Propeller Jurnal Permesinan (PJP)
Vol. 1, No. 2, Desember 2023, 101-114
Available online at https://jurnalprodi.idu.ac.id/index.php/Propeller

PENGARUH PROSES OVERHAUL TERHADAP PERFORMA BOILER FEED PUMP PADA BEBAN 293 MW UNIT 1 DI PT.PJB O&M PLTU INDRAMAYU

THE EFFECT OF THE OVERHAUL PROCESS ON THE PERFORMANCE OF THE BOILER FEED PUMP AT THE LOAD OF 293 MW UNIT 1 AT PT. PJB O&M PLTU INDRAMAYU

Aji Abdillah Kharisma[1*], Agung Dwi Sapto[2], Candra Wijaya[3]

[1,2,3] Universitas Gunadarma, Depok, Indonesia

Sejarah Artikel

Diterima: September 2023
Disetujui: Oktober 2023
Dipublikasikan: Desember 2023

Abstract

A boiler feed pump helps circulate the water to be pushed to the boiler, raises the temperature and pressure of the water before it reaches the boiler, and pumps boiler filler water from the deaerator to the boiler drum. In this study, the components in the boiler feed pump system are calculated and analyzed to determine the performance of the boiler feed pump. In unit 1 overhaul, the writer wishes to compare the performance of the boiler feed pump before and after the overhaul. The performance of the boiler feed pump may be obtained by calculating the total pump head and fluid power to find the results of pump efficiency. The results of the calculation of boiler feed pump performance before the overhaul are 1,724.25 m head, 2619.86 kW pump motor power, 4906.10 rpm rotation speed, and 70.8% efficiency while after overhaul the head value is 1790.02 m, the pump motor power was 2619.86 kW and the efficiency of the boiler feed pump increased by 74.14%. The decline in the performance of the boiler feed pump is due to damage to the internal parts, both from the rotary and stationary parts.

Kata Kunci

Boiler feed pump; pompa centrifugal; efisiensi pompa; fluid coupling

Abstrak

Boiler feed pump adalah pompa yang berfungsi untuk memompa air pengisi boiler dari deaerator menuju ke boiler drum, membantu sirkulasi air yang akan di pompa ke boiler, serta menaikan tekanan dan suhu air sebelum masuk ke boiler. Pada penelitian ini membahas tentang komponen yang ada dalam sistem Boiler feed pump, dan menghitung serta menganalisa hasil dari performa Boiler feed pump. Pada overhaul unit 1 akan membandingkan performa boiler feed pump sebelum dan sesudah overhaul, performa boiler feed pump dapat dicari dengan cara menghitung head total pompa, dan daya fluida untuk menemukan hasil efisiensi pompa. Hasil dari perhitungan performa boiler feed pump sebelum overhaul yaitu head 1.724,25 m, daya motor pompa 2619,86 kW, kecepatan putaran 4906,10 rpm, dan efisiensi 70,8% sedangkan setelah dilakukan Overhaul didapatkan nilai dari head 1790,02 m, daya

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. © 2023, Aji Abdillah Kharisma, Agung Dwi Sapto, Candra Wijaya

motor pompa 2619,86 kW dan efisiensi boiler feed pump naik hingga 74,14%. Penurunan performa boiler feed pump dikarenakan oleh kerusakan pada internal part baik dari bagian rotary maupun bagian stationary.

DOI:
10.33172/pjp.v1i2

e-ISSN: 3025-5228
© 2023 Published by Program Studi Permesinan Kapal Universitas Pertahanan Republik Indonesia

***Corresponding Author:**

Aji Abdillah Kharisma
Email: ajiabdillah@staff.gunadarma.ac.id

PENDAHULUAN

Salah satu komponen dalam proses produksi listrik di PLTU yaitu *boiler feed pump* (BFP) atau air pengisi boiler merupakan pompa jenis sentrifugal bertingkat dengan putaran tetap ataupun putaran variable. Pompa tersebut memompa air dari dearator storage tank ke boiler. Dengan penggunaan waktu pengoperasian yang lama maka akan menyebabkan penurunan performa dari pompa tersebut. Untuk mempertahankan performa BFP tetap berjalan dengan baik maka akan dilakukan pengecekan, pemeliharaan yang rutin, pengadaan *overhaul* pada mesin tersebut. *Overhaul* merupakan perbaikan, pemeliharaan, dan pengujian secara menyeluruh dari suatu alat sampai diperoleh suatu kondisi yang bisa diterima. Dari permasalahan yang ada diatas dengan penurunan performa *boiler feed pump* yang diakibatkan karena pengoperasian secara terus-menerus dapat dijadikan sebagai landasan untuk melakukan penelitian lebih lanjut.

