

Analisis Preventive Maintenance Motor Condensate Extraction Pump 10,5kv Unit 6 di PT PLN Indonesia Power UBP Suralaya

Sandi Rahyadi*, Desmira Desmira

Pendidikan Vokasional Teknik Elektro, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Jl. Ciwaru Raya, Cipare, Kec. Serang, Kota Serang, Banten 42117, Indonesia

E-mail: 2283230011@untirta.ac.id*

Abstract

This study analyzes preventive maintenance on the Condensate Extraction Pump (CEP) 10.5 kV Unit 6 motor at PT. PLN Indonesia Power UBP Suralaya. The aim is to evaluate the working condition of the motor by measuring winding temperature, Bearing temperature, and vibration as key indicators of its performance. The study was conducted through direct observation, interviews with technicians, reviewing reference books, and analyzing measurement data using a thermogun and vibration meter. The results show that the winding temperature ranged from 41°C to 52°C (maximum limit 110°C), Bearing temperature ranged from 38°C to 53°C (maximum limit 90°C), and vibration ranged from 0.35 to 0.60 mm/s, well below the maximum threshold of 2.8 mm/s according to SNI ISO 10816-3:2011. The error percentage for these three parameters was below 4%, indicating that the motor operates in a stable and efficient condition. Thus, the implementation of preventive maintenance.

Keywords: *Condensate Extraction Pump, Three-Phase Induction Motor, Preventive Maintenance, Temperature, Vibration*

Abstrak

Penelitian ini menganalisis preventive maintenance pada motor Condensate Extraction Pump (CEP) 10,5 kV Unit 6 di PT. PLN Indonesia Power UBP Suralaya. Tujuannya adalah mengevaluasi kondisi bekerja motor dengan mengukur temperatur belitan, temperatur Bearing, dan getaran (vibrasi) sebagai tanda utama kinerjanya. Penelitian dilakukan dengan cara mengamati langsung, wawancara oleh teknisi, membaca buku referensi, serta menganalisis data hasil pengukuran menggunakan alat thermogun dan vibration meter. Hasil menunjukkan temperatur belitan berkisar antara 41°C hingga 52°C (batas maksimum 110°C), temperatur Bearing berkisar antara 38°C hingga 53°C (batas maksimum 90°C), dan getaran (vibrasi) berkisar antara 0,35 hingga 0,60 mm/s, yang jauh di bawah ambang batas maksimum 2,8 mm/s sesuai SNI ISO 10816-3:2011. Persentase error untuk ketiga parameter tersebut berada di bawah 4%, yang menunjukkan motor bekerja dalam kondisi stabil dan efisien. Dengan demikian, penerapan preventive maintenance terbukti efektif dalam menjaga kinerja sistem dan memperpanjang masa pakai motor.

Kata kunci: *Condensate Extraction Pump, Motor Induksi Tiga Fasa, Preventive Maintenance, Temperatur, Vibrasi*

1. Pendahuluan

Kebutuhan energi listrik akan terus meningkat seiring dengan perkembangan zaman, pertumbuhan penduduk, dan meningkatnya aktivitas manusia. Energi listrik kini menjadi bagian yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari, baik untuk sektor rumah tangga, industri, maupun layanan publik. Selain itu, tingkat konsumsi listrik juga menjadi salah satu

indikator kemajuan suatu wilayah, karena semakin berkembang suatu daerah maka semakin tinggi pula kebutuhan energinya [1].

PT. PLN Indonesia Power UBP Suralaya merupakan salah satu pusat pembangkit listrik terbesar milik PLN Indonesia Power, berupa Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang berlokasi di sekitar Pulau Jawa. Perusahaan ini bertujuan membangkitkan energi listrik sebesar-besarnya guna memenuhi kebutuhan listrik

nasional, khususnya di wilayah Jawa -Madura-Bali, dengan kapasitas total mencapai 3.400 MW yang dihasilkan dari tujuh unit pembangkit. Salah satu komponen utamanya adalah generator yang terhubung ke turbin, di mana energi kinetik dari uap panas digunakan untuk memutar turbin. Bahan bakar yang digunakan seperti batu bara (padat), minyak (cair), atau gas dikonversikan menjadi energi listrik [2].

Dalam sistem pembangkit PLTU, salah satu komponen penting yang berperan dalam menjaga proses konversi energi adalah *Condensate Extraction Pump* (CEP). CEP adalah pompa yang digunakan untuk mengalirkan air hasil kondensasi menuju ke deaerator agar bisa digunakan kembali dalam siklus pembangkitan uap. Pompa ini berfungsi untuk menaikkan tekanan air kondensat karena air dari kondensor memiliki tekanan yang sangat rendah. Dengan bantuan CEP, air tersebut dapat dipompa ke tingkat yang lebih tinggi sehingga proses pembangkitan listrik dapat berlangsung terus menerus secara efisien [3].

