E-ISSN : 3025-1311
https://ejournal.cahayailmubangsa.institute/index.php/kohesi

Kohesi: Jurnal Multidisiplin Saintek
Volume 11 No 4 Tahun 2026

ANALISIS PERFORMA AKTUAL DAN HISTORI MAINTENANCE DALAM IDENTIFIKASI KERUSAKAN POMPA SENTRIFUGAL PADA SISTEM COOLING WATER PT XYZ

Anugrah Sukma Dermawan[1], Inna Kholidasari[2], Budi Syahri[3], Fitrah Qalbina[4]
Program Studi S1 Teknik Mesin, Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik,
Universitas Negeri Padang
Email: anugrahsukmadermawan@gmail.com

Abstrak

Pompa sentrifugal merupakan salah satu peralatan penting pada sistem *cooling water* karena berfungsi menjaga kontinuitas sirkulasi air pendingin untuk mendukung kestabilan operasi peralatan proses. Selama beroperasi, kondisi pompa dapat mengalami penurunan performa yang ditunjukkan oleh perubahan parameter operasi dan adanya kerusakan komponen secara berulang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis performa aktual pompa sentrifugal, mengidentifikasi indikasi penurunan kondisi berdasarkan data performa, getaran, dan histori *maintenance*, serta memberikan rekomendasi *maintenance* untuk meningkatkan keandalan pompa. Penelitian menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan data operasi aktual berupa tekanan, debit, arus, tegangan, elevasi, dan massa jenis fluida, serta data desain pompa, data getaran, dan histori *maintenance* periode 2016–2025. Analisis dilakukan melalui perhitungan debit, head, daya hidrolik, daya poros, dan efisiensi, kemudian dibandingkan dengan kondisi desain. Hasil penelitian menunjukkan bahwa debit aktual sebesar 1008 m^3/jam mengalami penurunan 8,36% dari desain 1100 m^3/jam, sedangkan head aktual sebesar 38,41 m mengalami penurunan 19,98% dari desain 48 m. Efisiensi aktual sebesar 70,87% atau menurun 6,75% dari efisiensi desain 76%. Nilai getaran *overall* sebesar 8 mm/s juga menunjukkan indikasi gangguan mekanis. Histori *maintenance* menunjukkan bearing sebagai komponen dengan frekuensi penggantian tertinggi, yaitu 10 kali. Berdasarkan hasil tersebut, optimalisasi *predictive maintenance* dan prioritas inspeksi pada komponen yang sering mengalami penggantian diperlukan untuk mengurangi risiko kerusakan dan *downtime*.

Kata Kunci: pompa sentrifugal, performa aktual, histori *maintenance*, kerusakan pompa, *cooling water*

Article History
Received: September 2026
Reviewed: September 2026
Published: September 2026

Plagiarism Checker
No 237.u873247.fh8374

Copyright : Author
Publish by : Kohesi

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

PENDAHULUAN

Pompa sentrifugal merupakan salah satu peralatan penting dalam sistem industri karena berfungsi untuk memindahkan fluida dan mempertahankan kontinuitas aliran sesuai kebutuhan proses. Pada sistem *cooling water*, pompa sentrifugal berperan dalam menjaga sirkulasi air pendingin menuju peralatan proses sehingga panas yang dihasilkan selama operasi dapat dikendalikan. Keandalan pompa menjadi salah satu faktor yang perlu diperhatikan karena penurunan performa pompa dapat menyebabkan kapasitas dan tekanan aliran tidak terpenuhi, yang selanjutnya dapat memengaruhi kestabilan sistem pendinginan. Penelitian mengenai kinerja pompa pada sistem *cooling water* menunjukkan bahwa evaluasi parameter seperti debit, head, daya, dan efisiensi dapat digunakan untuk mengetahui kondisi aktual pompa selama beroperasi (Rifqy & Hajianto, 2025).

Kondisi performa pompa dapat mengalami perubahan selama digunakan akibat kondisi operasi dan penurunan kondisi komponen. Perubahan tersebut dapat diketahui melalui perbandingan antara parameter operasi aktual dengan spesifikasi desain atau *nameplate* pompa. Parameter seperti debit, head, daya hidrolik, daya poros, dan efisiensi dapat digunakan untuk mengevaluasi kemampuan pompa dalam menghasilkan kinerja sesuai dengan kondisi yang dirancang. Penelitian Solihat dan Mahendrawan (2024) menunjukkan bahwa perubahan kondisi operasi dapat memengaruhi daya listrik, daya hidrolik, *headloss*, dan efisiensi pompa sentrifugal. Dengan demikian, analisis performa aktual dapat menjadi salah satu dasar untuk mengetahui adanya indikasi penurunan kinerja pompa.