Beberapa penelitian terdahulu telah banyak dilakukan sebagai acuan penelitian lebih lanjut untuk kedepan nya terutama pada *boiler feed pump.* Pada penelitian ini pompa air umpan boiler pada PLTU PT.ICA mempunyai kapasitas laju aliran 85 m^3/jam yang dipasang secara sporadis dengan motor sebagai penggerak pompa untuk evaluasi meliputi tekanan dan suhu hisapan, tekanan dan suhu pelepasan, laju aliran dan kuat arus listrik (Eko et al. 2021).

Mengetahui peforma Boiler Feed Pump di PLTU Ombilin. Dengan menghitung kapasitas, Head total, Daya pompa, dan Daya pengisi, dan efisiensi. Yang mempengaruhi peforma Boiler Feed Pump yaitu Head , Kavitasi. Solusi untuk manjaga peforma BFP yaitu dengan menjaga motor agak bekerja dengan maksimal, dan menjaga Daya pompa agar aliran fluida yang masuk konstan (Zendie et al. 2020).

Interpretasi kinerja BFPT dengan memperhitungkan efisiensi pompa dengan menggunakan data untuk mengevaluasi hasil dari tekanan dan suhu pada hisap, tekanan dan

suhu pada pelepasan, dan aliran kapasitas dengan waktu operasional selama kurun waktu 1 tahun dari bulan Januari hingga Desember 2014 (Sukamta et.al 2015).

Metode *Markov Chain* digunakan untuk menyelesaikan masalah kerusakan mesin *boiler feed pump* sehingga dapat mengurangi biaya pengeluaran perbaikan dan perawatan berdasarkan perhitungan waktu *downtime* yang terjadi akibar berhenti beroperasi nya mesin *boiler feed pump* (Ivan et.al 2021).

Continuous operation menyebabkan menurunnya tingkat kehandalan sekitar 10% dan terjadinya *breakdown* dan *downtime* yang tinggi pada mesin-mesinnya terutama pada mesin BFP (*Boiler Feed Pump*). Metode preventive maintenance merupakan suatu solusi yang dipertimbangkan dalam memperbaiki kinerja mesin yang ada dan merupakan kebaruan dalam penanggulangan resiko kerusakan mesin pada perusahaan (Nuke 2020).

Telah terjadi tren peningkatan *downtime* dan *derating* mesin *boiler* di PLTU Nii Tanasa pada rentang 2019–2021. Sistem boiler merupakan salah satu sistem yang sering mengalami gangguan. Dari masalah tersebut digunakan metode FMECA dengan melakukan analisis risiko dengan output nilai RPN (*Risk Priority Number)* (Muhammad et al. 2023).