Preventive Maintenance adalah cara merawat mesin atau peralatan secara teratur dan terencana agar tidak terjadi kerusakan tiba-tiba yang bisa mengganggu proses produksi. Dalam penerapannya, *Preventive Maintenance* melibatkan kegiatan seperti pemeriksaan rutin, memberi pelumas, membersihkan, mengganti bagian yang mulai rusak, serta melakukan penyesuaian kecil sebelum kerusakan besar terjadi [4]. Selain menjaga mesin tetap dalam kondisi siap pakai, *Preventive Maintenance* juga membantu mengurangi biaya pemeliharaan secara keseluruhan karena mengurangi kerusakan besar, memperpanjang usia mesin, dan menghindari gangguan operasional yang tidak terduga [5]. *Preventive Maintenance* biasanya dilakukan berdasarkan jadwal waktu tertentu, atau berdasarkan usia komponen, atau berdasarkan kondisi mesin jika ada data kondisi yang tersedia. Jika *Preventive Maintenance* dilaksanakan tepat waktu dan sesuai jadwal, maka kinerja mesin meningkat, ketersediaan alat tetap terjaga, serta produktivitas perusahaan juga meningkat [6].

Motor listrik tiga fasa adalah salah satu jenis motor induksi yang sering digunakan dalam peralatan industri yang membutuhkan tenaga mekanik, seperti gerakan putaran motor [7]. Motor induksi adalah perangkat listrik yang berfungsi mengubah energi listrik menjadi energi mekanik dalam bentuk gerakan berputar pada porosnya. Jenis motor ini termasuk dalam kategori motor arus bolak-balik (AC). Secara umum, motor AC dibagi menjadi dua tipe utama,

yaitu motor sinkron dan motor asinkron. Motor induksi termasuk dalam tipe asinkron, yang berarti kecepatan putaran rotor tidak sama dengan kecepatan medan magnet pada bagian stator. Perbedaan kecepatan antara putaran rotor dan medan magnet ini disebut slip. Pengendalian kecepatan pada motor induksi tiga fasa. Saat ini, motor listrik yang paling umum digunakan di dunia industri adalah motor induksi karena karakteristiknya yang tidak memerlukan alat penggerak tambahan (*self-starting motor*), tidak memiliki komutator dan sikat arang [8]. Kelebihan motor induksi tiga fasa adalah harganya yang lebih ekonomis, menggunakan konstruksi yang tahan lama dan memiliki efisiensi tinggi [9]. Sementara itu, kelemahan dari motor induksi tiga fasa adalah kecepatan putar motor tergantung pada beban dan arus pada saat *startup* yang tinggi [10].

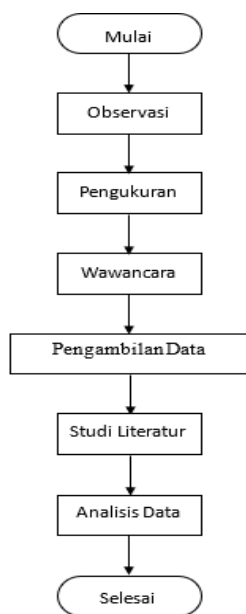
Pompa adalah alat yang digunakan untuk memindahkan cairan dari satu tempat ke tempat lain. Pompa bekerja dengan cara mengubah energi mekanik menjadi energi kinetik. Energi mekanik ini digunakan untuk meningkatkan kecepatan, tekanan, atau ketinggian cairan. Pompa bekerja berdasarkan perbedaan tekanan antara saluran masuk dan saluran keluar. Dengan energi kinetik yang dihasilkan, pompa dapat menggerakkan cairan dan mengatasi hambatan yang ada di sepanjang jalur [11].

Dalam penelitian ini, penulis bertujuan untuk menganalisis kegiatan *Preventive Maintenance* pada motor *Condensate Extraction Pump* (CEP) 10,5kV Unit 6 di PT. PLN Indonesia Power UBP Suralaya. Kegiatan pemeliharaan ini mencakup beberapa aspek pemeriksaan, antara lain pemeriksaan temperatur dan pemeriksaan vibrasi motor, yang digunakan sebagai indikator kondisi kinerja motor.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang akurat mengenai kondisi operasional motor *Condensate Extraction Pump* (CEP) berdasarkan hasil pemeriksaan temperatur dan vibrasi. Selain itu, hasil analisis ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam pengambilan keputusan terhadap langkah pemeliharaan preventif (*preventive maintenance*) yang tepat, guna menjaga keandalan, efisiensi, serta kontinuitas operasi sistem pembangkitan listrik di PT. PLN Indonesia Power UBP Suralaya secara menyeluruh.

