

PERAWATAN PREVENTIF PADA TURBIN POMPA AIR PENDINGINAN TERTUTUP

Preventive Maintenance on Closed cooling water pump Turbine

Miko Satria*, Agus Nuramal, Afdhal Kurniawan Mainil, Helmizar

Program Studi Teknik Mesin Universitas Bengkulu,
Jl. W.R. Supratman Kandang Limun, Bengkulu.

*) Email : mikosatria208@gmail.com

Submitted: 07 Januari 2025

Revised: 21 Januari 2025

Accepted: 23 Januari 2025

ABSTRACT

Preventive maintenance is a maintenance and care activity carried out to prevent unexpected damage and to find conditions or circumstances that can cause production facilities to experience damage during the production process. The purpose of the research conducted by the author is to determine the implementation of preventive maintenance on the closed cooling water pump turbine at the Priamanaya Energi Keban Agung Lahat 2 x 135 MW PLTU, this research was conducted using the observation method or going directly to the field. This research resulted in that by carrying out preventive maintenance regularly and effectively on the closed cooling water pump at this PLTU, the company can ensure that they not only maintain smooth and efficient operations, but also reduce the risk of damage that can disrupt production.

Keywords: *Preventif maintenance, Closed cooling water pump turbine, Priamanaya energi*

1. PENDAHULUAN

Indonesia mengalami peningkatan kebutuhan energi listrik seiring pertumbuhan jumlah penduduk dan perkembangan sektor industri. Salah satu jenis pembangkit yang banyak digunakan adalah Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), yang memanfaatkan air sebagai fluida kerja dan batu bara sebagai bahan bakar[1]. PLTU menyumbang sekitar 61% produksi listrik nasional, salah satu contohnya adalah PLTU Keban Agung 2 x 135 MW di Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan[2]. Pengoperasian pada PLTU tidak lepas dari pentingnya sistem pendingin, salah satunya adalah *Closed cooling water pump* (CCWP) bekerja dengan memanfaatkan pompa *sentrifugal* atau pompa yang menggunakan prinsip gaya *sentrifugal* dalam operasinya[3]. Pompa ini berperan penting dalam mendinginkan dengan menggunakan media air *demin*, Air *demin* adalah air yang telah melalui proses penghilangan mineral atau zat-zat terlarut, seperti ion-ion kalsium untuk menghasilkan air yang sangat murni dan bebas dari pengotor yang dapat menyebabkan korosi, endapan, atau penurunan efisiensi peralatan yang digunakan dan mengembalikannya ke siklus pendinginan melalui proses perpindahan panas[4]. Pemeliharaan *Closed cooling water pump* menjadi aspek penting dalam memastikan operasional PLTU tidak terputus serta mencegah kerusakan yang dapat mengganggu pasokan listrik.

Tujuannya penelitian ini untuk memberikan pengetahuan yang mendalam tentang pemeliharaan *closed cooling water pump* yang dapat diterapkan dalam operasi PLTU di masa depan. Hal ini juga akan paham pentingnya pemeliharaan yang tepat waktu dan efektif dalam menjaga kelangsungan operasi pada *Closed cooling water pump* yang ada di PLTU Priamanaya Energi Keban Agung Lahat 2 x 135 MW, serta menghindari kerusakan yang menyebabkan biaya yang tinggi, dan menjaga produksi energi listrik yang stabil. Dengan demikian, pemeliharaan *closed cooling water pump* bukan hanya sekadar proses teknis, tetapi juga faktor kunci dalam mencapai tujuan operasional dan keberlanjutan dalam industri pembangkit listrik.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Perusahaan PT. Priamanaya Energi merupakan salah satu anak Perusahaan induk yaitu PT. Priamanaya Djan Internasional PT. Priamanaya Energi bergerak dibidang penyedia energi dan berperan sebagai Perusahaan Listrik Swasta, Listrik yang dihasilkan dapat dijual ke perusahaan listrik atau ke pelanggan industri. (*Independent Power Producer/IPP*). PT. Priamanaya Energi telah bekerja sama dengan pihak swasta maupun pemerintah dan memegang *Power Purchase Agreement (PPA)* dari pemerintah serta memiliki Sejarah Panjang dibidang