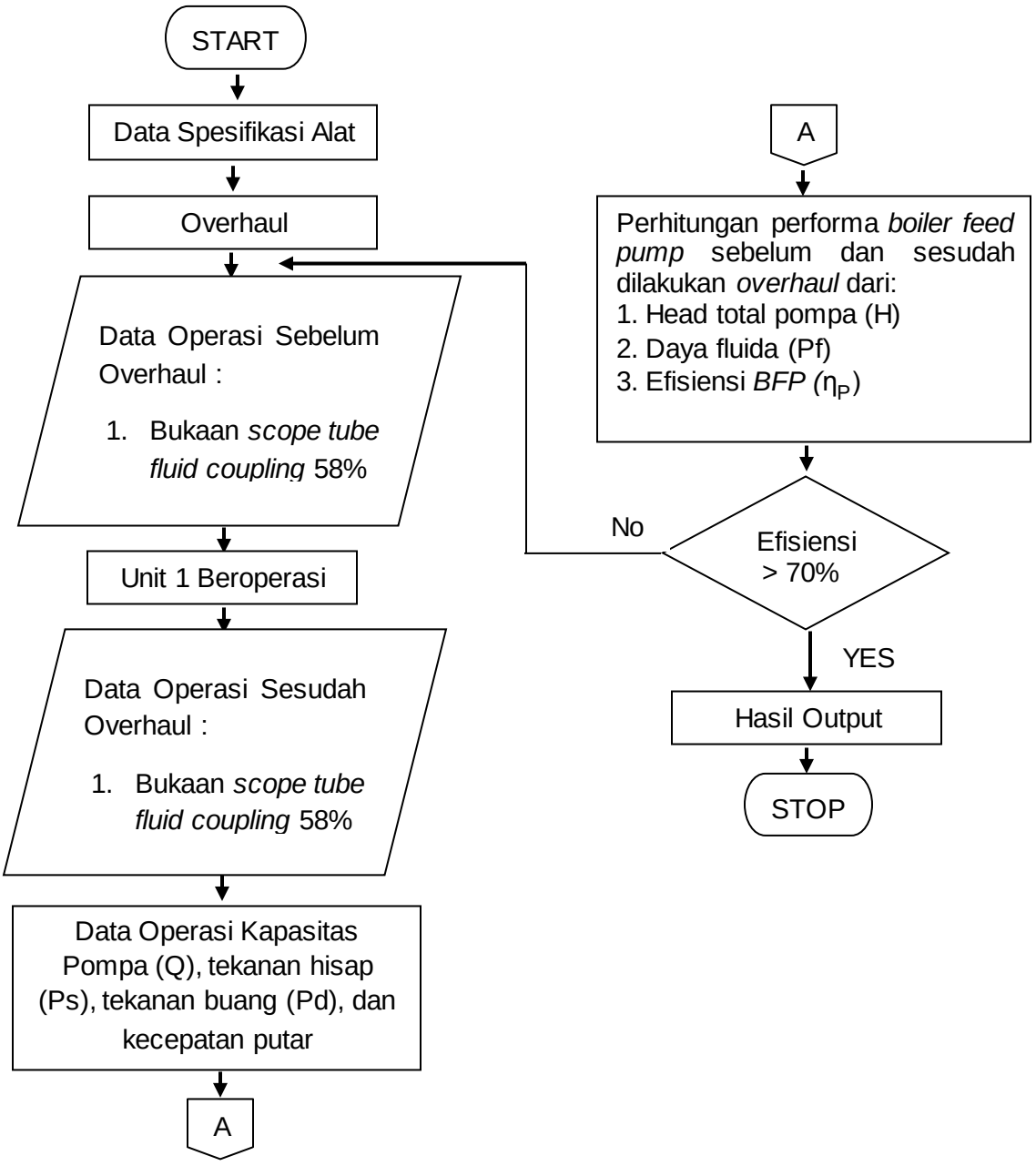
Mengetahui faktor penyebab turunnya kinerja boiler setelah beroperasi 24 tahun. Pada penelitian ini telah dilakukan pengecekan kualitas air pengisi dan kualitas bahan bakar yang digunakan serta e*quipment boiler* dengan output yang dihasilkan adalah efisiensi dari mesin tersebut (Sumadi et.al 2021). Penelitian tersebut dilakukan untuk mengetahui daya maksimum yang dibangkitkan oleh turbin dan energi kalor yang dibutuhkan oleh boiler selama 1 minggu (Hammada et.al 2020).

Berdasarkan berbagai penelitian yang telah dibahas dari peneliti terdahulu, perlu dilakukan lebih lanjut penelitian tentang mesin *boiler feed pump* dengan masalah-masalah yang berbeda-beda, Oleh karena itu pada penielitian ini akan membahas tentang pengaruh pengadaan *overhaul* terhadap performa *boiler feed pump* pada Beban 293 MW Unit 1 PT. PJB PLTU Indramayu. Analisa dilakukan setelah dilakukan nya proses pengadaan *overhaul* pada unit 1 PT. PJB PLTU Indramayu dengan output yang dihasilkan adalah hasil dari *head,* daya motor, kecepatan putaran dan efisiensi dari mesin *boiler feed pump* tersebu baik sebelum dan sesudah dilakukan nya *overhaul.*

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah dengan mengambil data secara langsung (*Direct Method)* dilapangan dengan studi *overhaul* pada mesin *boiler feed pump*. Tahapan proses pada penelitian ini dilakukan dengan tahapan proses mengumpulkan data-data

operasi yang digunakan untuk sebelum dan sesudah *overhaul* seperti kapasitas Pompa (Q), tekanan hisap (P_s), tekanan buang (P_d), dan kecepatan putaran, analisa hasil data dengan menghitung ouput dari hasil *head* total pompa, daya fluida dan efisiensi *boiler feed pump* (BFP) agar mampu mendapatkan target output penelitian dari efisiensi *boiler feed pump* > 70%. Adapun tahapan diagram alir penelitian diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

