

Proses maintenance dan evaluasi kinerja pompa 56-p-101 d di unit utilities PT. XYZ

Antero Jona Vialin¹, Ahmad Kurniawan¹, Bayu Fajar Nugroho¹, Dika Ardiansyah¹, Rahmat Hidayat¹, Rizky Candra Purnama¹, Fajar Paundra¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sumatera, Lampung

Penulis Korespondensi : Fajar Paundra (fajar.paundra@ms.itera.ac.id)

ABSTRAK

Pompa merupakan salah satu jenis mesin fluida yang berfungsi untuk memindahkan zat cair dari suatu tempat ke tempat yang diinginkan. Zat cair tersebut contohnya adalah air, oli atau minyak pelumas, serta fluida lainnya. Pada Perusahaan XYZ pompa jenis 56-P-101 D di unit utilities sangat sering dioperasikan dalam mengolah produk-produk di perusahaan XYZ sehingga perlu diterapkan perawatan terhadap pompa demi menjaga agar pompa tetap terawat sehingga usia pakai dari pompa dapat bertahan lebih lama dan dapat meminimalisir kerusakan yang mungkin dapat terjadi pada pompa. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penggunaan pompa dalam konteks *cooling tower* di industri minyak bumi, dengan fokus pada operasi dan pemeliharaan di fasilitas XYZ. Metode yang digunakan dalam pengambilan data penelitian ini adalah metode observasi. Metode observasi melibatkan pengamatan langsung terhadap suatu fenomena atau kegiatan untuk mengumpulkan data. Dalam hal ini, informasi tentang unit 56 dikumpulkan dengan cara mencatat aktivitas, peristiwa, atau parameter yang relevan dalam *log sheet* secara langsung dari operasional lapangan. Implementasi dari penelitian ini mencakup peningkatan keberlanjutan operasi industri minyak bumi dan peningkatan efisiensi energi secara keseluruhan.

KATA KUNCI : Pompa, *Cooling Tower*, Minyak Bumi, Industri.

1. PENDAHULUAN

PT. XYZ merupakan pengelola minyak bumi di Indonesia. PT. XYZ yang bertugas sebagai unit pengolahan ialah Unit Pengolahan (*Refinery Unit*). Di Indonesia terdapat beberapa RU yang terletak menyebar hampir di setiap daerah. Kegiatan bisnis utama dari RU di PT.XYZ ialah mengelola minyak mentah (*Crude oil*) menjadi produk-produk BBM, Non-BBM dan Petrokimia. RU di PT.XYZ ini sendiri memiliki kapasitas kilang yang awalnya 125 MBSD menjadi sekitar 150 MBSD. Dengan hasil yang terbilang cukup besar tersebut, RU PT.XYZ memiliki kompleksitas yang tinggi dalam unit pengolahan minyak mentahnya. Kompleksitas itu dapat dilihat dari banyaknya unit yang ada seperti CDU, ARHDM, NPU, H2 Plant, ROPP, LEU, Platformer, HTU, CCU dan lain-lain. Hasil produk seperti Peralite, Pertamina, Pertamina Turbo, Solar, LPG, Propylene, dan lain sebagainya membutuhkan teknologi serta peralatan yang mampu menunjang proses pengolahan dalam kondisi optimal. Teknologi dan peralatan yang mampu membantu proses pengolahan tersebut adalah sistem perpipaan. Sistem perpipaan menjadi faktor yang penting dalam proses pengolahan karena dalam proses dibutuhkan pendistribusian minyak