pembangkitan Listrik dan perangkat kelistrikan bawah air. Seperti halnya perencanaan, pembayaran, Pembangunan, hingga operasionalisasi dari proyek. Berbagai pembangkit Listrik telah didirikan dalam kapasitasnya sebagai Perusahaan Mesin, Pengadaan, dan Kontruksi dan juga kontraktor bertanggung jawab atas semua hal itu atau biasa di sebut (*Engginering, Procurement, Contruaction/EPC*) salah satunya adalah Unit Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Keban Agung 2 x 135 MW yang terletak di Desa Kebur, Kecamatan Merapi Barat, Kabupaten Lahat Sumatera Selatan. Pembangkit ini telah di dirikan sejak tahun 2015 dan mulai beroperasi pada tahun 2016 hingga saat ini[5].

2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)

Di Indonesia pemakaian listrik cukup besar sehingga dibutuhkan banyak sumber pembangkit untuk memenuhi kebutuhan listrik. Terdapat banyak macam pembangkit listrik yang ada di Indonesia seperti : PLTU, PLTA, PLTG, PLTGU dan banyak lagi macam macam pembangkit listrik lainnya. Sedangkan yang paling banyak menghasilkan listrik di Indonesia yaitu PLTU[6]. PLTU adalah pembangkit listrik yang menggunakan energi panas dari pembakaran batu bara untuk menghasilkan uap. Uap tersebut digunakan untuk menggerakkan *turbin* yang kemudian menghasilkan energi mekanik, yang selanjutnya diubah menjadi energi listrik melalui *generator*. Siklus termodinamika yang digunakan dalam PLTU adalah Siklus *Rankine*, yang melibatkan proses pemanasan, *ekspansi*, *kondensasi*, dan kompresi. Dalam Pembangkit Listrik Tenaga Uap ada 4 komponen utama yaitu *Boiler*, *Turbin*, *Condensor*, dan Pompa[7]. Menurut Patrarijaya Consultant, dalam sebuah Pembangkit listrik tenaga uap efisiensi suatu PLTU biasanya sekitar 25% sampai 50%[8]. Proses Konversi Energi Pada PLTU dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses Konversi Energi Pada PLTU
Sumber : (Anonim,2024)

2.2 Pompa Sentrifugal

pompa *sentrifugal* adalah sebuah pompa yang tersusun atas sebuah *impeler* dan saluran *inlet* di tengah-tengahnya. Dengan desain ini maka pada saat *impeler* berputar, fluida mengalir menuju casing di sekitar *impeler* sebagai akibat dari gaya *sentrifugal*. Casing ini berfungsi untuk menurunkan kecepatan aliran fluida sementara kecepatan putar *impeler* tetap tinggi. Kecepatan fluida dikonversikan menjadi tekanan oleh casing sehingga fluida dapat menuju titik *outletnya*[9]. Pompa *sentrifugal* adalah pompa yang bekerja dengan menggunakan *energy* mekanis dari luar pompa berupa motor listrik yang selanjutnya digunakan untuk memutar *impeller*[10]. Dapat dilihat Pompa Pada Gambar 2.



