

Evaluasi Kinerja Pompa Sentrifugal NO. 3 Pada RPKS II Di PPSDM Migas Cepu

Maurenzia Salmon¹⁾, Erwin. B. Pattykayhattu²⁾, dan Nanse. Henny. Pattiasina³⁾

^{1,2)} Prodi Teknologi Rekayasa Sistem Mekanikal Migas Politeknik Negeri Ambon

³⁾ Prodi Teknik Mesin Politeknik Negeri Ambon

veyensss22@gmail.com, aer.pattykaihatu@gmail.com, nanse.henny.pattiasina@gmail.com

Abstract

The research objectives are to identify the performance efficiency of Centrifugal Pump No. 3, determine the headloss value, and compare the available NPSH with the required one. The method used is quantitative with an experimental approach to collect pump performance data. The results showed that the pump performance efficiency was 9.9%, headloss was 0.003521 m, total pump head = 9.19 m, hydraulic power = 0.49 kW, pump power = 5.1 kW, available NPSH was 9.92 and the required NPSH was 2.3 m. The application of preventive maintenance includes identifying components experiencing wear and tear, periodic maintenance of suction and discharge piping, routine purging to reduce head losses and checking the condition of the pump suction to anticipate cavitation factors. The application of preventive maintenance includes identifying components that are experiencing wear and tear, periodic maintenance of suction and discharge pipe installation, routine flushing to reduce head losses and inspection of pump suction conditions to anticipate the cavitation factor.

Keywords: *centrifugal pump, PPSDM, head loss, preventive maintenance*

Abstrak

Tujuan penelitian adalah untuk mengidentifikasi efisiensi kinerja pompa sentrifugal nomor 3, menentukan nilai headloss, dan membandingkan NPSH yang tersedia dengan yang dibutuhkan. Metode yang digunakan adalah kuantitatif dengan pendekatan eksperimen untuk mengumpulkan data kinerja pompa. Hasil penelitian menunjukkan efisiensi kinerja pompa adalah 9,9 %, headloss sebesar 0,003521 m, head total pompa = 9,19 m, daya hidrolik = 0,49 kW, daya pompa = 5,1 kW, NPSH yang tersedia adalah 9,92 dan NPSH yang dibutuhkan sebesar 2,3 m. Penerapan perawatan preventif meliputi identifikasi komponen yang mengalami keausan, perawatan berkala pemasangan pipa hisap dan buang, pemberdihan rutin untuk mengurangi terjadinya head losses serta pemeriksaan kondisi suction pompa mengantisipasi faktor kavitas.

Kata Kunci : pompa sentrifugal, PPSDM, headloss, perawatan preventif

Pendahuluan

Dalam era industrialisasi dan urbanisasi yang pesat, pengelolaan sumber daya air menjadi sangat krusial untuk memastikan pemenuhan kebutuhan masyarakat dan industri. Pompa sentrifugal, sebagai salah satu komponen utama dalam sistem distribusi air, memiliki peran yang sangat penting dalam proses penyediaan dan pengolahan air. Efisiensi dan kinerja pompa ini secara langsung memengaruhi kualitas dan kuantitas pasokan air yang diterima oleh pengguna akhir. Penelitian ini berfokus pada evaluasi kinerja Pompa Sentrifugal No. 3 di Rumah Pompa Kali Solo II (RPKS II), Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Minyak dan Gas Bumi (PPSDM MIGAS) Cepu, untuk mengidentifikasi berbagai isu yang dapat mempengaruhi kinerja pompa tersebut.

Permasalahan utama yang dihadapi meliputi penurunan kapasitas pompa, kerusakan pada beberapa pompa lain dalam sistem, serta kebutuhan untuk evaluasi mendalam terhadap performa pompa yang sedang beroperasi. Penurunan efisiensi operasional pompa dapat mengakibatkan distribusi air yang tidak optimal, yang berdampak pada penyediaan air bersih bagi masyarakat dan proses industri. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efisiensi kinerja Pompa Sentrifugal No. 3 dengan mengukur nilai headloss dan membandingkan Net Positive Suction Head (NPSH) yang tersedia dengan yang dibutuhkan. Dengan

pendekatan kuantitatif dan eksperimen, diharapkan penelitian ini dapat memberikan gambaran yang jelas tentang kinerja pompa dan memberikan rekomendasi untuk perbaikan dan pengawasan yang lebih baik.