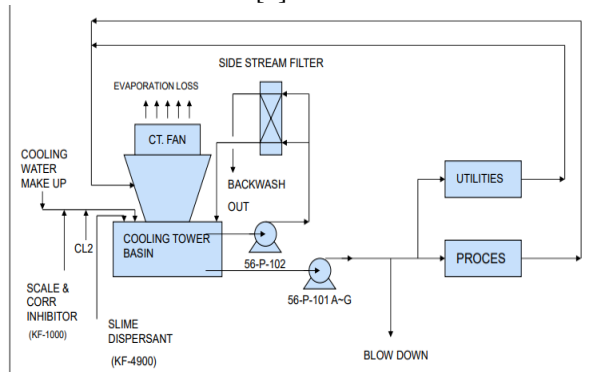
hasil olahan dari satu tempat ke tempat lain untuk dilakukan proses lebih lanjut. Oleh karena itulah dibutuhkan sistem perpipaan yang baik dan optimal. Dibutuhkan beberapa cara untuk menjaga kondisi dan kualitas sistem perpipaan yaitu dengan menganalisa kerusakan dan kecacatan. Salah satu metode untuk menganalisa kerusakan, kecacatan, serta kondisi baik tidaknya suatu sistem perpipaan ialah dengan inspeksi yang memiliki output berupa *Remaining Life Assessment* pada pipa [1].

Berdasarkan latar belakang diatas maka perlu dilakukan perawatan dan pemeliharaan, untuk memperoleh data yang diperlukan dengan melakukan Analisa proses maintenance dan evaluasi kinerja pompa 56-P-101 D di PT. XYZ.

2. BAHAN DAN METODE

Cooling Tower (Unit 56) digunakan suatu alat atau unit yang digunakan untuk sirkulasi air pendingin. Air pendingin yang berasal dari alat atau sistem penukar panas didinginkan di menara pendingin dengan cara mengontakkan dengan udara yang dilewatkan secara berlawanan arah. PT. XYZ menggunakan *Cooling tower* sebagai alat untuk menukar air panas menjadi dingin, air

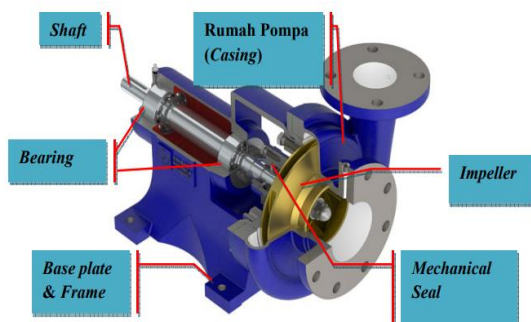
dingin ini digunakan untuk mendinginkan alat - alat kilang dan juga alat - alat utilitas. *Cooling tower* yang bekerja pada sistem pendinginan udara biasanya menggunakan pompa sentrifugal untuk menggerakkan air melintasi Menara. Unit ini berfungsi untuk mengolah air pendingin yang telah mengalami kenaikan suhu saat digunakan pada unit-unit proses dan unit utilitas. Proses yang terjadi pada unit ini adalah pendinginan air dari temperatur 45,5°C ke 33°C dengan tipe *counter flow* dan sistem sirkulasi terbuka[2].



Gambar 1. Flow Schema Cooling Water System

Pompa merupakan salah satu jenis mesin fluida yang berfungsi untuk memindahkan zat cair dari suatu tempat ke tempat yang diinginkan. Zat cair tersebut contohnya adalah air, oli atau minyak pelumas, serta fluida lainnya. Industri-industri banyak menggunakan pompa sebagai salah satu peralatan bantu yang penting untuk proses produksi. Sebagai contoh pada pembangkitan listrik tenaga uap, pompa digunakan untuk menyuplai air umpan ke boiler atau membantu sirkulasi air yang akan diuapkan di boiler.