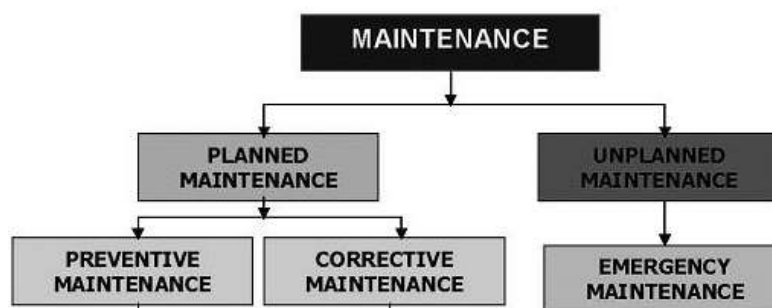
Gambar 2. Pompa Sentrifugal

Pompa *sentrifugal* pada PLTU ini biasa di sebut *closed cooling water pump* (CCWP) memiliki peran penting untuk mendinginkan peralatan di area *turbin* dan *boiler* yaitu *EH OIL COOLER*, *CONDESATE PUMP*, *MILL HYDRAULIC OIL*, *MILL LUBE OIL*, *FD FAN*, *SA FAN*, *ID FAN*, dan *PA FAN* fungsinya untk mendinginkan *bearing* yang ada di peralatan tersebut, pelumas *bearing* adalah oli, oli panas karena melumasi *metal to metal* sedangkan oli yang panas tadi di dinginkan dengan media air *demin* yang menggunakan sistem tertutup. Dalam hal ini, air *demin* yang telah digunakan untuk mendinginkan peralatan tidak dibuang melainkan ditampung di

Closed Cooling Water Buffer Tank dengan dibantu *Chemical Dosing System* lalu didinginkan kembali melalui proses *heat transfer* pada *CWHE* yang selanjutnya akan digunakan lagi sebagai pendingin peralatan tersebut. Pompa ini berperan penting dalam menjaga stabilitas operasional dan kinerja peralatan yang terhubung dalam PLTU maupun di berbagai industri lainnya.

2.3 Preventive Maintenance

Maintenance adalah suatu konsepsi dari semua aktivitas yang di perlukan untuk menjaga atau mempertahankan kualitas peralatan agar tetap berfungsi dengan baik seperti dalam kondisi sebelumnya. *Maintenance* adalah konsepsi dari semua pekerjaan yang bertujuan agar mesin atau fasilitas dalam kondisi baik[11]. *Preventive maintenance* adalah pekerjaan perawatan yang bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan, atau cara perawatan yang direncanakan untuk pencegahan *preventive* [12]. Ruang lingkup pekerjaan *preventive* termasuk: inspeksi, perbaikan kecil, pelumasan dan penyetelan, sehingga peralatan atau mesin mesin selama beroperasi terhindar dari kerusakan [13]. Pada kenyataanya, kerusakan masih mungkin saja terjadi meskipun telah dilakukan *preventive maintenance*. Tujuan utama *preventive maintenance* adalah mencegah terjadinya kerusakan atau kegagalan pada peralatan atau sistem [14]. Dengan melakukan pemeliharaan yang terencana secara rutin, komponen yang aus atau rentan dapat diidentifikasi dan diperbaiki sebelum terjadi kerusakan yang lebih serius atau kegagalan yang dapat mengganggu operasional[15]. Secara skematik pembagian perawatan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Skematik Pembagian Perawatan

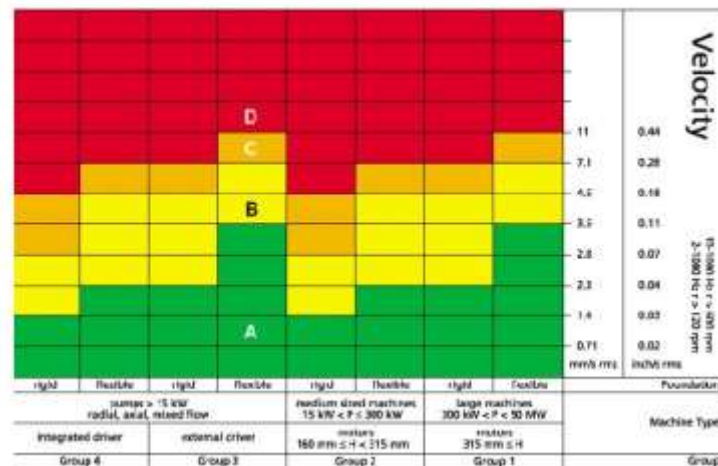
2.4 Standar ISO 10816-3

Untuk mengetahui peralatan tersebut dalam kondisi baik, getaran pada peralatan pembangkit tersebut harus dibawah dari batasan yang telah ditetapkan. Standar yang digunakan pada pengukuran getaran menggunakan *ISO 10816-3* sebagai acuan untuk melakukan analisa getaran mesin pompa *sentrifugal*[16]. Fungsi Standar *ISO 10816-3* adalah untuk memberikan panduan pengukuran dan evaluasi getaran pada mesin rotasi. Standar ini membagi tingkat getaran ke dalam zona-zona, yang menunjukkan kondisi mesin dari "baik" hingga "tidak dapat diterima". Berikut penjelasan tentang pembagian grup tipe mesin pada Standar *ISO 10816-3* :