2. Metodologi

Penelitian ini menggunakan beberapa metode pengumpulan data, seperti observasi, pengukuran, wawancara, pengambilan data, studi literatur, dan analisis data. Semua langkah dalam penelitian tersebut ditampilkan dalam bentuk diagram alur kegiatan (*flowchart*) yang menjelaskan proses penelitian secara terstruktur. Diagram ini bertujuan untuk memudahkan pembaca memahami tahapan penelitian dan memberikan gambaran visual yang singkat serta mudah dipahami.



Gambar 1. Flowchart Metode Penelitian

Teknik yang digunakan untuk mengumpulkan data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Observasi

Metode ini dilakukan dengan mengamati langsung motor *Condensate Extraction Pump* (CEP), yaitu motor induksi tiga fasa yang berfungsi mengalirkan air kondensasi ke deaerator di Unit 6 PT. PLN Indonesia Power UBP Suralaya. Fokus pengamatan adalah pengumpulan data spesifikasi motor serta pengukuran suhu dan getaran secara langsung menggunakan alat *thermogun* dan *vibration meter*. Dengan memantau suhu dan getaran pada motor induksi CEP, peneliti dapat mendeteksi dan mengidentifikasi adanya gangguan atau masalah yang mungkin terjadi saat operasi berlangsung.

2. Wawancara

Aktivitas ini bertujuan untuk mengumpulkan informasi yang tidak bisa didapat langsung melalui pengamatan di lapangan, sehingga peneliti bisa melengkapi data yang sudah diperoleh dari pengamatan sebelumnya. Setelah data terkumpul, selanjutnya dilakukan analisis untuk dijadikan dasar dalam menyusun metode pengumpulan data yang lebih efektif. Selain itu, juga dilakukan wawancara dengan teknisi dan supervisor yang memiliki pengalaman langsung dalam mengoperasikan motor *Condensate Extraction Pump* (CEP). Tujuan wawancara ini adalah agar peneliti memperoleh pemahaman yang lebih dalam mengenai cara mengukur suhu dan getaran pada motor CEP.

3. Studi Literatur

Kegiatan ini bertujuan untuk memperoleh data yang digunakan sebagai pembanding antara kondisi lapangan dengan teori yang diperoleh dari berbagai sumber, seperti buku dan artikel jurnal. Pengumpulan informasi dilakukan melalui studi literatur yang membahas analisis *preventive maintenance* pada motor *Condensate Extraction Pump* (CEP).

3. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran pada motor induksi tiga fasa dengan tegangan 10,5kV yang berfungsi untuk menggerakkan *Condensate Extraction Pump* (CEP) di PT. PLN Indonesia Power UBP Suralaya. Berikut ini merupakan gambar motor CEP.



Gambar 2. Motor *Condensate Extraction Pump* 10,5kV

(Sumber : PT. PLN Indonesia Power UBP Suralaya)

Berikut ini merupakan spesifikasi motor *Condensate Extraction Pump*. Motor ini menggunakan jenis motor induksi tiga fasa yang

berfungsi untuk menggerakkan serta mengalirkan air kondensasi menuju deaerator pada Unit 6 PT. PLN Indonesia Power UBP Suralaya.

Tabel 1.

Spesifikasi Motor *Condensate Extraction Pump* 10,5kV

SPESIFIKASI	KETERANGAN
Volts	10000 V
AMPS	144.5 A
HP	2850 Watt
KW	2126000 W/2,26 MW
Frequency	50 Hz
RPM	1489
Type	VTFL0A
Code	E
Temperature Rise	80 °C
Power Factor	0.898
Weight	18045 Kgs
Poles	4
S.F	1.0
Start Current	535%

Setelah mengetahui spesifikasi motor *condensate extraction pump* (CEP) dengan tegangan 10,5 kV, langkah selanjutnya adalah melakukan pengukuran menggunakan *thermogun* dan *vibration meter* untuk mengetahui suhu *Bearing*, suhu belitan, serta tingkat getaran motor.

Tabel 2.

Hasil Pengukuran Temperatur Belitan dan *Bearing* Motor CEP

TANGGAL	TEMPERATUR BELITAN				TEMPERATUR BEARING		
	MAX	R	S	T	MAX	DE	NDE
03/07/2025	110°	42	41	41	90°	38	44
08/07/2025	110°	49	49	49	90°	40	49
14/07/2025	110°	47	48	46	90°	42	52
22/07/2025	110°	51	52	52	90°	44	53
28/07/2025	110°	48	48	48	90°	42	52

Tabel 2 menunjukkan hasil pengukuran suhu yang dilakukan pada motor *Condensate Extraction Pump* (CEP) 10,5kV di PT. PLN Indonesia Power UBP Suralaya, diperoleh data seperti yang tercantum dalam Tabel 2. Pengukuran dilakukan secara berkala pada periode tanggal 3 Juli hingga 28 Juli 2025, dengan parameter utama meliputi suhu belitan pada fasa R, S, dan T, serta suhu *Bearing* pada sisi *Drive End* (DE) dan *Non-Drive End* (NDE).