TINJAUAN PUSTAKA

Rumah Pompa Kali Solo 2

Proses pengolahan air yang terjadi di RPKS 2 yaitu pompa sentrifugal mengambil air dari bengawan solo yang kemudian diarahkan ke bak L pada unit bak yap. Dimana pada bak L, air bengawan solo akan dicampur dengan kaporit, tawas, dan dukem yang bertujuan untuk mengendapkan kotoran yang ikut dengan air dari bengawan solo dan menjernihkan air pada bak L. Di dalam bak L terdapat sekat sekat yang di dalam sekat tersebut juga ada saringan untuk memisahkan air dari endapan endapan yang telah terbentuk. Setelah itu air akan masuk ke bak 1 dimana pada bak 1 air akan diproses untuk menghilangkan endapan yang masih ikut terbawa. Kemudian air akan masuk ke bak 2 dimana pada bak ini terjadi proses *finishing* sedimentasi. Setelah itu akan menuju ke bak 3 dimana pada bak 3 air sudah dalam kondisi bersih namun masih tersisa sedikit kotoran dan akan mengalami pengobatan lagi berupa penambahan tawas, kaporit, dan dukem kemudian air akan dialirkan ke bak 4 dimana pada bak 4 air kembali diproses menjadi lebih bersih. Setelah itu air dari bak 4 akan diarahkan ke RPKS 2 lalu ke bak gravitasi dan juga unit cpi. dimana pada bak gravitasi air dialirkan lewat bagian atas bak dengan maksud mengurangi zat besi pada air. Setelah itu, air akan diarahkan ke unit *sand filter* dimana pada unit ini terdapat pasir silika untuk penyerapan kotoran yang ikut terbawa. Dan kemudian air hasil olahan akan diarahkan ke bak air brsih setelah itu air siap di *supply* ke masyarakat.

Definisi Pompa

Pompa adalah alat yang berfungsi untuk memindahkan fluida dengan meningkatkan tekanan melalui konversi energi mekanik menjadi energi kinetik. Terdapat dua kategori utama pompa: perpindahan positif, yang memindahkan volume fluida yang konsisten pada setiap siklus operasi, dan pompa dinamis, yang menggunakan *impeller* berputar untuk meningkatkan kecepatan dan tekanan fluida. Pompa sentrifugal merupakan salah satu jenis pompa dinamis, bekerja dengan memutar *impeller* untuk menghasilkan gaya sentrifugal yang mendorong cairan keluar, biasanya digunakan untuk memindahkan cairan dengan tekanan rendah dan volume besar. Keunggulan pompa sentrifugal termasuk efisiensi tinggi dan kemudahan operasional, meskipun tidak ideal untuk cairan kental atau berbahaya. Komponen utama dari pompa sentrifugal meliputi *casing*, *impeller*, *shaft*, *bearing*, kopling, *packing & seal*, serta sistem lubrikasi, yang semuanya berperan penting dalam memastikan operasi dan kinerja pompa yang optimal.

Kinerja Pompa

1. Kapasitas Pompa

Kapasitas pompa adalah jumlah cairan yang dapat dipindahkan oleh pompa dalam satuan waktu, seperti liter per menit atau galon per menit. Umumnya, kapasitas pompa dapat dihitung dengan menggunakan rumus seperti berikut. (Daniel Bernoulli, 1738) : $Q = V \cdot A$

Keterangan : Q = Kapasitas pompa (m^3/s), V = Kecepatan aliran fluida (m/s), A = Luas penampang dalam pipa (m^2)