Selain performa aktual, histori *maintenance* dapat memberikan informasi mengenai kondisi keandalan dan pola kerusakan komponen pompa selama periode operasi. Kegiatan *maintenance* dilakukan untuk mempertahankan kondisi peralatan agar tetap dapat beroperasi sesuai fungsi dan kapasitas yang diharapkan serta mengurangi risiko gangguan operasi (Yahya & Mulyadi, 2023). Pada pompa sentrifugal, beberapa komponen seperti *bearing*, impeller, *mechanical seal*, *shaft sleeve*, dan casing dapat mengalami kerusakan akibat kondisi operasi maupun penurunan kondisi komponen. Penelitian Arifin et al. (2020) menunjukkan bahwa kegagalan komponen pompa sentrifugal dapat memengaruhi keandalan dan kinerja sistem. Sementara itu, penelitian Siregar et al. (2023) menunjukkan bahwa *bearing* merupakan salah satu komponen yang perlu mendapat perhatian dalam pemeliharaan pompa sentrifugal.

Histori *maintenance* menjadi semakin penting ketika terdapat komponen yang mengalami penggantian secara berulang. Frekuensi penggantian yang tinggi dapat digunakan sebagai informasi awal untuk mengidentifikasi komponen yang memiliki kecenderungan mengalami kerusakan. Pada penelitian Firmansyah dan Nadliroh (2025), *bearing* menjadi komponen dengan prioritas perawatan tertinggi berdasarkan hasil analisis FMEA, sedangkan komponen lain seperti casing, poros, *mechanical seal*, dan *packing* juga memerlukan perhatian dalam kegiatan perawatan. Penelitian tersebut menunjukkan pentingnya identifikasi kondisi komponen sebagai dasar dalam menentukan tindakan *maintenance* yang sesuai.

Pemantauan kondisi pompa juga dapat didukung oleh parameter getaran. Getaran dapat menjadi salah satu indikator adanya ketidaknormalan pada peralatan berputar, seperti *misalignment*, *unbalance*, maupun gangguan pada komponen pompa. Penelitian Adinarto dan Romahadi (2024) menggunakan pengukuran getaran berdasarkan ISO 10816-3 untuk mengevaluasi kondisi pompa *cooling water*, sedangkan Soeparlan et al. (2025) menunjukkan bahwa parameter kondisi seperti getaran, temperatur, dan tekanan dapat digunakan dalam mendeteksi indikasi kerusakan pompa secara dini. Dalam penelitian ini, data getaran tidak menjadi parameter utama analisis, tetapi digunakan sebagai data pendukung untuk memperkuat evaluasi kondisi pompa berdasarkan performa aktual dan histori *maintenance*, sesuai dengan batasan penelitian pada TA.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan analisis yang menghubungkan performa aktual pompa dengan histori *maintenance* untuk memperoleh gambaran kondisi pompa secara lebih menyeluruh. Pada penelitian ini, analisis dilakukan pada pompa sentrifugal yang digunakan dalam sistem *cooling water* dengan membandingkan data operasi aktual terhadap data desain pompa. Parameter performa yang dianalisis meliputi debit, head, daya hidrolik, daya poros, dan efisiensi. Selanjutnya, histori *maintenance* periode 2016–2025 dianalisis untuk mengetahui pola dan frekuensi penggantian komponen, sedangkan data getaran digunakan sebagai parameter pendukung kondisi operasi. Berdasarkan keterkaitan antara hasil analisis performa dan histori *maintenance* tersebut, dapat diidentifikasi komponen yang memiliki kecenderungan mengalami kerusakan serta kondisi performa pompa yang perlu mendapat perhatian.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis performa aktual pompa sentrifugal pada sistem *cooling water*, mengidentifikasi pola kerusakan berdasarkan histori *maintenance* periode 2016–2025, serta menghubungkan hasil evaluasi performa dengan histori kerusakan komponen sebagai dasar identifikasi kondisi pompa. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan

gambaran mengenai kondisi aktual pompa dan menjadi dasar dalam penyusunan rekomendasi *maintenance* untuk meningkatkan keandalan serta mengurangi potensi gangguan operasi pada sistem *cooling water*.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif yang bertujuan untuk menganalisis kondisi aktual pompa sentrifugal berdasarkan data performa operasi dan histori *maintenance*. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk mengolah data numerik berupa tekanan, debit, arus, tegangan, massa jenis fluida, gravitasi, dan elevasi untuk memperoleh nilai performa aktual pompa. Pendekatan deskriptif digunakan untuk menggambarkan kondisi pompa berdasarkan hasil perhitungan performa, data getaran sebagai data pendukung, serta histori *maintenance* pompa.

Objek penelitian adalah pompa sentrifugal yang digunakan pada sistem *cooling water*. Pompa berfungsi untuk mensirkulasikan *cooling water* yang digunakan dalam mendukung pengendalian temperatur peralatan proses. Data penelitian diperoleh melalui observasi lapangan, dokumentasi perusahaan, wawancara, dan studi literatur. Data operasi aktual meliputi tekanan sisi *suction* dan *discharge*, debit aliran, arus, tegangan, massa jenis fluida, gravitasi, serta elevasi pompa. Data desain diperoleh dari *nameplate* pompa dan digunakan sebagai acuan pembanding terhadap kondisi aktual. Selain itu, digunakan data getaran sebesar 8 mm/s sebagai data pendukung dalam mengevaluasi kondisi pompa dan histori *maintenance* periode 2016–2025 untuk mengidentifikasi komponen yang mengalami penggantian atau perbaikan berulang.

Tahapan penelitian diawali dengan pengumpulan data desain dan data operasi aktual pompa. Data tekanan, debit, arus, dan tegangan digunakan sebagai dasar perhitungan performa aktual. Debit aliran terlebih dahulu dikonversi dari m^3/jam menjadi m^3/s. Selanjutnya, *head* pompa dihitung berdasarkan perbedaan tekanan antara sisi *discharge* dan *suction*, *velocity head*, serta perbedaan elevasi. Perhitungan *head* pompa dilakukan menggunakan persamaan:

$$H = \frac{Pd - Ps}{\rho \cdot g} + \frac{V_d^2 - V_s^2}{2g} + (Z_d - Z_s)$$

Keterangan:

- H = Total *head* pompa (meter)
- Pd = Tekanan *discharge* (bar)
- Ps = Tekanan *suction* (bar)
- ρ (rho) = Massa jenis fluida (kg/m^3)
- g = Percepatan gravitasi (9,81 m/s^2)
- V_d^2 = Kecepatan fluida di *discharge*. (m/s)
- V_s^2 = Kecepatan fluida di *suction* (m/s)
- Z_d = Elevasi *discharge* (m)
- Z_s = Elevasi *suction* (m)

Setelah nilai *head* diperoleh, daya hidrolik pompa dihitung berdasarkan debit, massa jenis fluida, gravitasi, dan *head* pompa dengan persamaan:

$$P_h = \rho g Q H$$

Keterangan:

- P_h = Daya hidrolik (kW)
- ρ = massa jenis fluida (kg/m^3)
- Q = debit (m^3/s)

H = *head* (m)
g = Percepatan gravitasi (9,81 m/s²)

Selanjutnya, daya poros dihitung berdasarkan parameter kelistrikan motor menggunakan persamaan:

$$P_{shaft} = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos\phi$$

Keterangan:
P_{shaft} = daya poros (kW)
V = tegangan (Volt)
I = arus (Ampere)
cosφ = faktor daya

Efisiensi aktual pompa kemudian ditentukan berdasarkan perbandingan antara daya hidrolik dan daya poros menggunakan persamaan:

$$\eta = \frac{P_h}{P_{shaft}} \times 100\%$$

Keterangan:
η = Efisiensi pompa (%)
P_h = daya hidrolik (kW)
P_{shaft} = daya poros (kW)

Selanjutnya, data histori *maintenance* tahun 2016–2025 direkap berdasarkan jenis komponen yang mengalami penggantian atau perbaikan. Frekuensi penggantian setiap komponen dianalisis untuk mengetahui komponen yang paling sering mengalami kerusakan atau memerlukan tindakan *maintenance*.