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa suhu maksimum belitan berada dalam rentang 110°C, dengan suhu aktual untuk masing-masing fasa berkisar antara 41°C hingga 52°C. Angka-angka tersebut masih di bawah batas maksimum yang ditetapkan oleh standar IEC 60034-1 dan SNI IEC 60034-1:2014, yaitu 130°C untuk kelas isolasi B

Sementara itu, pengukuran tegangan tiga fasa (R–S–T) dan arus tiga fasa (R–S–T) dilakukan dengan membaca nilai yang ditampilkan pada panel *display* berjenis Multilin.

Adapun hasil pengukuran yang dilakukan secara langsung di lapangan pada motor *Condensate Extraction Pump* (CEP) diperoleh melalui serangkaian pengujian terhadap parameter utama motor. Data hasil pengukuran tersebut kemudian digunakan untuk menganalisis kondisi kinerja motor serta membandingkannya dengan standar operasional yang berlaku. Selain itu, data hasil pengukuran tersebut nantinya digunakan sebagai dasar dalam menganalisis *preventive maintenance* terhadap kinerja motor dengan menggunakan rumus persentase *error*, serta untuk membandingkannya dengan standar operasional yang berlaku di PT. PLN Indonesia Power UBP Suralaya. Melalui proses analisis ini, dapat diketahui apakah motor beroperasi dalam kondisi normal atau memerlukan tindakan perawatan lebih lanjut guna menjaga keandalan dan kinerjanya agar tetap optimal.

atau 155°C untuk kelas isolasi F. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa suhu belitan motor berada dalam kondisi aman dan tidak menunjukkan tanda-tanda kenaikan suhu berlebih yang bisa merusak isolasi atau memperpendek umur motor.

Sementara itu, suhu *Bearing* pada sisi DE dan NDE terukur berkisar antara 38°C hingga 53°C, dengan batas maksimum suhu sebesar 90°C. Berdasarkan pedoman buku motor CEP PT. PLN Indonesia Power UBP Suralaya, suhu *Bearing* yang masih berada di bawah 80-90°C hasil ini menunjukkan bahwa motor dalam kondisi operasi normal. Nilai suhu yang diperoleh menunjukkan bahwa sistem pelumasan dan pendinginan *Bearing* berfungsi dengan baik, serta tidak terjadi

tanda-tanda peningkatan gesekan atau keausan berlebih.

Secara keseluruhan, hasil pengukuran suhu belitan dan *Bearing* menunjukkan bahwa motor *Condensate Extraction Pump* unit 6 beroperasi dalam kondisi stabil dan sesuai dengan standar yang berlaku. Pengelolaan suhu yang baik pada komponen utama ini merupakan salah satu indikator keberhasilan penerapan perawatan preventif, yang bertujuan mempertahankan keandalan sistem serta mencegah gangguan pada proses sirkulasi kondensat menuju deaerator.

Pengukuran vibrasi secara langsung pada motor *Condensate Extraction Pump* (CEP) dilakukan menggunakan alat *vibration meter*.

Tabel 3.
Hasil Pengukuran Vibrasi Motor CEP

TANGGAL	OUTBOARD			INBOARD			
	1V	1H	1A	2V	2H	2A	MAX
7 JULI 2025	0.36	0.35	0.53	0.45	0.56	0.60	0.125mm/s

Berdasarkan hasil pengukuran getaran (vibrasi) yang dilakukan pada tanggal 7 Juli 2025, diperoleh data pengukuran getaran (vibrasi) pada beberapa titik di motor *Condensate Extraction Pump* (CEP) seperti yang terlihat pada Tabel 3. Pengukuran dilakukan menggunakan alat *vibration meter* dengan posisi pengambilan data di tiga arah, yaitu vertikal (V), horizontal (H), dan aksial (A), di dua titik pengamatan, yaitu sisi pertama (*outboard*) dan sisi kedua (*inboard*) motor.

Hasil pengukuran menunjukkan nilai getaran berkisar antara 0,35 mm/s hingga 0,60 mm/s, dengan nilai tertinggi sebesar 0,60 mm/s. Menurut standar ISO 10816-3:2009 dan SNI ISO 10816-3:2011 tentang *Mechanical Vibration-Evaluation of Machine Vibration by Measurements on Non-Rotating Parts*, batas getaran maksimal untuk mesin listrik dengan daya di atas 300 kW dan pondasi kaku adalah $\leq 2,8$ mm/s untuk kategori kondisi "baik" (*good condition*).