2. Head

Saat memilih pompa, penting untuk mempertimbangkan laju aliran dan *head* pompa. *Head* pompa menunjukkan tekanan maksimum yang dapat diterima untuk memindahkan cairan dan dapat bervariasi tergantung luas penampang pipa. *Head* pompa terbagi atas 3 yaitu *head* tekanan, *head* kecepatan, dan *head* total. Dinyatakan dalam rumus berikut :

a. Head tekanan : $h_p = \frac{P_{discharge} - P_{suction}}{\rho g}$

Keterangan: P_d = tekanan dorong; P_s = tekanan hisap; ρ = massa jenis fluida (kg/m^3); g = gaya gravitasi (m/s^2)

b. Head kecepatan : $h_v = \frac{Vd - Vs}{2g}$

Keterangan: vd = kecepatan dorong (m/s); vs = kecepatan hisap (m/s); g = gaya gravitasi (m/s²)

c. Head total : $H_p + H_v + H_l$

Keterangan: H_p = head tekanan; H_v = head kecepatan; H_l = head loses

3. Kecepatan Aliran

Penurunan tekanan yang disebabkan oleh komponen pendukung sistem perpipaan berdampak pada nilai tekanan hisap pada pompa. Dengan menggabungkan nilai debit yang diketahui ke dalam persamaan, kecepatan aliran fluida dapat dihitung: $v = \frac{Q}{A}$ atau $v = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} \times D^2}$

Keterangan : v = Kecepatan aliran air (m/s); D = Diameter Pipa (m); A = Luas Penampang (m²); Q = Kapasitas pompa (m³/s)

4. Major head loss

Major Head Loss adalah kerugian *head* yang disebabkan oleh gesekan antara fluida dan dinding pipa serta turbulensi fluida sepanjang jalur pipa, menurut Darcy Weisbach: $H_l = f \left(\frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g} \right)$

Keterangan : H_l = Major head loss (m); f = Faktor gesekan; L = Panjang pipa (m); D = Diameter Pipa (m); V = Kecepatan aliran (m/s); g = Percepatan gravitasi (m/s²)

5. Minor head loss

Minor head loss adalah kerugian *head* yang disebabkan oleh banyak faktor. Ini termasuk aliran masuk fluida ke dalam pipa (*inlet*), aliran keluar fluida dari pipa (*outlet*), sambungan pipa atau *fitting*, sambungan pipa tanpa *fitting* (*butt fusion*), dan katup atau valve. Menurut Darcy Weisbach, *minor head loss* dapat dirumuskan sebagai berikut: $H_{lm} = n \times f \frac{V^2}{2g}$

Keterangan : H_l = Minor head loss (m); n = Jumlah *fitting* yang serupa; f = Koefisien gesek pipa; v = Kecepatan aliran (m/s)

6. Daya hidrolik pompa Daya hidrolik pompa merupakan daya yang dihasilkan pompa untuk memindahkan fluida dan dinyatakan dalam satuan kW. Dirumuskan sebagai berikut $N_h = \rho \times g \times Q \times H$

Keterangan: N_h = daya hidrolik; ρ = massa jenis; g = gaya gravitasi; H = total head pompa

7. Daya pompa terbagi atas 2 yaitu :

a. Daya *input* : $N_s H = V \times I \times \cos\theta$

Keterangan: $N_s H$ = daya input pompa; V = tegangan listrik; I = arus listrik; $\cos\theta$ = faktor daya

b. Daya *output* : $WPH = \gamma \times Q_r \times g \times H$

Keterangan: WPH = daya output; γ = berat jenis fluida; Q_r = kapasitas pompa; H = head total

8. Efisiensi Pompa

Efisiensi Pompa = $\frac{WPH}{N_s H} \times 100\%$

Keterangan : WPH = daya output; $N_s H$ = daya input

9. NPSH terbagi atas 2 yaitu :

a. NPSHa adalah nilai NPSH yang tersedia dalam sistem pompa. Dinyatakan dalam rumus berikut :

$$H_{sv} = \frac{P_a}{\gamma} - \frac{P_v}{\gamma} - h_s - h_{ls}$$

Keterangan; P_a = tekanan atmosfir; P_v = tekanan uap jenuh; γ = berat jenis fluida; H_s = head statis, H_{ls} = head loss suction

b. NPSHr adalah nilai NPSH yang dibutuhkan pompa untuk bekerja secara normal. Dinyatakan dalam rumus berikut : $H_{sv} = \sigma \times H_N$