A. Spesifikasi Motor *BFP*, *Fluid Coupling, Boiler Feed Pump*

Spesifikasi komponen motor, *fluid coupling* dan mesin *boiler feed pump* yang digunakan pada PLTU Indramayu masing – masing diperlihatkan pada tabel 1, tabel 2 dan tabel 3 serta gambar motor pompa BFP, *fluid coupling,* dan mesin *boiler feed pump* masing-masing diperlihatkan pada gambar 2, gambar 3, dan gambar 4. (PT.PJB PLTU Indramayu 2019).

Tabel 1. Spesifikasi Motor Penggerak *BFP*

Item	Keterangan
Rated Output	5600 kW
Stator	6kV
Speed	1490 rpm
Endosure	IP54
Standard	Q/DBEB005-2005
Current	637 Ampere
Insulation Class	F

Gambar 2. Motor Pompa *Boiler feed pump*

Tabel 2. Spesifikasi *Fluid Coupling*

Item	Keterangan
Type	R17K.2E
Serial No.	8 203 497
Year built	2008
Pt (Power Absorbed at Duty)	4517 kW
n_s (speed)	1490 rpm
u_1	124/33 z_2/z_1

Gambar 3. *Fluid Coupling*

Tabel 3. Spesifikasi *boiler feed pump*

Item	Keterangan
Temperature	183,49°C
Density	883,16 kg/m^3
Suction Flow Rate	605 (685) m^3/h
Discharge Flow Rate	575 (651) m^3/h
Head	2301 m
NPSH	37,9 m
Flow Rate	30 m^3/h
Efficiency	81,7 %
Power Absorbed	4517 kW
Speed	5491 rpm

Gambar 4. Mesin *Boiler Feed Pump*

B. Data Pompa

Variabel data pompa yang digunakan sebelum *overhaul* dilakukan pada desember 2019 pada mesin *boiler feed pump* dengan beban 293 MW diperlihatkan pada tabel 4 dan variabel

data pompa sesudah *overhaul* dilakukan pada maret 2020 dengan beban 293 MW diperlihatkan pada tabel 5. Pengambilan data tersebut dilakukan secara langsung pada ruang kontrol (*center controlroom*) di PLTU.

Tabel 4. Data BFP dengan Beban 293 MW Unit 1 sebelum *overhaul*

Parameter	Nilai	Units
Flow Rate (Q)	395,79 Ton/h	0,110 m^3/s
Suction Pressure (Ps)	1,7658 MPa	1,7658 $x10^6$ N/m^2
Discharge Pressure (Pd)	18,63 MPa	18,63 $x10^6$ N/m^2
Kecepatan Putaran (n)	4906,10 Rpm	4906,10 Rpm
Bukaan *scope tube fluid coupling*	58%	58%

Tabel 5. Data BFP dengan Beban 293 MW Unit 1 sesudah *overhaul*

Parameter	Nilai	Units
Flow Rate (Q)	399,26 Ton/h	0,110 m^3/s
Suction Pressure (Ps)	1,7325 MPa	1,7325 $x10^6$ N/m^2
Discharge Pressure (Pd)	19,24 MPa	19,24 $x10^6$ N/m^2
Kecepatan Putaran (n)	4925,39 Rpm	4925,39 Rpm
Bukaan *scope tube fluid coupling*	58%	58%

C. Persamaan Perhitungan Analisa Performa Pompa Sentrifugal

Dalam menghitung performa kinerja dari pompa sentrifugal terdapat beberapa parameter yang perlu dihitung seperti kapasitas, head suction, head discharge, total head pompa, daya pompa, daya fluida, efisiensi pompa (Catharina 2013)

1. Head Total Pompa

   Head total pompa adalah suatu sistem pompa adalah jumlah besarnya tekanan ketika air mengalir dalam suatu sistem. Untuk menghitung head total pompa menggunakan persamaan 1.

$$H = \frac{(P_d - P_s)}{\rho \times g} \quad (1)$$

2. Daya Fluida Pompa

   Daya fluida pompa adalah daya yang diperlukan oleh pompa untuk mengangkat sejumlah zat cair pada ketinggian tertentu. Persamaan yang digunakan dalam menghitung daya fluida pompa adalah persamaan 2.