Dengan demikian, nilai getaran yang terukur pada motor CEP, yaitu 0,60 mm/s, masih jauh di bawah batas yang ditetapkan oleh standar internasional maupun SNI. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi motor dalam keadaan stabil, tidak ada indikasi ketidakseimbangan (*unbalance*),

Tujuan dari pengukuran ini adalah untuk mendapatkan data sebenarnya mengenai tingkat getaran yang terjadi saat motor sedang beroperasi. Data hasil pengukuran tersebut nantinya digunakan sebagai dasar dalam menganalisis *preventive maintenance* terhadap kinerja motor dengan menggunakan rumus presentase *error*, serta untuk membandingkannya dengan standar operasional yang berlaku di PT. PLN Indonesia Power UBP Suralaya. Dengan demikian, hasil pengukuran vibrasi ini menjadi acuan penting dalam mengevaluasi tingkat kestabilan dan keandalan sistem motor secara keseluruhan. Nilai hasil pengukuran serta perbandingannya dengan standar dapat dilihat pada Tabel 3, yang berisi data pengukuran vibrasi pada masing-masing titik uji motor CEP.

ketidaksejajaran (*misalignment*), atau kerusakan pada elemen bantalan (*Bearing*).

Hasil ini juga menunjukkan bahwa sistem rotasi motor berjalan normal dan efisien tanpa gangguan mekanis yang signifikan. Nilai getaran yang rendah menunjukkan bahwa program *preventive maintenance* pada unit 6 *Condensate Extraction Pump* berhasil diterapkan. Kestabilan getaran berhubungan langsung dengan keandalan operasi motor dalam jangka waktu yang panjang.

Untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan hasil pengukuran parameter pada motor *Condensate Extraction Pump* (CEP) Unit 6 di PT. PLN Indonesia Power UBP Suralaya yang menggunakan motor listrik induksi tiga fasa, diperlukan analisis kuantitatif terhadap kinerja motor tersebut. Analisis ini dilakukan dengan menghitung persentase kesalahan (*error*) antara hasil pengukuran di lapangan dengan nilai standar yang ditetapkan oleh PLN. Tujuan dari perhitungan ini adalah untuk menilai sejauh mana performa motor yang aktual berbeda dari kondisi ideal yang direkomendasikan. Dengan mengetahui besarnya persentase kesalahan (*error*) tersebut, maka dapat dilakukan pengevaluasian apakah motor masih layak digunakan dan apakah masih beroperasi dalam kondisi yang aman serta efisien.

Proses evaluasi ini menjadi bagian penting dalam kegiatan *preventive maintenance*, karena membantu mendeteksi lebih dini adanya tanda-tanda penurunan kinerja mesin sebelum terjadi kerusakan yang lebih parah. Untuk menghitung persentase *error* digunakan rumus berikut:

$$\text{Persentase Error (\%)} = \left| \frac{x-x_i}{x} \right| \times 100\% \dots [12]$$

Keterangan:

X = Nilai sebenarnya (instrument standar)

X_i = Nilai yang terukur (nilai dari lapangan)

Berikut adalah hasil perhitungan persentase *error* pada parameter temperatur belitan, temperatur *Bearing*, dan vibrasi motor *Condensate Extraction Pump* (CEP) Unit 6 di PT. PLN Indonesia Power UBP Suralaya dengan menggunakan rumus yang telah dijelaskan sebelumnya. Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui sejauh mana hasil pengukuran di lapangan menyimpang dari nilai standar operasional yang ditentukan oleh PLN.

Tabel 4.
Hasil Perhitungan Presentase *Error* Temperatur Belitan dan *Bearing* Motor CEP

TANGGAL	ERROR TEMPERATUR BELITAN (%)			ERROR TEMPERATUR BEARING (%)	
	R	S	T	DE	NDE
03/07/2025	0.61	0.62	0.62	0.57	0.51
08/07/2025	0.55	0.55	0.55	0.55	0.45
14/07/2025	0.57	0.56	0.58	0.53	0.42
22/07/2025	0.53	0.52	0.52	0.51	0.41
28/07/2025	0.56	0.56	0.56	0.53	0.42

Tabel 5.
Hasil Perhitungan Presentase *Error* Vibrasi Motor CEP

TANGGAL	OUTBOARD			INBOARD		
	ERROR 1V (%)	ERROR 1H (%)	ERROR 1A (%)	ERROR 2V (%)	ERROR 2H (%)	ERROR 2A (%)
7 JULI 2025	1.88	1.8	3.24	2.6	3.48	3.8

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 4 dan Tabel 5, diperoleh bahwa nilai persentase *error* pada parameter temperatur belitan, temperatur *Bearing*, dan vibrasi motor *Condensate Extraction Pump* (CEP) Unit 6 menunjukkan perbedaan yang kecil terhadap standar acuan yang telah ditentukan. Hal ini menunjukkan bahwa motor masih berjalan dalam kondisi normal dan layak digunakan sesuai standar operasional PLN serta standar internasional seperti IEC 60034-1 dan ISO 10816-3.