Pada umumnya jenis pompa ada bermacam-macam sesuai dengan kebutuhan dan kondisi yang diinginkan. Berdasarkan prinsip kerjanya, secara garis besar jenis pompa dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu Pompa kerja Positif (Positive Displacement Pump) dan Pompa kerja dinamis (Non Positif Displacement Pump). Tetapi pada skripsi ini penulis membatasi hanya akan membahas mengenai Pompa kerja dinamis (Non Positif Displacement Pump) khususnya Pompa sentrifugal.[3]



Gambar 2. Bagian utama pompa

Pompa yang akan dibahas dalam penelitian adalah pompa sentrifugal 56-P-101-D yang ada pada unit 56 pada *Utility cooling water system circulation* di kilang PT. XYZ. Di dalam unit 56 terdapat 8 buah pompa yang terdiri dari 3 buah pompa penggerak motor listrik dan 5

buah pompa dengan penggerak *steam* turbin. Rangkaian pompa ini bertugas diantaranya sebagai penyedia kebutuhan air untuk proses pembuatan uap pada boiler, pendingin peralatan kilang, penyedia air untuk pemadatan dan untuk *water service*

2.1 Maintenance

Pemeliharaan serta perawatan adalah suatu kegiatan dengan tujuan memelihara atau menjaga peralatan atau mesin yang digunakan dalam akti- vitas produksi yang dilakukan secara *continuously* agar peralatan atau mesin tersebut tetap dalam keadaan optimal serta baik demi kelancaran penyelesaian suatu pekerjaan atau tugas serta memperpanjang usia pakai dari mesin yang digunakan.[4]

Perawatan merupakan suatu proses untuk merawat atau mengganti komponen yang rusak. Perawatan pada kereta api sangatlah penting karena transportasi ini menarik beban yang berat dengan kecepatan yang tinggi akan sangat berbahaya jika tidak dilakukan perawatan. Dalam penggunaannya secara berkelanjutan umur dan kehandalan alat akan menurun, dengan dasar inilah dilakukan pemeliharaan dalam suatu alat untuk meningkatkan umur dan kehandalan alat itu sendiri.[5]

Berdasar pada faktor seperti jam operasi, lingkungan, umur pompa, inspeksi periodik dan servis dibutuhkan untuk mempertahankan dan mencatat kuantitas *lube oil* yang dibutuhkan, waktu inspeksi dan servis, serta kondisi yang diobservasi saat inspeksi. Kondisi yang harus disiapsiagakan adalah:

- Penurunan kapasitas, penurunan tekanan *discharge* relatif terhadap tekanan *suction*, atau peningkatan konsumsi *power* untuk operasi pompa.
- Getaran dan kebisingan operasi.
- Perubahan tekanan *balancing drum line*.
- Penurunan tekanan *lube oil* pada filter outlet
- Peningkatan suhu *lube oil* pada *oil cooler outlet*, *radial bearing outlet*, atau *thrust bearing outlet*.
- Peningkatan kebocoran *seal*.
- Melonggarnya baut-baut.

2.2 Jenis-jenis Perawatan

- Perawatan preventif adalah perawatan yang dilakukan secara analisis teknis berfungsi untuk tetap menjamin kinerja alat produksi yang digunakan serta memperpanjang usia alat produksi tersebut. Pada umumnya perawatan ini dilakukan untuk mencegah terjadinya kerusakan-kerusakan komponen mesin yang secara tiba-tiba ketika proses produksi sehingga menyebabkan terhambatnya proses produksi. Yang termasuk tahapan perawatan preventif ialah seperti *cleaning*, *inspection*, dan *running maintenance*. [6]
- Perawatan Korektif adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan setelah terjadinya kerusakan pada mesin atau peralatan, sehingga peralatan dan mesin dapat berfungsi dengan baik.[5]
- Perawatan Prediktif Perawatan prediktif ini dilakukan untuk mengetahui terjadinya perubahan atau kelainan dalam kondisi fisik maupun fungsi dari sistem peralatan. Biasanya perawatan prediktif dilakukan dengan bantuan panca indra atau alat-alat monitor yang canggih.

- d. Perawatan setelah terjadi kerusakan (*Breakdown Maintenance*) Pekerjaan perawatan dilakukan setelah terjadi kerusakan pada peralatan, dan untuk memperbaikinya harus disiapkan suku cadang, material, alat-alat dan tenaga kerjanya.
- e. Perawatan Darurat (*Emergency Maintenance*) Adalah pekerjaan perbaikan yang harus segera dilakukan karena terjadi kemacetan atau kerusakan yang tidak terduga[7].