$$P_f = H \times Q \times \rho \times g \quad (2)$$

3. Efisiensi Pompa (η_P)

Efisiensi pompa adalah seberapa baik pompa mengubah energi yang berguna dari sumber tenaga hidrolik dan mentransfernya ke keluaran pompa. Untuk menghitung efisiensi pompa menggunakan persamaan 3.

$$\eta_P = \frac{P_f}{P_t} x\ 100\% \quad (3)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan variabel data yang telah dijelaskan pada metode penelitian. Hasil perhitungan performa *boiler feed pump (BFP)* sebelum dan sesudah *overhaul* pada unit 1 adalah sebagai berikut :

A. Hasil perhitungan *boiler feed pump (BFP)* sebelum *overhaul*

1. Head Total Pompa (H)

$$H = \frac{(P_d - P_s)}{\rho x g}$$

$$H = \frac{(18{,}63 \times 10^6\ N/m^2 - 1{,}7658 \times 10^6\ N/m^2)}{997\ kg/m^3 \times 9{,}8\ m/s^2}$$

$$H = 1.724{,}25\ m$$

2. Daya Fluida (P_f)

$$P_f = H \times Q \times \rho \times g$$

$$P_f = 1.724{,}25\ m \times 0{,}110\ m^3/s \times 997\ kg/m^3 \times 9{,}8\ m/s^2$$

$$P_f = 1.855.056\ watt = 1855{,}056\ kW$$

3. Efisiensi Pompa (η_P)

Besar daya motor pompa tergantung dari bukaan *scoop tube fluid coupling* yang dapat dilihat dalam bentuk persentase bukaan *scoop tube fluid coupling* tergantung pada beban aktual sistem pembangkit. Pada beban maksimal nilai P_t sebesar 4517 kW, sedangkan pada beban 293 bukaan *scoop tube fluid coupling* sebesar 58% dari beban maksimal yaitu 2619,86 kW.

$$\eta_P = \frac{P_f}{P_t} x\ 100\%$$

$$\eta_P = \frac{1855{,}056\ kW}{2619{,}86\ kW} x\ 100\%$$

$$\eta_P = 70{,}8\%$$

B. Hasil perhitungan *boiler feed pump (BFP)* sesudah *overhaul*

1. Head Total Pompa (H)

$$H = \frac{(P_d - P_s)}{\rho \times g}$$

$$H = \frac{(19{,}24 \times 10^6\ N/m^2 - 1{,}7325 \times 10^6\ N/m^2)}{997\ kg/m^3 \times 9{,}8\ m/s^2}$$

$$H = 1.790{,}02\ m$$

4. Daya Fluida (P_f)

$$P_f = H \times Q \times \rho \times g$$

$$P_f = 1.790{,}02\ m \times 0{,}110\ m^3/s \times 997\ kg/m^3 \times 9{,}8\ m/s^2$$

$$P_f = 1.943.323{,}17\ watt = 1943{,}323\ kW$$

5. Efisiensi Pompa (η_P)

Bukaan scoop tube fluid coupling sebesar 58% dari beban maksimal P_t sebesar 4517 kW, sehingga beban power yang digunakan sebesar 2619,86 kW.

$$\eta_P = \frac{P_f}{P_t} \times 100\%$$

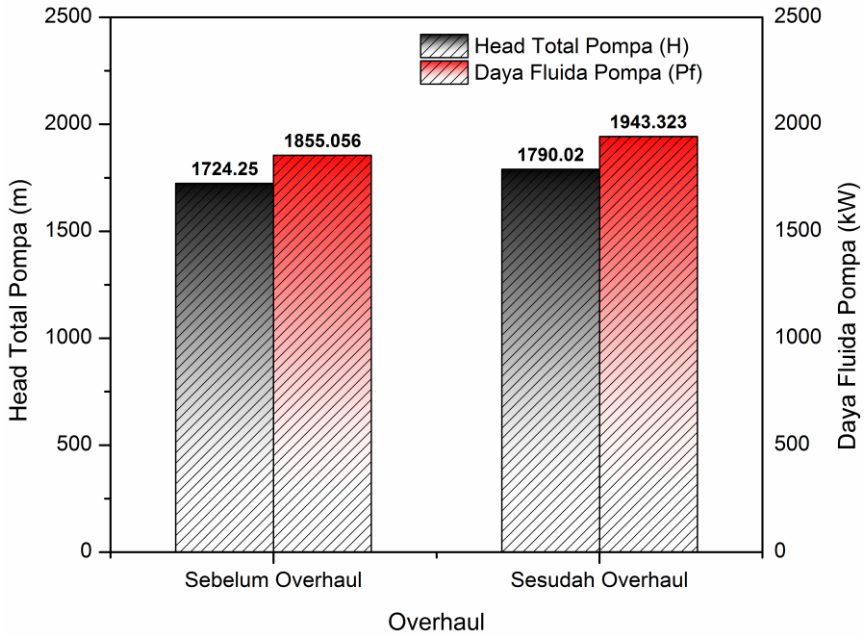
$$\eta_P = \frac{1943{,}323\ kW}{2619{,}86\ kW} \times 100\%$$