- Grup 1 : Mesin ukuran besar dengan daya mesin diantara 300 kW hingga 50 MW dan dengan pondasi kaku atau *fleksibel*.
- Grup 2 : Mesin ukuran medium dengan daya mesin diantara 15 kW hingga 300 kW dan dengan pondasi kaku atau *fleksibel*.
- Grup 3 dan 4 : Pompa dengan daya mesin dibawah 15 kW arah *radial*, *aksial*, dan *mixed flow*. Sedangkan yang membedakan antara grup 3 dan 4 adalah jenis motor, kalau grup 3 dengan *external driver*, grup 4 dengan *integrated driver*.

Setelah diketahui grup mana yang menjadi standar pengukuran, maka yang perlu dilakukan selanjutnya adalah melihat kondisi kriteria objek pengukuran *closed cooling water pump* berdasarkan Standar *ISO 10816-3*. Berikut penjelasan kriteria warna pada Standar *ISO 10816-3*:

- Warna Hijau (A) : merupakan kriteria mesin dalam kondisi aman atau kondisi mesin baru.
- Warna Kuning (B) : merupakan kriteria mesin dalam kondisi alarm yangizinkan beroperasi dalam jangka waktu yang relatif lama.
- Warna Jingga (C) : merupakan kriteria mesin dalam kondisi alarm yang diizinkan beroperasi untuk waktu yang terbatas.
- Warna Merah (D) : merupakan kriteria mesin dalam kondisi danger yang dimana *vibrasi* mesin dapat menyebabkan kerusakan.



Gambar 4. Tabel ISO 10816-3

Sumber : (Anonim,2024)

3. METODE PENELITIAN

Pelaksanaan Penelitian dilakukan di PLTU Priamanaya Energi Keban Agung selama dua bulan (24 Juli- 24 Agustus 2024). Objek Pengamatan *Preventive Maintenance* pada *Closed cooling water pump* (*Sentrifugal Pump*) Metode yang digunakan meliputi observasi langsung (turun langsung kelapangan Mengamati objek yang di teliti).

3.1 Prosedur sebelum *Maintenance*

Prosedur yang dilakukan di PLTU Priamanaya Energi Keban Agung Lahat 2 x 135 MW sebelum dilakukannya proses *Maintenance* adalah sebagai berikut:

1. sebelum melakukan *Maintenance* harus menyiapkan segala sesuatu meliputi *tools, cosumebel and safety first*.
2. Persiapan dokumen instruktur kerja atau juga *working permite*.
3. Orang terkait (Operator, dan Elektrik).
4. Pengecekan *equipment* yang akan dikerjakan, pastikan dalam posisi sudah siap dan aman.
5. Memulai proses pengerjaan ataupun *Maintenance*.
6. Penyelesaian, meliputi *Cleaning*, merapikan alat – alat yang telah di gunakan dan membersihkan apa bila terdapat kotoran di area tersebut.
7. Laporan, meliputi informasi ke tim operasi dan tim terkait bahwa pekerjaan telah selesai, baik *check* dan test.
8. Pekerjaan selesai.

3.2 Aktivitas saat melakukan *Preventive Maintenance Closed cooling water pump*

Aktivitas yang dilakukan untuk pengambilan data *Preventive Maintenance Closed cooling water pump* adalah sebagai berikut;

1. *Check Vibrasi* atau getaran pompa menggunakan alat ukur sesuai standar *ISO 10816-3*,
2. *Check Temperatur Bearing* pada bagian *NDE* (bagian yang tidak menerima beban) dan *DE* (bagian yang menerima beban),
3. *Cleaning Equipment*,
4. *Tightening Bold*,
5. *Check Packing Gasket* dan
6. *Grease Steam Manual Valve*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Adapun hasil dan pembahasan yang didapatkan pada saat pengamatan di lapangan yang dilakukan selama 2 bulan pemeliharaan secara rutin ataupun berkala pada *Closed cooling water pump* sebagai berikut:

4.1 Hasil Pengambilan Data

Hasil pengambilan data *Preventive Maintenance pada Closed cooling water pump* adalah sebagai berikut

• *Check Vibrasi* Atau Getaran Pompa

Pengecekan dilakukan dengan menggunakan alat vibration dengan arah *aksial* (A), *horizontal* (H) dan *vertical* (V) pada *bearing NDE* (bagian yang tidak menerima beban) dan *DE* (bagian yang menerima beban) dengan satuan mm/s. *Check Vibrasi* atau Getaran pada *Bearing CCWP* dapat di Lihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Pengecekan vibrasi pada bearing CCWP

Dari pengecekan *Vibration* atau Getaran *Bearing* di *Closed cooling water pump* dengan arah *Horizonta(H)*, *Vertikal(V)*, *Aksial(A)*, dari data 1 sampai 4 semua dalam kondisi normal tetapi di data ke 5 pada arah *bearing Vertikal (v)* terjadinya kenaikan *vibration*. Data hasil pengecekan *Vibrasi* atau Getaran dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Data *Vibrasi* atau Getaran pada *Bearing*

- *Check Temperatur Bearing Closed cooling water pump*

NAMA EQUIPMENT	DATE TAKE	BEARING NDE(mm/s)			BEARING DE(mm/s)		
		H	V	A	H	V	A
CCWP	09/07/2024	2,76	2,42	2,44	2,53	2,85	2,28
	27/07/2024	2,51	2,13	2,21	2,63	2,74	2,1
	05/08/2024	2,58	2,29	2,61	2,66	2,79	2,1
	02/09/2024	2,43	2,78	3,41	2,49	2,37	2,99
	26/09/2024	2,71	3,83	2,67	2,4	2,56	2,46

Check temperature bearing dilakukan menggunakan alat *Thermogun* pada bagian *bearing NDE* (bagian yang tidak menerima beban) dan *DE* (bagian yang menerima beban) *closed cooling water pump* pada saat beroperasi supaya tidak melebihi kapasitas maksimum pada Gambar 6



Gambar 6. Check Temperatur Bearing CCWP

Dari pengecekan *temperatur bearing NDE* (bagian yang tidak menerima beban) dan *DE* (bagian yang menerima beban) di dapatkan data hasil pengecekan *Temperatur* semua dalam kondisi normal dapat dilihat pada Tabel 2.

- *Cleaning equipment.* *Cleaning equipment* yang dilakukan dengan menggunakan Majun sebagai media pembersih yang berbentuk kain untuk membersihkan debu dan kotoran. Pada saat melakukan *Cleaning Equipment* semua dalam kondisi baik cuman sedikit berdebu tetapi langsung di bersihkan supaya tidak menghalangi *Fan* pada motor yang bisa mengurangi *Efektivitas* pendinginan dan dari inspeksi yang

dilakukan tidak ditemukan tanda tanda terjadinya kebocoran *fluida* atau zat zat kimia lainnya yang bisa menyebabkan korosi pada bagian pompa atau logam, *Cleaning Equipment* ini berfungsi juga untuk memudahkan proses inspeksi visual dan identifikasi masalah. Dapat dilihat pada Gambar 7.

Tabel 4. 2 Data hasil pengecekan Temperatur Bearing

NAMA EQUIPMENT	DATE TAKE	TEMPERATUR (°C)	
		NDE	DE
CCWP	09/07/2024	42	39
	27/07/2024	41	39
	05/08/2024	45	45
	02/09/2024	40	37
	26/09/2024	41	39

- Tightening bold.*** *Tightening bold* merupakan proses pengencangan baut yang menggunakan kunci momen tujuannya supaya mengetahui ataupun memastikan bahwa tidak ada baut yang kendur maupun lepas pada salah satu *equipment closed cooling water pump*. Pada saat melakukan *Tightening bold* tidak menemukan adanya kelonggaran pada baut atau bisa di bilang dalam kondisi baik dan juga yang perlu di perhatikan yaitu hindari pengencangan baut secara berulang dan sebelum melakukan pengencangan cek dulu secara visual apakah ada kelonggaran atau karat sehingga hal yang tidak diinginkan seperti kerusakan pada ulir tidak terjadi dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 7. *Cleaning Equipment*