2.3 Metode Pengumpulan Data

Metode yang digunakan dalam pengambilan data penelitian ini adalah metode observasi. Metode observasi melibatkan pengamatan langsung terhadap suatu fenomena atau kegiatan untuk mengumpulkan data. Dalam hal ini, informasi tentang unit 56 dikumpulkan dengan cara mencatat aktivitas, peristiwa, atau parameter yang relevan dalam *log sheet* secara langsung dari operasional lapangan[4][5].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian pada pompa sentrifugal 56-P-101-D yang ada pada unit 56 pada *Utility cooling water system circulation* yang telah dilakukan maka didapatkan data hasil penelitian pompa sentrifugal seperti yang terlihat pada tabel dibawah ini.

3.1 Data Hasil Penelitian

Dalam Suatu penelitian terdapat beberapa data yang di ambil untuk di analisa. Setelah dilakukan penelitian dan observasi diperoleh data-data yang nantinya dilakukan perhitungan. Adapun data-data penelitian pada pompa sentrifugal 56-P-101-D yang didapatkan dari PT.XYZ di lapangan adalah data yang diambil dari *log sheet* unit 56 yang didapatkan dari bagian operasional. Data yang didapatkan adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Data Hasil Penelitian

No	Jenis Data	Hasil
1	Kapasitas / Debit (Q)	7000 m ³ / jam = 1,944 m ³ /s
2	Tekanan masuk / <i>Suction pressure</i>	-0,1 kg/cm ² = -9.810 N/m ²
3	Tekanan keluar / <i>Discharge pressure</i>	4,4 kg/cm ² = 431.640 N/m
4	<i>Differential Head</i> (H)	45 m
5	Daya poros pompa saat kapasitas maksimal (P)	992 kW = 992.000 W
6	Temperatur operasi fluida	33 ⁰ C
7	Efisiensi	86,5 %
8	Putaran turbin	3500 rpm
9	Gravitasi (g)	9,81 m/s ²

3.2 Perhitungan

1) Menghitung Head Pompa (H)

$$H = \frac{P}{\rho \cdot g} = \frac{P_d - P_s}{\rho_{fluida} \cdot g} \dots\dots\dots(1)$$

$$\begin{aligned} P_d &= 4,6 \text{ kg/cm}^2 \times 9,81 \text{ m/s}^2 \\ &= 45,126 \text{ kg.m/cm}^2.\text{s}^2 \\ &= 45,126 \text{ N/cm}^2 \times 10^4 \\ &= 451.260 \text{ N/m}^2 \dots\dots\dots(2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_s &= -0,1 \text{ kg/cm}^2 \times 9,81 \text{ m/s}^2 \\ &= -0,981 \text{ kg.m/cm}^2.\text{s}^2 \\ &= -0,981 \text{ N/cm}^2 \times 10^4 = -9810 \text{ N/m}^2 \dots\dots(3) \end{aligned}$$

$$H = \frac{451.260 - (-9.806,65)}{1000 \times 9,81} = 47 \text{ m} \dots\dots\dots(4)$$

2) Menghitung Daya Fluida (P_f)

$$\begin{aligned} P_{fluida} &= \rho \cdot g \cdot H \cdot Q \\ P_{fluida} &= 1000 \times 9,81 \times 47 \times 1,7294 \\ &= 797.374,4 \text{ W} \dots\dots\dots(5) \end{aligned}$$

3) Menghitung Efisiensi Pompa (η_p)

$$\begin{aligned} \eta_{pompa} &= \frac{P_{fluida}}{P_{turbin}} \times 100\% \\ \eta_p &= \frac{797.374,4}{981.000} \times 100\% \\ \eta_p &= 81,28 \% \dots\dots\dots(6) \end{aligned}$$