$$\eta_P = 74{,}17\%$$

Dari data parameter parameter yang telah dikumpulkan maka telah dilakukan perhitungan performa *boiler feed pump* dan didapat hasil perhitungannya. Hasil perbandingan perhitungan sebelum dan sesudah dilakukan *overhaul* pada mesin *boiler feed pump* diperlihatkan pada tabel 6.

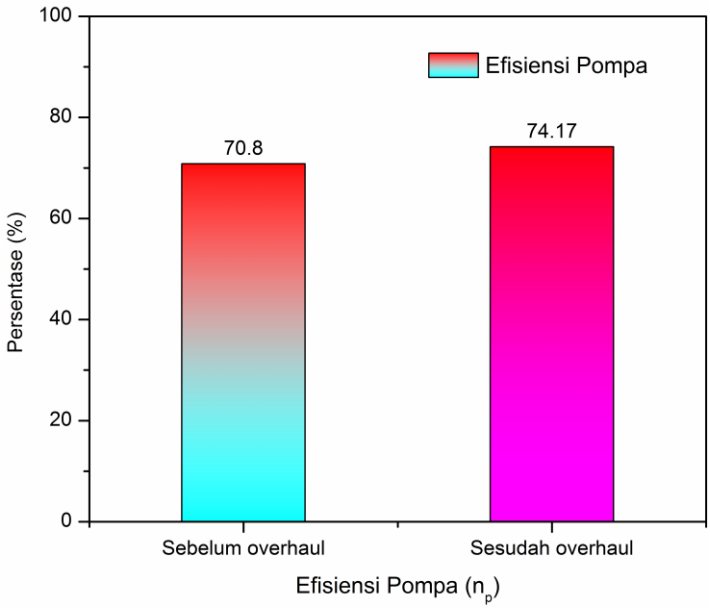
Tabel 6. Perbandingan Hasil Perhitungan BFP Sebelum dan Sesudah *Overhaul*

Parameter	Sebelum *Overhaul*	Sesudah *Overhaul*
Head Total Pompa (H)	1.724,25 m	1.790,02 m
Daya Fluida Pompa (P_f)	1855,056 kW	1943,323 kW
Daya Motor Pompa (P_t)	2619,86 kW	2619,86 kW
Kecepatan Putaran (n)	4906,10Rpm	4925,39 Rpm
Efisiensi pompa (η_p)	70,8%	74,17%
Bukaan *scope tube fluid coupling*	58%	58%



Gambar 5. Perbandingan Hasil Output Head Total Pompa dengan Daya Fluida Pompa sebelum dan sesudah *overhaul* pada *boiler feed pump*

Berdasarkan gambar 5, Performa *boiler feed pump* unit 1 pada beban 293 MW sebelum diadakan *overhaul* pada Desember 2019 menghasilkan nilai *head total* pompa sebesar 1724,25 m, daya fluida motor pompa 1855,056 kW dengan kecepatan putaran 4872 rpm. Namun dapat terlihat bahwa pada data performa *boiler feed pump* unit 1 pada beban 293 MW sesudah *overhaul* pada Maret 2020, nilai *head total pompa* sebesar 1790,02 m, daya fluida motor pompa 1943,32 kW dengan kecepatan putaran 4925,39 rpm.



Gambar 6. Hasil Output Efisiensi Pompa pada *boiler feed pump* sebelum dan sesudah *overhaul*

Sedang berdasarkan gambar 6 menunjukan bahwa hasil output efisiensi pompa pada *boiler feed pump* sebelum dan sesudah *overhaul* mendapatka peningkatan persentase efisiensi pompa pada *boiler feed pump* yaitu 70,8% menjadi 74,14%.