Data performa aktual, data getaran, dan histori *maintenance* selanjutnya dianalisis secara terpadu. Penurunan performa dibandingkan dengan kondisi desain digunakan sebagai indikator adanya perubahan kinerja pompa, sedangkan histori *maintenance* digunakan untuk melihat pola kerusakan dan komponen yang mengalami penggantian berulang. Data getaran digunakan sebagai data pendukung untuk memperkuat evaluasi kondisi pompa. Berdasarkan hasil analisis tersebut, dilakukan identifikasi terhadap komponen yang berpotensi mengalami masalah serta penyusunan rekomendasi *maintenance* sesuai dengan kondisi pompa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Performa Aktual Pompa

Berdasarkan hasil pengolahan data operasi aktual, diperoleh kondisi performa Pompa pada sistem *cooling water*. Data operasi yang digunakan meliputi tekanan sisi discharge sebesar 3,1 bar, tekanan sisi suction sebesar 0,2 bar, debit sebesar 1008 m³/jam, massa jenis *cooling water* sebesar 1000 kg/m³, gravitasi sebesar 9,81 m/s², elevasi sebesar 8 m, tegangan sebesar 380 V, dan arus sebesar 280 A. Berdasarkan data tersebut, diperoleh *head* aktual sebesar 38,41 m dan daya hidrolik sebesar 105,504 kW.

Hasil perhitungan kemudian dibandingkan dengan data desain pompa yang tercantum pada *nameplate*. Pompa memiliki kapasitas desain sebesar 1100 m^3/jam, *head* desain sebesar 48 m, dan efisiensi desain sebesar 76%. Perbandingan kondisi aktual dan desain ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Performa Aktual dan Desain Pompa

Parameter	Desain	Aktual	Perubahan
Debit (m^3/jam)	1100	1008	Turun 8,36%
Head (m)	48	38,41	Turun 19,98%
Efisiensi (%)	76	70,87 %	Turun 6,75 %

Berdasarkan Tabel 1, debit aktual pompa sebesar 1008 m^3/jam lebih rendah dibandingkan debit desain sebesar 1100 m^3/jam, dengan penurunan sebesar 8,36%. Nilai *head* aktual sebesar 38,41 m juga lebih rendah dibandingkan *head* desain sebesar 48 m. Penurunan *head* menunjukkan bahwa kemampuan pompa dalam menghasilkan energi tekanan pada kondisi operasi aktual belum mencapai kondisi desain. Sementara itu, efisiensi aktual pompa sebesar 70,87 %lebih rendah dibandingkan efisiensi desain sebesar 76%, atau mengalami penurunan sebesar 6,75 poin persentase.

Perbedaan antara kondisi aktual dan desain menunjukkan adanya penurunan performa pompa. Penurunan tersebut tidak secara langsung menunjukkan satu jenis kerusakan tertentu, tetapi menjadi indikator bahwa kondisi operasi pompa telah mengalami perubahan dibandingkan dengan kondisi desain. Oleh karena itu, evaluasi performa perlu dikaitkan dengan data kondisi dan histori *maintenance* untuk memperoleh gambaran mengenai komponen yang berpotensi berkontribusi terhadap penurunan performa.

Kondisi Getaran sebagai Data Pendukung

Hasil pengukuran menunjukkan nilai *overall vibration* pada area *coupling* sebesar 8 mm/s. Berdasarkan ISO 10816-3, nilai getaran sebesar 7,1 mm/s digunakan sebagai batas ambang untuk kondisi getaran yang perlu mendapat perhatian pada pompa dengan *support* rigid. Nilai aktual sebesar 8 mm/s telah melebihi batas ambang tersebut, sehingga menunjukkan bahwa tingkat getaran pompa sudah cukup tinggi dan dapat mengindikasikan adanya kondisi mekanis yang tidak normal serta berpotensi menyebabkan kerusakan apabila berlangsung secara terus-menerus.

Dalam penelitian ini, nilai getaran 8 mm/s digunakan sebagai data pendukung dalam mengevaluasi kondisi pompa dan bukan sebagai dasar utama untuk menentukan jenis kerusakan. Evaluasi kondisi pompa lebih menitikberatkan pada hasil analisis performa aktual dan histori *maintenance*. Dengan demikian, nilai getaran yang melebihi batas ambang ISO 10816-3 digunakan untuk memperkuat indikasi bahwa kondisi pompa perlu mendapat perhatian, sedangkan identifikasi komponen yang mengalami masalah dilakukan berdasarkan histori *maintenance* dan hasil analisis performa pompa.