Gambar 8. *Tightening Bold*

- Check packing gasket.*** *Check packing sasket* fungsinya mengetahui dan mencegah terjadinya kebocoran *fluida* dari antara dua permukaan yang berdekatan, Permukaan yang berdekatan dalam suatu sistem mungkin memiliki ketidak sempurnaan atau perbedaan pemisahan yang memerlukan penyesuaian. Pada *Check Packing Gasket* tidak menemukan adanya kebocoran atau cairan yang menetes baik itu dilantai ataupun di pompa, inspeksi ini bisa dilakukan baik secara *Visual* menggunakan cahaya senter dengan cara menyentteri di bagian sambungan pipa, apabila terjadi kebocoran bisa terlihat embun embun yang keluar dari sambungan pipa dan bisa juga dari suara bunyi yang tidak normal seperti siulan jika terjadi kebocoran. Dapat dilihat Pada Gambar 9.



Gambar 9. *Check Packing Gasket*



Gambar 10. *Grease Manual Valve*

- *Grease Steam manual valve.* *Grease steam manual valve* dilakukan untuk memperlancar putaran dari *valve* dan juga mengurangi korosi ataupun karat yang bisa mengakibatkan kebocoran pada *valve*. Pada saat inspeksi semua dalam kondisi baik tidak adanya penumpukan *gress* dan putaran *valve* semuanya normal, jenis *Gress* yang di gunakan adalah *Lithium – Based Grease* dan yang perlu di perhatikan pastikan area yang di lumasi benar benar memerlukan pelumasan dan bersihkan kelebihan *Grease* supaya kinerja *valve* dan pompa normal. Dapat dilihat Pada Gambar 10.

4.2 Pembahasan

Pada penelitian kali ini tertuju pada proses *preventive maintenance* pada pompa SM125-235 atau *Closed cooling water pump* termasuk dalam kategori peralatan yang berputar (*rotating equipment*). *Preventive Maintenance* pada *Closed cooling water pump* adalah serangkaian kegiatan terencana dan sistematis yang dilakukan secara berkala untuk mempertahankan kondisi optimal *Closed cooling water pump*. Dengan cara melakukan seperti pengecekan *vibrasi*, pengecekan *temperature*, *cleaning area*, *tightening bold*, *check packing gasket* dan *check Grease steam valve*. *Preventive Maintenance* di PLTU ini pada *Closed cooling water pump* dilakukan sebanyak dua kali dalam satu bulan secara teratur yang pertama perlu di perhatikan adalah Pengecekan *vibrasi* atau pengecekan getaran dilakukkann dengan cara menentukan titik pengukuran terlebih dahulu yaitu titik *NDE* (bagian yang tidak menerima beban) dan *DE* (bagian yang menerima beban). Standar pengukuran *vibrasi* di PLTU ini menggunakan *ISO 10816-3*, karena dipompa ini menggunakan motor dengan *Power 75 kW* maka batas maksimum getaran yaitu 7,1 mm/s. Untuk nilai operasional yang baik ada di angka 0,43 mm/s sampai 3,54 mm/s itu adalah zona A atau *Good* sedangkan untuk Zona B dari 3,55 mm/s sampai 6,55 mm/s. Dari ke 5 data yang saya lakukan indikasi terjadinya masalah ada di data terakhir, Di data tersebut *bearing NDE* 3,83 mm/s memasuki zona B atau Tingkat getaran dapat di toleransi atau di izinkan beroperasi dalam jangka waktu yang relatife lama, indikasi yang kami dapat disitu terjadinya kavitasi karna di lihat dari data getaran yang di dapat dan temperatur dalam kondisi normal, Kavitasi terjadi saat gelembung, atau rongga terbentuk di dalam cairan karena tekanan ujung pompa mengalami penurunan dengan cepat. Jadi yang kami lakukan mengatur setingan *valve* atau di perbesar sesuai kebutuhan tujuannya agar sisi isap pompa dapat di pertahankan lebih tinggi sehingga mengurangi resiko kavitasi.