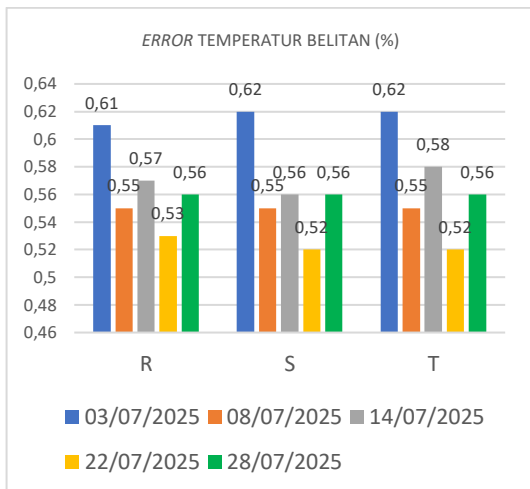
Pada parameter temperatur belitan, nilai persentase *error* berada dalam rentang 0,52% hingga 0,62% untuk ketiga fasa (R, S, dan T). Nilai ini menunjukkan bahwa suhu aktual belitan motor masih jauh di bawah batas maksimum 110°C, yang berarti sistem pendinginannya berfungsi dengan baik dan tidak terdapat tanda-tanda *overheating*. Kondisi ini menunjukkan bahwa isolasi belitan tetap dalam kondisi aman, sehingga risiko kerusakan akibat suhu tinggi dapat dihindari.

Pada parameter temperatur *Bearing*, nilai *error* yang diperoleh berkisar antara 0,41% hingga 0,57%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa suhu aktual *Bearing* (baik sisi *Drive End* maupun *Non-Drive End*) masih jauh di bawah batas maksimum 90°C. Kondisi ini menandakan bahwa sistem pelumasan dan sirkulasi pendingin *Bearing* berjalan dengan baik, sehingga gesekan mekanis dapat diminimalkan dan usia pakai *Bearing* dapat dipertahankan.

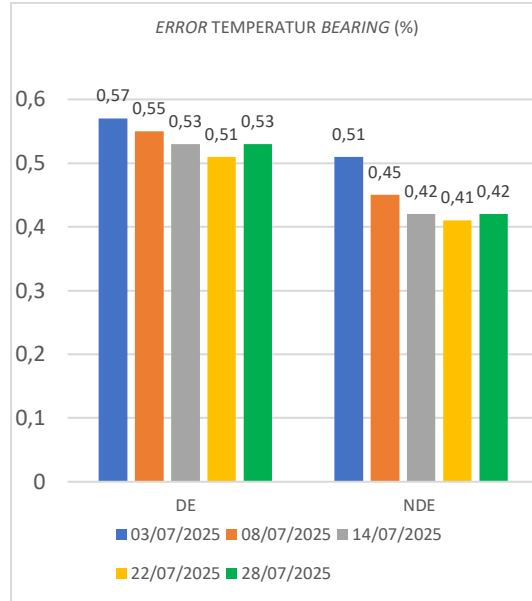
Untuk parameter vibrasi, hasil perhitungan pada Tabel 5 menunjukkan nilai persentase *error* antara 1,8% hingga 3,8% untuk seluruh titik pengukuran (*outboard* dan *inboard*). Nilai ini menunjukkan bahwa getaran motor berada dalam batas aman dan stabil, jauh di bawah ambang batas maksimum getaran yang diizinkan untuk mesin berpondasi kaku menurut standar ISO 10816-3, yaitu $\leq 2,8$ mm/s untuk kategori kondisi "baik". Dengan demikian, tidak ada indikasi adanya ketidakseimbangan (*unbalance*), ketidaksejajaran (*misalignment*), atau kerusakan pada komponen putar motor.

Secara keseluruhan, hasil perhitungan persentase *error* dari ketiga parameter tersebut menunjukkan bahwa motor *Condensate Extraction Pump* Unit 6 di PT. PLN Indonesia Power UBP Suralaya beroperasi dalam kondisi yang stabil, efisien, dan andal. Nilai penyimpangan yang sangat kecil menunjukkan keberhasilan penerapan strategi *preventive maintenance* oleh PT. PLN Indonesia Power UBP Suralaya, yang mampu menjaga kinerja motor dan mencegah penurunan kinerja atau kerusakan lebih lanjut. Evaluasi berdasarkan analisis *error* ini juga membuktikan efektivitas program pemeliharaan terencana dalam menjaga operasional unit pembangkit secara keseluruhan.