Keterangan: σ = koefisien kavitasasi; H_N = head total sepanjang pipa hisap

Metodologi

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain eksperimen untuk mengevaluasi kinerja Pompa Sentrifugal No. 3 di Rumah Pompa Kali Solo II (RPKS II) pada PPSDM MIGAS Cepu. Metode eksperimen dipilih untuk memastikan pengambilan data yang optimal mengenai kinerja pompa. Data yang diperoleh dibagi menjadi 2 yaitu :

- a. Data Primer

Tabel 1 Data Spesifikasi Pompa

Merek	EBARA
Type & size	200 MS 3 M
Produk No	RM 10005
Capacity	200 m^3/h
Speed	1450 min^{-1}
Delivery Time	1984
Jenis	Sentrifugal

Sumber : PPSDM Migas Cepu

Tabel 2 Data Spesifikasi Motor Penggerak

Merek	TECO
Type & size	AEEB
Voltage	380 V
Power	125 HP
Rpm	1475 r / min
Frekuensi	50 Hz
Amphere	168 A
Frame	2803C

Sumber : PPSDM Migas Cepu

- b. Data Sekunder

Data yang diperoleh dari studi pusaka dan literatur

Variabel yang dipakai dalam penelitian ini ada 2 yaitu variabel bebas dan variabel terikat.

Variabel bebas meliputi *headloss* pompa sentrifugal no 3 dan variabel terikat meliputi daya output dan NPSH pompa

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil analisa kinerja pompa sentrifugal nomor 3 yang terpasang pada RPKS II di PPSDM Migas Cepu, maka dapat disajikan rekapitulasi perhitungannya sebagai berikut:

Tabel – 3 Rekapitulasi perhitungan kinerja pompa sentrifugal nomor 3

Kapasitas Pompa (Q)	Kecepatan Aliran (v)	Head Losses	Head (H)	Daya Hidrolik (P_h)	Daya Pompa (N_{sh})	Efisiensi Pompa	NPSH (H_{sv})

(m^3/s)	(m/s)	(m)	(m)	(kW)	(kW)	$(\%)$	(m)
0,056	0,14	0,003521	9,19	0,49	5,1	9,9	9,92
	0,23						

Tabel.1 menunjukkan bahwa dengan kapasitas pompa $200 \text{ m}^3/\text{h}$ atau $0,056 \text{ m}^3/\text{s}$, maka dihasilkannya besaran kecepatan aliran (v) = $0,14 \text{ m/s}$ untuk pipa *inlet* dan $0,23 \text{ m/s}$ untuk pipa *outlet*, dimana *Head Losses* = $0,003521 \text{ m}$, *Head (H)* = $9,19 \text{ m}$, Daya Hidrolik (P_h) = $0,49 \text{ kW}$, Daya Pompa (NsH) = 51 kW , Efisiensi Pompa (η) = $9,9 \%$ dan NPSH (Hsv) = $9,92 \text{ m}$. Perhitungan didapatkan NPSH tersedia > NPSH yang dibutuhkan, pada angka $9,92 > 2,30$, sehingga dapat dinyatakan bahwa pompa bekerja dengan baik dan tidak terjadi kavitas.

Berdasarkan kinerja pompa pula, bahwa dengan debit aliran sebesar $200 \text{ m}^3/\text{h}$ dimana kapasitas bak gravitasi = $216,5 \text{ m}^3$, menunjukkan bahwa keperluan memompa air untuk kebutuhan 1 bak gravitasi memerlukan waktu adalah 65 menit 02 detik dengan kecepatan aliran sebesar $0,23 \text{ m/s}$. Namun jika debit aliran diperkecil hingga $100 \text{ m}^3/\text{h}$ atau sama dengan $1,667 \text{ m}^3/\text{min}$, maka dibutuhkan waktu lebih lama berkisar pada 129 menit 8 detik untuk memompa air dengan kapasitas 1 bak gravitasi adalah $216,5 \text{ m}^3$ dimana kecepatan alirannya sebesar $0,113 \text{ m/s}$. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar debit aliran pompa maka semakin singkat waktu yang diperlukan untuk memompa air ke dalam satu bak gravitasi.