3.3 Pembahasan

Berdasarkan data hasil perhitungan diatas diperoleh efisiensi pompa dari data aktual lebih rendah dari perhitungan data *sheet*. Dimana penurunan efisiensi aktual terhadap design yaitu 86,5%, sedangkan data aktual yang dihitung yaitu 81,28% atau berkurang sebesar 5,22%. Secara teoritis pompa akan bekerja secara *adiabatik reversible* (tidak mengalami *loses*) atau *isentropis*, sedangkan pada kenyataanya kondisi ini sangat sulit tercapai karena terjadi kerugian-kerugian yang dialami pompa seperti :

- a. Adanya kerugian yang terjadi akibat gesekan antara fluida kerja dengan pipa-pipa dan sudu-sudu *impeller*. Fluida kerja masih banyak mengandung residu-residu yang dapat meningkatkan gesekan (*loses*). Sebenarnya kerugian yang terjadi dari instalasi sudah diperhitungkan dari awal pada waktu pemasangan, tetapi karena faktor umur pompa tersebut. Seiring berjalannya waktu, keausan dan perubahan kondisi operasional dapat menyebabkan peningkatan kerugian gesekan yang mungkin tidak terduga.
- b. Pelebaran *clearance* (celah) pada *wearing ring* diakibatkan karena keausan yang berpengaruh banyak terhadap penurunan efisiensi pompa. Pada kondisi normal, fluida yang masuk akan dipompa seluruhnya keluar oleh *impeller*. Tetapi dengan adanya pelebaran *clearance*, fluida yang masuk tidak seluruhnya terdorong keluar.
- c. Kerusakan yang terjadi pada komponen pada pompa, misalnya *impeller*. Kerusakan pada *impeller* disebabkan akibat adanya gesekan yang terjadi

dengan fluida. Jika semakin lama permukaan *impeller* akan menjadi semakin kasar dan akibatnya koefisien gesek akan semakin besar. Kerusakan pada *impeller* menyebabkan tidak maksimalnya fungsi *impeller* dan akan mengurangi *head* pada pompa. Fluida yang melewati *impeller* akan mengalami perubahan dari *head* kecepatan ke *head* tekanan pada sisi luang dengan kecepatan sentrifugal yang berkurang maka energi kecepatan yang diubah menjadi tekanan pun berkurang.

- d. Hal lainnya yang menjadikan efisiensi aktual pompa lebih rendah dari desain adalah karena pada kondisi aktual beroperasi pada kapasitas/debit yang rendah diakibatkan oleh proses yang rendah. Berdasarkan kurva karakteristik pompa 56-P-101-A/B/D/E, efisiensi akan semakin mendekati titik maksimum apabila kapasitas juga maksimum. Karena pada kondisi aktual kapasitasnya rendah, pada kurva karakteristik menunjukkan efisiensi pompa rendah. Pada keadaan teoritis sesuai data *sheet*, kapasitasnya maksimum maka efisiensinya juga tinggi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan kapasitas sebesar 7000 m³/jam, *Head* 45m, daya hasil fluida desain dihasilkan oleh turbin uap sebesar 858.178,8 W, daya poros pompa yang dihasilkan turbin uap sebesar 992.000 W, efisiensi desain pompa turbin uap sebesar 86,5 %. Sedangkan hasil data aktual kapasitas sebesar 6226 m³/jam, *Head* 47m, daya fluida aktual sebesar 797.374,4 W, daya poros aktual yang dihasilkan turbin sebesar 981.000 W dan efisiensi aktualnya sebesar 81,28%. Jadi selisih efisiensi antara desain awal dengan aktualnya berselisih 5,22%.

Performance pompa masih tergolong baik, karena penurunan efisiensi pompa belum terlalu besar yaitu sebesar hanya 5,22% dari desain awalnya. Meskipun angka penurunan tersebut tampak kecil, dapat menjadi pertanda awal akan adanya masalah potensial yang dapat berkembang menjadi lebih serius seiring berjalannya waktu. Oleh karena itu, tindakan perbaikan atau perawatan proaktif sebaiknya dilakukan untuk memastikan bahwa performa pompa tetap optimal dan memperpanjang masa pakai pompa secara keseluruhan.