Selanjutnya adalah pengecekan suhu dilakukan pada *bearing NDE* (bagian yang tidak menerima beban) dan *DE* (bagian yang menerima beban) bisa di lihat di data suhu yang di dapat dalam keadaan *good* atau normal, karna batas suhu maksimum pada *bearing* itu adalah 80°C, *bearing* di izinkan beroperasi pada suhu 35°C -70°C dan tidak boleh ada kenaikan suhu 2x lipat dalam *temperature* normal. Dan juga fungsi dari pengecekan suhu untuk memantau kondisi *bearing* dan mendeteksi potensi masalah sebelum kerusakan, antara suhu dan *vibrasi* harus selalu berkesinambungan inilah kenapa terjadinya indikasi kavitasi tidak langsung di perbaiki karna melihat dari suhu yang normal dan membutuhkan waktu yang lama untuk pergantian sehingga menurunkan efisiensi kerjanya dan juga dari standar yang di gunakan masih di izinkan beroperasi atau dalam keadaan baik saja.

Selanjutnya pada *cleaning area*, *tightening bold*, *check packing gasket* dan *grease steam manual valve* semua dalam kondisi baik atau normal dan yang perlu diperhatikan ialah prosedur dari tata cara inspeksi supaya tidak terjadi hal hal yang di tidak diinginkan karna pada dasarnya sesuatu hal yang tidak mengikuti prosedur atau secara berlebihan bisa mengakibatkan kerusakan.

Dengan menerapkan *preventive maintenance* yang baik dan terencana, *closed cooling water pump* dapat berfungsi dengan optimal dan handal dalam mendukung proses operasional, sehingga *Closed cooling water pump* dapat mendinginkan peralatan di area *turbin* dan *boiler* untuk mencega terjadinya *trip*. Dengan melakukan *preventive maintenance* secara teratur dan efektif pada *closed cooling water pump* di PT Priamanaya Energi Kebang Agung Lahat, perusahaan dapat memastikan bahwa mereka tidak hanya menjaga operasi yang lancar dan efisien, tetapi juga mengurangi risiko terjadinya kerusakan yang dapat mengganggu produksi. Ini sejalan dengan praktik terbaik dalam manajemen perawatan peralatan industri, yang memprioritaskan keandalan, keamanan, dan efisiensi operasional sehingga target dari PLTU dapat tercapai dengan maksimal sesuai yang diinginkan.

5. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini bahwa *preventive maintenance untuk closed cooling water pump* (CCWP) dilakukan dua kali sebulan. Pengecekan *vibrasi* di titik *NDE* (bagian yang tidak menerima beban) dan *DE* (bagian yang menerima beban) menggunakan standar *ISO 10816-3* menunjukkan indikasi *kavitasi* pada *bearing NDE* (bagian yang tidak menerima beban), yang diatasi dengan mengatur *valve* agar tekanan sisi isap tetap tinggi.