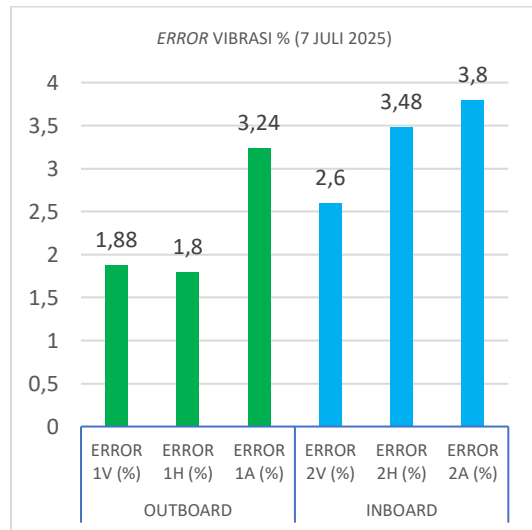
Berikut ini hasil presentase *error* pada Gambar 3, Gambar 4, dan Gambar 5 menunjukkan hasil persentase *error* dari tiga parameter utama yang diamati pada motor *Condensate Extraction Pump* (CEP), yaitu suhu belitan, suhu *Bearing*, dan getaran (vibrasi). Ketiga parameter tersebut merupakan indikator penting dalam mengevaluasi kondisi kinerja motor serta menentukan tingkat keandalan sistem selama proses operasional. Dengan menganalisis persentase *error*, dapat diketahui seberapa besar perbedaan antara hasil pengukuran yang didapat di lapangan dengan nilai standar yang berlaku di PT. PLN Indonesia Power UBP Suralaya. Hasil dari analisis ini digunakan sebagai dasar dalam melakukan evaluasi *preventive maintenance*, dengan tujuan mendeteksi potensi masalah sejak dini dan mencegah terjadinya kerusakan pada sistem motor CEP, sehingga keandalan dan kelancaran operasional dapat dipertahankan secara optimal. Berikut ini gambar diagram batang hasil dari perhitungan dengan menggunakan rumus presentase *error*.



Gambar 3. Hasil Presentase *Error* Temperatur Belitan Motor CEP



Gambar 4. Hasil Presentase *Error* Temperatur *Bearing* Motor CEP



Gambar 5. Hasil Presentase *Error* Vibrasi Motor CEP

Berdasarkan Gambar 3, hasil persentase *error* pada parameter temperatur belitan untuk ketiga fasa (R, S, dan T) menunjukkan nilai yang berada dalam rentang 0,52% hingga 0,62%. Nilai ini sangat kecil dan jauh dibawah batas suhu maksimum yang diizinkan, yaitu 110°C. Kondisi ini menunjukkan bahwa sistem pendingin pada motor *Condensate Extraction Pump* (CEP) berjalan baik, sehingga tidak terjadi keadaan *overheating*. Dengan demikian, isolasi belitan masih dalam kondisi aman dan stabil, yang berarti potensi kerusakan akibat panas berlebih bisa dihindari. Stabilitas temperatur ini menunjukkan performa motor tetap optimal dan efisiensinya bisa dipertahankan secara konsisten.

Selanjutnya, berdasarkan Gambar 4, hasil persentase *error* pada temperatur *Bearing* menunjukkan nilai antara 0,41% hingga 0,57%. Nilai ini menandakan bahwa suhu aktual pada *Bearing*, baik di sisi *Drive End* (DE) maupun *Non-Drive End* (NDE), masih jauh di bawah batas aman, yaitu 90°C. Kondisi ini menunjukkan bahwa sistem pelumasan dan sirkulasi pendingin pada *Bearing* bekerja secara efektif dan stabil. Efektivitas ini membantu mengurangi gesekan mekanis serta mengurangi potensi keausan komponen. Dengan begitu, umur pakai *Bearing* bisa dipertahankan lebih lama dan risiko kerusakan akibat peningkatan suhu bisa dicegah.

Sementara itu, pada Gambar 5, hasil persentase *error* pada parameter vibrasi menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dua parameter sebelumnya, yaitu antara 1,80% hingga 3,80% untuk posisi *inboard* dan *outboard*. Meskipun begitu, nilai ini masih dalam batas toleransi yang diperbolehkan menurut standar operasional. Kondisi ini menunjukkan bahwa sistem keseimbangan rotor dan tumpuan motor masih stabil, tanpa indikasi adanya ketidakseimbangan (*unbalance*) atau ketidaksejajaran (*misalignment*) yang signifikan. Dengan demikian, motor CEP beroperasi secara normal dan andal, tanpa potensi getaran berlebih yang dapat memengaruhi kinerja atau keandalan sistem secara keseluruhan.

4. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa motor *Condensate Extraction Pump* (CEP) 10,5 kV Unit 6 di PT. PLN Indonesia Power UBP Suralaya berada dalam kondisi operasi normal dan layak digunakan. Hasil pengukuran temperatur belitan, temperatur *Bearing*, dan vibrasi menunjukkan nilai yang jauh di bawah batas maksimum standar PLN maupun standar internasional seperti IEC 60034-1 dan ISO 10816-3. Nilai persentase *error* yang sangat kecil menunjukkan bahwa sistem pendinginan, pelumasan, dan keseimbangan mekanis motor bekerja dengan baik tanpa menunjukkan tanda-tanda *overheating*, *unbalance*, atau *misalignment*. Penerapan *preventive maintenance* pada motor CEP terbukti efektif dalam menjaga kestabilan suhu, mengendalikan getaran, dan mencegah kerusakan dini pada komponen motor. Secara keseluruhan, kegiatan *preventive maintenance* ini berperan penting dalam meningkatkan keandalan sistem pembangkit, mempertahankan efisiensi energi, dan memastikan terus berjalannya operasional di

lingkungan PT. PLN Indonesia Power UBP Suralaya.