Sebelum dilakukannya *overhaul* sempat terjadi penurunan pada performa *boiler feed pump*, hal tersebut dapat disebabkan oleh banyak hal yang meliputi *internal part* pada *boiler feed pump*, baik dari bagian *rotary* maupun *stationary part.* Internal part yang dimaksud ialah pada bagian *rotary* yaitu kerusakan pada *shaft, impeller, wearing ring impeller, balance drum,* dan *oil deflector*. Sedangkan pada bagian *stationary* meliputi kerusakan pada *diffuser, casing, wearing ring casing, control balance drum,* dan *bearing.* Namun faktor yang paling sering terjadi adalah kerusakan pada *wearing ring* baik pada bagian *rotary* maupun *stationary.*

Selain itu, penurunan performa dari sistem pendukung juga mempengaruhi penurunan performa *boiler feed pump*, seperti penurunan performa dari *booster pump* yang disebabkan karena kebocoran – kebocoran, seperti kebocoran pada *casing* pompa, kebocoran pada *balance pipe*, kebocoran pada pipa sisi *suction* maupun sisi *discharge,* kebocoran pada *mechanical seal*, dan kebocoran pada *cooler*, serta penurunan performa dari parameter operasi sistem pendukung seperti temperature, tekanan, dan parameter lainnya. Namun setelah dilakukan *Overhaul*, pengecekan dan perbaikan pun dilakukan. Sehingga performa dari *boiler feed pump* menjadi lebih baik dari seelum dilakukan *overhaul*.

PENUTUP

Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh pengadaan *Overhaul* terhadap efisiensi *boiler feed pump*, maka dapat ditarik kesimpulan yaitu sebagai berikut :

1. Untuk memasukkan air ke boiler diperlukan suatu pompa yang bertekanan tinggi. Pompa yang dimaksud adalah pompa pengisi boiler atau disebut juga *boiler feed water pump*. Komponen yang ada dalam sistem *Boiler feed pump* yaitu Motor pompa, *fluid coupling,* dan *Boiler feed pump. Boiler feed pump* di PLTU indramayu terdapat 3 buah pompa dalam 1 unit, 2 yang beroperasi dan 1 dalam keadaan *stanby*.
2. Nilai dari performa *boiler feed pump* pada beban 293 MW sebelum dilakukan *Overhaul* didapatkan *head* 1.724,25 m, daya motor pompa 2619,86 kW, kecepatan putaran 4906,10 rpm, dan efisiensi 70,8% sedangkan setelah dilakukan *Overhaul* didapatkan nilai dari head 1790,02 m, daya motor pompa 2619,86 kW dan efisiensi *boiler feed pump* naik hingga 74,14%.
3. Faktor utama penyebab penurunan performa *boiler feed pump* dikarenakan oleh kerusakan pada *internal part* baik dari bagian *rotary* maupun bagian *stationary*. Pada bagian *rotary* yaitu *shaft, impeller, wearing ring impeller, balance drum,* dan *oil deflector.* Sedangkan pada bagian *stationary* meliputi kerusakan pada *diffuser, casing, wearing ring casing, control balance drum, dan bearing.* Selain itu, penurunan performa dari sistem pendukung juga mempengaruhi penurunan performa *boiler feed pump,* seperti penurunan performa dari *booster pump.*

DAFTAR PUSTAKA

Julianto, E., Fuazen., Gunarto., & Sarwono, E. (2021). Performance Analysis of Boiler Feed Water Pump Sulzer at PLTU at PT. Indonesia Chemical Alumina. *SINTEK JURNAL: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin,* 15(2), 103-106, doi: https://doi.org/10.24853/sintek.15.2.103-106

Zendie, E.N., Nofirman., & Mefrizon. (2020). Pengaruh Debit Terhadap Peforma Boiler Feed Pump (BFP) 1 dan 2 Pada PLTU PT. PLN (Persero) Unit Pelaksana Pembangkitan Ombilin Unit 1. *Jurnal Power Plant,* 8(2), 90-99, doi: https://doi.org/10.33322/powerplant.v8i2.1255.