Perbedaan efisiensi pompa yang cenderung menurun dari kondisi desain awal antara lain disebabkan oleh adanya kerugian-kerugian faktor internal seperti terjadinya benturan uap air (*water hammer*) pada permukaan *impeller* yang diakibatkan oleh *kavitasi*, kerusakan pada *bearing* akibat getaran, kerusakan *mechanical seal* dan tidak sesuai ukuran celah *wearing ring* dengan rumahnya. Sedangkan faktor eksternalnya seperti kerugian akibat gesekan, akibat belokan pipa dan katup-katup dalam pipa.

Kondisi terbaik pompa adalah kondisi dimana pompa dapat bekerja dengan baik tanpa mengalami *kavitasi*, korosi dan efisiensi yang dicapai *relative* baik. Dengan menjaga kondisi terbaik pompa, tidak hanya akan memastikan kelancaran operasi sistem, tetapi juga

memperpanjang umur operasional pompa dan mengurangi biaya pemeliharaan jangka panjang.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa, karena atas berkat Rahmat-Nya, kami dapat menyelesaikan jurnal ini. Kami menyelesaikan jurnal ini dalam rangka memenuhi tugas dari mata kuliah perawatan dan pemeliharaan mesin, oleh sebab itu saya mengucapkan terima kasih kepada:

- a. Bapak Fajar Paundra, S.T., M.T. selaku Dosen pengampu mata kuliah perawatan dan pemeliharaan mesin.
- b. Antero Jona Vialin Angkatan 2020 selaku kating yang melaksanakan kerja praktik dengan judul laporannya proses maintenance dan evaluasi kinerja pompa 56-P-101 D di unit utilities PT. PT. XYZ (Persero) RU-VI.
- c. Ahmad Kurniawan, Bayu Fajar Nugroho, Dika Ardiansyah, Rahmat Hidayat, Rizky Candra Purnama Teman-teman yang membuat jurnal.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. I. Unit, U. Pt, P. Persero, and R. U. Vi, *Laporan praktek kerja lapangan analisa kerusakan dan sistem*. 2014.
- [2] D. Marten, "EVALUASI KINERJA COOLING TOWER LAPORAN KERJA PRAKTIK PT . PERTAMINA (PERSERO) REFINERY UNIT VI BALONGAN (Periode 5 Juli 2021-5 Agustus 2021) I DEWA RAY RAHENDRA ASTAWA JAKARTA," 2021.
- [3] S. Hariady, "Analisa Kerusakan Pompa Sentrifugal 53-101C Wtu Sungai Gerong Pt. Pertamina Ru Iii Plaju," *J. Desiminasi Teknol.*, vol. 2, no. 1, pp. 29–42, 2014.
- [4] D. Aldyansyah *et al.*, "Perawatan Mesin Alat Berat Wheel Loader PT. XYZ," *J. Tek. Mesin*, vol. 20, no. 1, pp. 18–23, 2023, doi: 10.9744/jtm.20.1.18-23.
- [5] Fajar Paundra., T. Karang *et al.*, "Compressor Valve Maintenance on CC 205 UPT Locomotive Depot Divre IV," vol. 1, no. 1, pp. 53–58, 2023.
- [6] A. A. Fatrullah, M. F. Sidik, and D. A. Wicaksono, "Perawatan Chain and Scraper Bucket System Pada Reclaimer Limestone Di Perusahaan Semen Chain and Scraper Bucket System Maintenance on Limestone Reclaimer in Cement Company," vol. X, no. X, pp. 1–11, 2023.
- [7] A. Daryus, "Manajemen Perawatan Mesin," *Univ. Darma Persada*, p. 115, 2019, [Online]. Available: https://downacademia.com/download/43239478/MANAJEMEN_PERAWATAN_MESIN?hash=Kr5d9yDp5aFYEW%2B43wfw2doesHQjt1Kz4By0HefJkwGskrUgHiO1OX4fqHYkwrVl