Analisis Histori Maintenance Pompa

Histori *maintenance* Pompa selama periode 2016–2025 menunjukkan adanya beberapa komponen yang mengalami penggantian atau perbaikan secara berulang. Komponen tersebut meliputi *bearing*, impeller, *oil seal*, *gland packing*, *mechanical seal*, *shaft sleeve*, *stuffing box gland*, *stuffing box pressure ring*, *volute casing*, serta beberapa pekerjaan perbaikan lainnya.

Berdasarkan hasil rekapitulasi, *bearing* merupakan komponen yang paling sering mengalami penggantian, yaitu sebanyak 10 kali selama periode 2016–2025. Impeller, *oil seal*, dan *gland packing* masing-masing tercatat sebanyak 4 kali, sedangkan *mechanical seal* tercatat sebanyak 2 kali. Penggantian dan perbaikan komponen tersebut menunjukkan bahwa terdapat

komponen tertentu yang memiliki frekuensi *maintenance* lebih tinggi dibandingkan komponen lainnya.

Tabel 2 menunjukkan frekuensi penggantian beberapa komponen utama berdasarkan histori *maintenance*.

Tabel 2. Frekuensi Maintenance Komponen Pompa Tahun 2016-2025

Komponen	Frekuensi
Bearing	10 kali
Impeller	4 kali
Oil seal	4 kali
Gland packing	4 kali
Mechanical seal	2 kali

Berdasarkan Tabel 2, *bearing* menjadi komponen dengan frekuensi penggantian tertinggi. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa *bearing* merupakan salah satu komponen yang perlu mendapatkan perhatian dalam pengelolaan *maintenance* pompa. Penggantian *bearing* yang berulang dapat berkaitan dengan kondisi operasi, beban mekanis, pelumasan, alignment, maupun kondisi komponen pendukung lainnya. Namun, berdasarkan data yang tersedia, penelitian ini belum dapat menentukan satu penyebab spesifik dari kerusakan *bearing*.

Hubungan Performa Aktual dengan Histori Maintenance

Hasil analisis menunjukkan adanya hubungan antara penurunan performa pompa dan histori *maintenance* yang perlu diperhatikan. Debit aktual mengalami penurunan sebesar 8,36% dibandingkan kondisi desain, sedangkan *head* aktual mengalami penurunan dari 48 m menjadi 38,41 m. Efisiensi aktual juga mengalami penurunan dari 76% menjadi 70,87 %

Di sisi lain, histori *maintenance* menunjukkan bahwa beberapa komponen utama mengalami penggantian berulang, dengan *bearing* sebagai komponen yang paling sering diganti. Selain itu, terdapat penggantian impeller, *oil seal*, dan *gland packing* yang juga terjadi pada beberapa tahun pengoperasian. Komponen-komponen tersebut berhubungan dengan keandalan dan kemampuan pompa dalam mempertahankan kinerja operasinya.

Penurunan performa tidak dapat hanya dikaitkan dengan satu komponen karena kinerja pompa dipengaruhi oleh kondisi beberapa komponen dan kondisi operasi. Oleh sebab itu, histori *maintenance* digunakan untuk mengidentifikasi pola komponen yang sering mengalami masalah, sedangkan hasil perhitungan performa digunakan untuk menunjukkan kondisi kinerja pompa pada saat pengambilan data. Data getaran sebesar 8 mm/s selanjutnya menjadi informasi pendukung bahwa kondisi mekanis pompa perlu mendapatkan perhatian lebih lanjut.

Identifikasi Komponen yang Memerlukan Perhatian

Berdasarkan hasil analisis performa dan histori *maintenance*, *bearing* menjadi komponen yang paling memerlukan perhatian karena memiliki frekuensi penggantian paling tinggi selama periode 2016–2025. Selain *bearing*, impeller, *oil seal*, dan *gland packing* juga perlu diperhatikan karena tercatat mengalami penggantian berulang.