Dalam kaitannya dengan proses penentuan *preventive maintenance* melalui penggunaan pompa sentrifugal ini difokuskan pada strategi perencanaan yang diatur secara berkala dengan tujuan pencegahan faktor kegagalan atau kerusakan pada sistem atau mesin. Prosesnya dapat dilakukan dalam durasi waktu per harian, mingguan atau bulanan. Dengan demikian, maka berdasarkan hasil analisa kinerja pompa sentrifugal nomor 3 ini, dapat ditentukan proses penerapan perawatan preventifnya, antara lain:

- Teridentifikasi lebih awal komponen yang mengalami keausan misal *bearing*, sehingga dapat dilakukan proses perbaikan sebelum terjadinya kerusakan lebih besar yang mempengaruhi operasional kerja pompa.
- Fenomena penurunan tekanan sampai pada level tekanan rendah biasanya terjadi pada pipa hisap, sehingga perawatan berkala perlu dilakukan untuk memastikan bahwa kecepatan aliran di pipa hisap dan pipa buang sesuai dengan spesifikasi desain.
- Pembersihan secara rutin bagian pipa, *fitting* dan *valve* secara teratur untuk mengurangi *head losses* akibat penyumbatan atau akumulasi material.
- Penyesuaian dan kalibrasi berbagai komponen seperti *impeller*, *seal*, dan bantalan supaya tetap dalam kondisi baik. Nilai efisiensi pompa yang jauh di bawah nilai yang diharapkan, harus dipastikan bahwa pompa sudah harus dikalibrasi dengan benar.
- Pemeriksaan kondisi *suction* pompa dan pastikan bahwa tidak ada penyumbatan atau masalah yang bisa mengurangi NPSH guna mengantisipasi terjadinya faktor kavitas.

Penutup

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa:

- Kinerja pompa sentrifugal no. 3 pada RPKS II adalah:
 - Efisiensi Kinerja Pompa sebesar = $9,9 \%$
 - Headloss* = $0,003521 \text{ m}$
 - Head total pompa* = $9,19 \text{ m}$
 - Daya hidrolik = $0,49 \text{ kW}$
 - Daya pompa = $5,1 \text{ kW}$
 - NPSH yang tersedia = $9,92 \text{ m}$
 - NPSH yang dibutuhkan = $2,3 \text{ m}$

2. Penerapan kegiatan *preventive maintenance* adalah:
 - a. Identifikasi awal bagian komponen yang mengalami keausan sehingga mencegah faktor kerusakan yang lebih besar.
 - b. Perawatan berkala untuk memastikan bahwa kecepatan aliran di pipa hisap dan pipa buang sesuai dengan spesifikasi desain.
 - c. Pembersihan secara rutin dan teratur dapat mengurangi *head losses* akibat penyumbatan atau akumulasi material.
 - d. Penyesuaian dan kalibrasi berbagai komponen supaya tetap dalam kondisi baik.
 - e. Pemeriksaan kondisi *suction* pompa dan pastikan bahwa tidak ada penyumbatan atau masalah yang bisa mengurangi NPSH guna mengantisipasi terjadinya faktor kavitas.

Saran

Adapun saran dalam penelitian ini, adalah:

1. Perlu disediakan agenda pemeriksaan atau *maintenance* rutin terhadap peralatan pompa yang terdapat pada RPKS II PPSDM Migas Cepu untuk menunjang kinerja pompa dapat terus beroperasi dengan optimal.
2. Dilakukan langkah perbaikan terhadap pompa nomor 2, nomor 4 dan nomor 5 sehingga dapat mendukung operasional kerja pompa nomor 3 serta mengantisipasi *overload* kerja pompa.
3. Fokus penelitian lanjutan dalam bentuk kajian *Reliability Centered Maintenance* untuk kategori pompa nomor 2, nomor 4 dan nomor 5 di RPKS II PPSDM Migas Cepu.

