemeriksaan di PT PHM dilakukan satu tahun sekali karena instalasi yang beban operasinya relatif stabil. Pemeriksaan *infrared* dapat dilakukan pada lingkungan *explosive* karena tidak menyentuh dan tidak menimbulkan effek negatif pada peralatan yang diperiksa

serta aman terhadap kesehatan operator karena tidak memancarkan sinar inframerah atau gelombang elektromagnetis lainnya, melainkan menyerap sinar inframerah yang membawa radiasi panas dari peralatan yang sedang beroperasi.

Pemeriksaan *infrared* dapat memberikan gambaran arus listrik pada kabel ke beban, yang mengalami penurunan tegangan dan atau energi dalam bentuk panas sehingga terjadi degradasi penghantar. Panas yang terjadi di dalam kabel dengan isolasi jenis Polivinil klorida (PVC), suhu konduktor maksimum yang diizinkan 70 °C pada konduktor. Berikut adalah gambar hasil pengambilan data menggunakan *thermal imager*:



Gambar 1. Hasil Pengambilan Gambar dengan *Thermal Imager*

Berikut adalah tabulasi data *thermal* pada panel listrik:

Tabel 1. Data Hasil Thermography

NO	Panel	Suhu		Keterangan
		Min.	Maks.	
1	60 CTP 01	32.5	53	Normal
2	60 CTP 02	29	55.1	Normal
3	60 HP 21	31	50	Normal
4	60 HP 22	30.7	55.2	Normal
5	60 HP 23	29	54	Normal
6	60 LP 21	30.1	57.1	Normal
7	60 LP 22	28.3	59.2	Normal
8	60 LP 23	29.5	57.3	Normal
9	60 LPE 21	29.4	54.6	Normal
10	60 LPE 22	28.9	53.7	Normal
11	60 LPE 23	29.4	56.7	Normal
12	LV DB 21	28.9	57.8	Normal

13	LV DB 22	29.1	59.0	Normal
14	LV DB 23	29	57.0	Normal
15	LV DB 24	30.1	59.3	Normal
16	LV SB 03	29.3	60.0	Normal
17	SBG SB 03	28.0	51.0	Normal
18	TR 03 A	28.9	49.9	Normal
19	TR 03 B	28.9	48.9	Normal
20	TR 60 LP 21	32.3	65.5	Normal
21	TR 60 LP 22	33.8	67.0	Normal
22	TR 60 LP 23	35.0	70.0	Normal

Dari data tabel 1. didapatkan hasil thermogrphy dimana semua peralatan yang dipantau tidak ditemukan anomali atau kelebihan panas sesuai dengan standard (*Standard for Infrared Inspection of Electrical System*). Meskipun tidak ada temuan *Infrared Thermography* tetap diperlukan untuk pencegahan sebelum peralatan atau sistem kelistrikan mengalami masalah.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Implementasi *predictive maintenance* dengan metode *Infrared Thermography* pada peralatan dan system kelistrikan di PT. PHM berhasil dan efektif dalam membantu perusahaan untuk menghindari biaya yang tidak perlu dan meningkatkan efisiensi operasional. *Predictive maintenance* memungkinkan perusahaan melakukan perawatan berdasarkan prediksi kondisi komponen, sehingga dapat mengurangi frekuensi kerusakan dan downtime.

Penelitian ini juga menunjukkan bahwa *predictive maintenance* memberikan keuntungan dalam perencanaan dan pelaksanaan perawatan dan dapat mengidentifikasi potensi kerusakan sebelum terjadi serta mengambil tindakan preventif tepat. Hal ini tidak hanya mengurangi biaya perbaikan, tetapi juga meningkatkan produktivitas operasional

DAFTAR REFERENSI

- Anonim. (n.d.). *Presentation notes & course handouts infrared thermography level 1*. Infrared Training Center.
- Fambudi, R. T., & dkk. (2024). Perawatan prediktif AC menggunakan machine learning. *Jurnal Penerapan Sistem Informasi (Komputer & Manajemen)*.
- Lourencias, S., & dkk. (2023). Implementasi predictive maintenance untuk mesin pengupas buah pinang dengan mikrokontroler. *Industrial Engineering and Management System*.
- Mobley, R. K. (1990). *An introduction to preventive maintenance*. Van Nostrand Reinhold.
- Paid, A., & dkk. (2017). Pemanfaatan thermografi inframerah dalam pemeliharaan instalasi listrik fasilitas sarana dukung instalasi elemen bakar eksperimental.
- PT Pertamina Hulu Mahakam. (2024, December 17). *Diambil kembali dari <https://phm.id/tentang-kami>*
- Sajiw, B., & dkk. (2023). Prediksi sisa hidup kegunaan (RUL) pada jet engine sebagai upaya predictive maintenance berbasis machine learning. *Jurnal Teknik Mesin*.
- Smith, J., & Tan, L. (2021). Thermal imaging and predictive maintenance: A comprehensive review. *International Journal of Industrial Applications*, 18(2), 55–67.
- Sodikin, I., & dkk. (2024). Penjadwalan perawatan mesin dengan metode preventive maintenance & predictive maintenance. *Jurnal Tekstil (JUTE)*.
- Yuliana, R., & Prasetyo, A. (2022). Efektivitas penggunaan infrared thermography dalam deteksi dini kerusakan motor listrik. *Jurnal Energi dan Teknologi*, 11(1), 12–20.