Penurunan *head* dan debit aktual dibandingkan kondisi desain dapat menjadi indikasi bahwa kemampuan pompa dalam menghasilkan performa sesuai spesifikasi mengalami

penurunan. Kondisi tersebut perlu ditindaklanjuti dengan pemeriksaan komponen internal pompa, terutama komponen yang memiliki histori penggantian berulang. Pemeriksaan dapat mencakup kondisi *bearing*, impeller, seal, serta alignment untuk mengetahui kondisi aktual masing-masing komponen.

Dengan demikian, hasil penelitian menunjukkan bahwa identifikasi kondisi pompa tidak hanya dilakukan berdasarkan satu parameter, tetapi melalui kombinasi hasil evaluasi performa aktual, data getaran sebagai pendukung, dan histori *maintenance*. Pendekatan tersebut memberikan gambaran yang lebih menyeluruh mengenai kondisi pompa dan dapat digunakan sebagai dasar dalam menentukan prioritas pemeriksaan serta perencanaan *maintenance* selanjutnya.

Rekomendasi Maintenance

Berdasarkan hasil analisis performa aktual dan histori *maintenance*, diperlukan strategi *maintenance* yang lebih terarah untuk mengurangi risiko kerusakan berulang dan *downtime* pompa. Rekomendasi *maintenance* disusun berdasarkan kondisi performa pompa, frekuensi penggantian komponen, serta data getaran sebagai informasi pendukung.

Komponen yang menjadi prioritas utama adalah bearing karena memiliki frekuensi penggantian tertinggi selama periode 2016–2025, yaitu sebanyak 10 kali. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa *bearing* perlu mendapatkan perhatian khusus dalam kegiatan inspeksi dan pemeliharaan. Pemeriksaan *bearing* dapat dilakukan secara berkala dengan memperhatikan kondisi pelumasan, temperatur, suara atau kondisi operasi, serta getaran pada area *coupling*. Pemeriksaan tersebut diperlukan untuk mengetahui perubahan kondisi *bearing* sebelum terjadi kerusakan yang dapat menyebabkan penghentian operasi pompa.

Selain *bearing*, komponen impeller, oil seal, gland packing, dan mechanical seal juga perlu dimasukkan dalam prioritas inspeksi karena tercatat mengalami penggantian selama periode pengamatan. Pemeriksaan terhadap impeller diperlukan untuk mengetahui kemungkinan keausan atau kerusakan yang dapat memengaruhi kemampuan pompa menghasilkan debit dan *head*. Sementara itu, pemeriksaan *oil seal*, *gland packing*, dan *mechanical seal* diperlukan untuk memastikan tidak terjadi kebocoran yang dapat mengganggu kondisi operasi pompa.

Nilai getaran *overall* sebesar 8 mm/s juga perlu dijadikan salah satu parameter dalam pemantauan kondisi pompa. Oleh karena itu, pengukuran getaran secara berkala direkomendasikan untuk mengetahui kecenderungan perubahan kondisi mekanis pompa. Apabila terjadi peningkatan nilai getaran atau perubahan yang signifikan dari kondisi sebelumnya, pemeriksaan lebih lanjut terhadap *bearing*, *coupling*, alignment, dan komponen berputar perlu dilakukan.

Selain pemantauan kondisi, pemeriksaan alignment juga perlu diperhatikan karena ketidaksesuaian alignment dapat memberikan beban tambahan pada sistem poros dan *bearing*. Hal ini menjadi relevan karena histori *maintenance* menunjukkan adanya pekerjaan alignment pada tahun 2025. Pemeriksaan alignment setelah pekerjaan pembongkaran atau pemasangan kembali pompa juga direkomendasikan untuk memastikan posisi poros dan motor tetap sesuai.

Berdasarkan kondisi tersebut, strategi *maintenance* yang direkomendasikan adalah mengoptimalkan predictive maintenance dengan memanfaatkan hasil pemantauan getaran dan pemeriksaan kondisi komponen secara berkala. Pendekatan ini dapat dilengkapi dengan pemeriksaan visual dan pemeriksaan kondisi *bearing*, seal, impeller, serta alignment. Dengan demikian, tindakan *maintenance* dapat dilakukan berdasarkan perubahan kondisi komponen dan tidak hanya setelah terjadi kerusakan.