Referensi

- Ahmad Kurniawan (2019). Karakteristik Pompa Sentrifugal Dengan Variasi Penambahan Jumlah Fin Pada Bilah Tipe Semi Open, Vol 15, No 01, Hal 20- 26.
- Berli P Kamil, Deby Arikh Nasaka, Bambang Riyanta, Azhim Asyaratu (2019). Deteksi Kavitas Pada Pompa Sentrifugal Menggunakan Spektrum Getaran dan Spektrum Envelope, Vol 2, No 1, Hal 1- 10
- Dewa Gede Uki Atmaja, Cok Gede Indra Partha, I Gede Dyana Arjana (2020). Desain Sistem Otomatisasi Pompa Menggunakan Picobox di PDAM Kota DENPASAR, Vol 07, No 03, Hal 15- 24.
- Fadli (2022) Laporan Kuliah Kerja Praktek Evaluasi Proses Pengolahan Air Pada Unit Water Treatment Plant di Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Minyak dan Gas Bumi (PPSDM MIGAS CEPU).
- Fauzi susanto. (2006). Pengaruh Pembelokan (*Elbow*) Terhadap Kehilangan Energi Pada Saluran Pipa Galvanis.
- Gatot Ranggatama, Hadi Pranoto (2020). Analisis Perancangan Pompa Sentrifugal pada Perancangan *Shower Tester Booth* di PT X, Vol 09, No 02, Hal 88- 95.
- Marcelino B Pattiasina (2023). Evaluasi Unjuk Kerja Pompa Avtur Pada *Intergreted Terminal* PT Pertamina Patra Niaga Terminal Wayame Ambon
- Marfizal (2019 ,9 may) mekanika fluida 2 pertemuan 3 diunduh dari <https://www.slideshare.net/PutraVanAndalas/mekanika-fluida-2-pertemuan-3-okk>
- Prof. Praveen Rathod, Shreerang Karambelkar, Rutvik Khaire, Mangesh Dhavale, Pruthviraj Raut (2023). *Automated Water Pump System*, Vol 03, No 07, Hal 247-255.
- Petrus Cantona , Maria Stevanie Dwi A ,Cecep Slamet Abadi , dan M. Syujak (2019) Analisis Head loss dan Kavitas dari Rangkaian Pompa Sentrifugal Ebara di PT. PBI, Hal 87-93.
- Rizky Amalia (2022). Laporan Kuliah Kerja Praktek Evaluasi Proses Pengolahan Air Pada Water Treatmen Plant di Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Minyak dan Gas Bumi (PPSDM MIGAS CEPU).
- Riki Candra Putra (2018). Perancangan Pompa Sentrifugal Dan Diameter Luar Impeller Untuk Kebutuhan Air Kapasitas 60 LPM Di Gedung F dan D Universitas Muhammadiyah Tangerang, Vol 07, No 01, Hal 15 -25.

Journal Mechanical Engineering (JME).
VOL 2, NO. 1 April 2024

- Shahifa Habiba, Elinda Kartika Sari, Arief Budiono, Rieza Mahendra Kusuma (2021) Analisa Bod Unit IPAL Sistem CPI (*Corrugated Plate Interceptor*) dan Efisiensi Kinerjanya di PPSDM Migas Cepu, Vol 07, No 02, Hal 487- 493.
- Vladyslav Kondus, Ivan Pavlenko, Oleksandr Kulikov and Oleksandr Liaposhchenko (2023). Development of a High-Rotational Submersible Pump for Water Supply, Hal 2-18.
- Yudhy Kurniawan, Kusnandar (2018). Uji Karateristik Pompa Sentrifugal Pada Cooling Hydronic System Menggunakan Refrijeran Ramah Lingkungan, Vol 04, No 01, Hal 63-71.