Sukamta., Sudarja., & Muhammad, M.I. (2015). Analisis Unjuk Kerja Boiler Feed Pump Turbine Untuk Kapasitas Ketel Uap 2000 Ton/Jam Di PLTU Cirebon Jawa Barat. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika,* 18(1), 21-29.

Ivan, R., Ellysa, N., & Heksa, G. (2021). Perencanaan Pemeliharaan Mesin Boiler Feed Pump Untuk Menurunkan Biaya Pemeliharaan Menggunakan Metode Markov Chain. *Jurnal Valtech,* 4(2), 226-237.

Nukhe, A.S. (2020). Usulan Perawatan Komponen Kritis Pada Boiler Feed Pump dengan Menggunakan Metode Preventive Maintenance. *SINTEK JURNAL: Jurnal Ilmiah Teknik Industri Prima,* 4(1), 14-21, doi: https://doi.org/10.34012/juritiprima.v4i1.1615.

Muhammad, H.H., Bambang, P.S., & Deny, N. (2023). Risk and Reliability Improvement Analysis of Boiler System Using the Failure Mode Effect Analysis & Critical Analysis (FMECA) Method. *Jurnal Spektrum Industri,* 21(1), 8-20, doi: https://doi.org/10.12928/si.v21i1.98.

Sumadi., Budi, H., Roy, W., Setya, P.S., & Edy, S. (2021). Analisa Kinerja Boiler Industri Setelah Beroperasi 24 Tahun. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin (AME),* 7(2), 74-79, doi: https://doi.org/10.12928/si.v21i1.98.

Catharina, L.D. (2013). Analisa Efisiensi *Boiler feed pump* Unit 2. PT PJB O&M PLTU Indramayu. Politeknik Negeri Bandung, Bandung, Indonesia.

Hammada, A., Jamalludin., & Amiruddin. (2020). Analisa Pembangkit Tenaga Listrik Dengan Tenaga Uap di PLTU. *Jurnal Teknologi,* 15(2), 103-106. doi : https://doi.org/10.47398/iltek.v15i02.33.

Dokumentasi di PT.PJB PLTU Indramayu Addiarto, W., & Wahyusari, S. (2018). *Strategi terkini simulasi bencana dengan media tabletop disaster exercise (TDE)*. Malang: Unidha Press. → **Buku**

Maher, B. A. (Ed.). (1972). *Progress in experimental personality research (6 vols.)*. New York: Academic Press. → **Buku dengan Editor**

Capra, F. (1999). *Titik balik peradaban* (M. Thoyyibi, Trans.). Yogyakarta: Yayasan Bentang Budaya. (*The Turning Point: Science, Society, and the rising culture*. Original work published 1982). → **Buku Terjemahan**

McCabe, D. (2005). Cheating: Why students do It and how we can help them stop. In A. Lathrop, K. Foss (Eds.), *Guiding students from cheating and plagiarism to honesty and integrity: Strategies for change* (pp. 237-246). USA: Libraries Unlimited. → **Bab/ Artikel dalam Buku Tersunting**

Desfandi, M., Maryani, E., & Disman. (2019). Implementation of adiwiyata program in the effort to create environmental cultured school in Banda Aceh. *Sumatra Journal of Disaster, Geography, and Geography Education,* 3(2), 1-8, https://doi.org/10.24036/sjdgge.v2i1.142 → **Jurnal *Online***

Sulistyaningsih, W. (2012). Ketangguhan Mental Anak dalam Menghadapi Bencana. *Jurnal Penanggulangan Bencana, 3*(1), 25-34. → **Jurnal Cetak**

Wilkinson, R. (1999). Sociology as a marketing feast. In M. Collis, L. Munro, & S. Russell (Eds.), *Sociology for the new millennium*. Paper presented at The Australian Sociological Association, Monash University, Melbourne, 7-10 December (pp. 281-289). Churchill: Celts. → **Proceeding**

Makmara. T. (2009). *Tuturan persuasif wiraniaga dalam berbahasa Indonesia: Kajian etnografi komunikasi.* (Unpublished master's thesis) Universitas Negeri Malang, Malang, Indonesia. → **Tesis**

United Arab Emirates architecture. (n.d.). Retrieved June 17, 2010, from UAE Interact website: http://www.uaeinteract.com/ →***Website***

Menteri Perhubungan Republik Indonesia. (1992). *Tiga undang-undang: Perkeretaapian, lalu lintas, dan angkutan jalan penerbangan tahun 1992*.→ **Dokumen Pemerintah**