Pengecekan suhu *bearing* menunjukkan kondisi normal di bawah 80°C. *Cleaning* area mencegah penumpukan kotoran yang dapat mengganggu pendinginan. Pengecekan baut dan *packing gasket* dilakukan untuk mencegah kebocoran. Pemeriksaan *grease* pada *steam valve* memastikan kinerja optimal dan mencegah keausan. Dengan terjalannya *preventive maintenance* secara baik masalah dapat dideteksi lebih awal, mencegah kerusakan serius, dan mengurangi biaya perbaikan. *Preventive maintenance* juga memperpanjang umur peralatan dan meningkatkan efisiensi energi, serta mengurangi risiko kecelakaan kerja dengan memastikan semua komponen berfungsi baik. Selain itu, *preventive mMaintenance* membantu perusahaan mematuhi regulasi dan standar industri, menjaga kepercayaan pemangku kepentingan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Irawan, O. W., Pratama, L. S., & Insani, C. 2021. *Analisis Termodinamika Siklus Pembangkit Listrik Tenaga Uap Kapasitas 1500 kW. JTM-ITI (Jurnal Teknik Mesin ITI)*, 5(3), 109. <https://doi.org/10.31543/jtm.v5i3.579>.
- [2] <https://www.priamanaya.co.id/index.php/id/>.
- [3] Reyhan, M. 2024. *PT Ccepc Environment Protection and Energy Comprehensive Utilization Indonesia Analisis Predictive Maintenance Pada Cloce Cyle Cooling Water Pump (Cccwp) Dengan Monitoring Level Getaran Pt Ccepc Environment Protection and Energy Comprehensive Utilizatio*.
- [4] Buku Pegangan Pengolahan Air Industri – Bab 32 Sistem Pendingin Sirkulasi Tertutup [https://www.watertechnologies.com/handbook/chapter 32-closed-recirculating-cooling-systems](https://www.watertechnologies.com/handbook/chapter%2032-closed-recirculating-cooling-systems) di akses tanggal 4 Oktober 2024.
- [5] Milkia, M. F. 2023. *Pengoperasian dan Pemeliharaan pada Open Cycle Cooling Water Pump di PT. Priamanaya Energi PLTU Keban Agung Open Cycle Cooling Water Pump*.
- [6] Istianto, B. R., Wibowo, P. 2017. *Analisa dan Optimasi Sistem PLTGU Biomassa Gas Metan dengan Daya 20 MW. Jurnal Teknologi*, 9(2): 65-76.
- [7] Akbar, M. W. K. 2016. *Usulan Peningkatan Performa Mesin Pompa Hydrazine Berdasarkan Analisa Nilai Overall Equipment Effectiveness (Oee) Pada Pltu 4 Pt. Pjb Up Gresik. Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 6–30.
- [8] Patrarijaya Consultant, *Efisiensi pembangkit PLTU*, 2017, Website: <https://www.patrarijaya.co.id/efisiensi-pembangkit-pltu/>, diakses tanggal 14 februari 2021.
- [9] Tegar, Universitas Muhammadiyah A.R. Fachruddin *Laporan Bab II* (2020). <http://repository.unimar-amni.ac.id/2986/2/BAB%20II.pdf>, di akses tanggal 4 Oktober 2024
- [10] Suralso, Haruo Tahara, 1991. *Pompa dan Kompresor*, Penerbit Pradnya Paramitha, Jakarta.
- [11] Ulum, M. B., Rarindo, H., Wicaksono, H., & Dani, A. 2023. *Metode Rcm Untuk Meningkatkan Kualitas Perawatan Pompa Sentrifugal Rcm. Jurnal Teknologi*, 17(2), 13–20.
- [12] Bakti, A. R. 2021. *Analisa Preventive Maintenance, Domestic Booster Pump Di Pltu Keban Agung 2 X 135 MW. Jurnal Teknik Elektro Raflesia*, 1(1), 1-7.
- [13] Huda, S., Tripariyanto, A. Y., & Komari, A. 2021. *Perencanaan Predictive Dan Preventive Maintenance Pada Pompa SWLP (Sea Water Lift Pump) Dengan Menggunakan Metode RCM (Reliability Centered Maintenance) Di Saka Indonesia Pangkah Limited. JURMATIS (Jurnal Manajemen Teknologi dan Teknik Industri)*, 3(1), 37-51.
- [14] Fa'izin, M. U. 2019. *Analisa Preventive Maintenance Pompa Sentrifugal Type Jet Pump Dab Terhadap Kebocoran Mechanical Seal* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Majapahit Mojokerto).
- [15] Wahyudi, A. 2021. *Analisa Sinyal Vibrasi Untuk Mendeteksi Kerusakan Pada Condensate Pump Di Pltu Air Anyir Bangka* (Doctoral Dissertation, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung).
- [16] Sianturi, I., Mahadi, Nasution, D. M., Permana, H. E., & Sabri, M. 2019. *Analisa Data Vibrasi Untuk Klasifikasi Kerusakan Kompresor Turbin Gas Pada Pt. Pln Sektor Pembangkitan Belawan. Jurnal Dinamis*.