Daftar Pustaka

- [1] M. Anzar Amrullah, H. Haripuddin, and F. Firdaus, "Studi Pemeliharaan Transformator Daya Di Pln Upt Makassar," *J. Media Elektr.*, vol. 20, no. 1, pp. 67–72, 2022, doi: 10.59562/metrik.v20i1.5487.
- [2] H. Mutiara Fitri and S. Wardoyo, "Sistem Kendali Tekanan Udara Sekunder Pada Force Draft Fan (FDF) Pembangkit Listrik Tenaga Uap," *J. Amplif. J. Ilm. Bid. Tek. Elektro Dan Komput.*, vol. 14, no. 2, pp. 125–133, 2024, doi: 10.33369/jamplifier.v14i2.37331.
- [3] Y. R. Kusuma, A. P. Cahyani, E. Aprilianto, and B. Prazidno, "Prosiding Seminar Nasional Prosiding Seminar Nasional Prosiding Seminar Nasional," *Prosiding Semin. Nas. Politek. Pembang. Pertan. Yogyakarta Magelang*, pp. 5–6, 2023.
- [4] M. Suryadi, F. Aswin, and S. Sukanto, "Perencanaan Preventive Maintenance Pada Bengkel Mekanik SMKN 2 Pangkalpinang," *J. Inov. Teknol. Terap.*, vol. 1, no. 2, pp. 405–412, 2023, doi: 10.33504/jitt.v1i2.11.
- [5] A. Sulistiawan, "Preventive Maintenance Pada Mesin Vilter Air dengan Menggunakan Metode Age Replacement PREVENTIVE MAINTENANCE PADA MESIN FILTER AIR DENGAN MENGGUNAKAN METODE AGE REPLACEMENT SEBAGAI PENGOPTIMALAN BIAYA DOWN TIME DI CV. SEGAR MURNI MOJOKERTO," *Jtm*, vol. 03, no. 02, pp. 1–10, 2014.
- [6] M. F. Ardiansyah and E. P. Widjajati, "Penjadwalan Preventive Maintenance Pada Mesin Mixing Dalam Produksi Brick Batu Tahan Api Dengan Menggunakan Metode Age Replacement Pada Pt. Loka Refractories Wira Jatim," *Manajemeen Ind. dan Teknol.*, vol. 2, no. 1, pp. 144–155, 2021.
- [7] M. I. Naufal and Irwanto, "Motor Listrik 3 Fasa Sebagai Sistem Penggerak Motor Roll Pada Mesin Case Sealer di Pt. Matahari Megah," *J. Sains dan Teknol.*, vol. 2, no. 1, pp. 32–45, 2023.
- [8] L. Siregar, R. Silaen, and J. L. Hutabarat, "Pengaruh Perubahan Beban Terhadap

- Putaran dan Daya Masuk Motor Induksi Tiga Fasa (Aplikasi Pada Laboratorium Konversi Energi Listrik FT-UHN),” *J. ELPOTECs*, vol. 4, no. 1, pp. 1–15, 2021, doi: 10.51622/elpotecs.v4i1.446.
- [9] M. K. Shihab, I. M. A. Nrartha, and I. M. B. Suksmadana, “Analisis Arus Starting Dan Torsi Pada Motor Induksi Tiga Fasa Terhadap Pemasangan Kapasitor Secara Real Time Berbasis Atmega 2560,” *Dielektrika*, vol. 5, no. 2, pp. 99–107, 2018, doi: 10.29303/dielektrika.v5i2.167.
- [10] P. Harahap, “Pengaruh Jatuh Tegangan Terhadap Kerja Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Simulink MATLAB,” *Media Elektr.*, vol. 9, no. 2, pp. 1–18, 2016.
- [11] M. E. Matlakala and D. V. von Kallon, “Optimization of the Pumping Capacity of Centrifugal Pumps Based on System Analysis,” *12th South African Conf. Comput. Appl. Mech. SACAM 2020*, vol. 00024, 2020, doi: 10.1051/mateconf/202134700024.
- [12] R. A. Ivory, N. Kholis, Nurhayati, and F. Baskoro, “Review Penggunaan Sensor Suhu Terhadap Respon Pembacaan Skala Pada Inkubator Bayi,” *J. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 1, pp. 185–194, 2021.