Rekomendasi tersebut diharapkan dapat membantu mendeteksi indikasi kerusakan lebih awal, terutama pada komponen yang memiliki histori penggantian tinggi. Dengan penerapan pemantauan kondisi secara berkala dan penentuan prioritas inspeksi berdasarkan histori

maintenance, risiko kerusakan berulang dan *downtime* pompa dapat diminimalkan serta keandalan sistem *cooling water* dapat dipertahankan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis performa aktual dan histori *maintenance* pompa sentrifugal pada sistem *cooling water*, dapat disimpulkan bahwa kondisi performa pompa mengalami penurunan dibandingkan dengan kondisi desain. Debit aktual sebesar 1008 m^3/jam mengalami penurunan sebesar 8,36% dari debit desain 1100 m^3/jam, sedangkan *head* aktual sebesar 38,41 m mengalami penurunan sebesar 19,98% dari *head* desain 48 m. Efisiensi aktual sebesar 70,87% lebih rendah dibandingkan efisiensi desain sebesar 76%, yang menunjukkan adanya penurunan kemampuan pompa dalam mempertahankan performa sesuai kondisi desain.

Nilai getaran *overall* sebesar 8 mm/s digunakan sebagai data pendukung dalam evaluasi kondisi pompa dan menunjukkan adanya indikasi kondisi mekanis yang perlu diperhatikan. Hasil analisis histori *maintenance* periode 2016–2025 menunjukkan bahwa *bearing* merupakan komponen dengan frekuensi penggantian tertinggi, yaitu sebanyak 10 kali, diikuti oleh impeller, *oil seal*, dan *gland packing* masing-masing sebanyak 4 kali serta *mechanical seal* sebanyak 2 kali. Frekuensi penggantian tersebut menunjukkan bahwa *bearing* menjadi komponen yang perlu mendapatkan prioritas dalam kegiatan inspeksi dan pemantauan kondisi.

Berdasarkan hasil tersebut, rekomendasi *maintenance* yang diberikan adalah mengoptimalkan penerapan predictive maintenance melalui pemantauan kondisi secara berkala, terutama pada *bearing* sebagai komponen dengan frekuensi penggantian tertinggi. Pemantauan juga perlu didukung dengan pemeriksaan getaran, kondisi pelumasan, *alignment*, impeller, dan komponen seal untuk mendeteksi perubahan kondisi sebelum terjadi kerusakan. Strategi tersebut diharapkan dapat mengurangi risiko kerusakan berulang dan *downtime* serta meningkatkan keandalan pompa pada sistem *cooling water*.

DAFTAR PUSTAKA

Adinarto, T. W., & Romahadi, D. (2024). Analisis sinyal getaran pompa *cooling water* tipe sentrifugal menggunakan metode FFT dan ISO 10816-3. *Jurnal Teknik Mesin*.

Arifin, M., et al. (2020). Failure analysis of centrifugal pump components in industrial application. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 857*(1), 012003. https://doi.org/10.1088/1757-899X/857/1/012003

Firmansyah, A. F., & Nadliroh, K. (2025). Perawatan preventive metode FMEA pompa sentrifugal KSB 40-200 pada PT Z. *AME (Aplikasi Mekanika dan Energi): Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, 11*(1), 1–5.

Rifqy, A. H., & Hajianto, M. R. (2025). Evaluasi dan optimalisasi kinerja pompa sentrifugal pada sistem *cooling water*. *SNTEM*.

Siregar, J., Kamal, D. M., & Hamdi. (2023). Analisis kerusakan bearing pada pompa sentrifugal type ZLND 100-200. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta*.

Soeparlan, G., Cristanto, G. D., Yusra, A. A., Primadani, A., & Wardhana, A. S. (2025). Sistem pemeliharaan prediktif pompa sentrifugal berbasis rule-based inference dan certainty factor menggunakan data multisensor. *SNTEM, 5*, 367–380.

Solihat, I., & Mahendrawan, E. (2024). Analisis pompa sentrifugal pada alat uji aliran fluida terhadap daya listrik, daya hidrolis, *headloss* dan nilai efisiensi pompa. *Jurnal Teknik*

Mesin Cakram, *7*(2), 76–90. https://openjournal.unpam.ac.id/index.php/JTC/article/view/47905

Yahya, W. H., & Mulyadi. (2023). Best practices guide for centrifugal pump maintenance. *Procedia of Engineering and Life Science*, *7*, 151–155.