

ANALISA KERUSAKAN POMPA OLI TEMPERATURE CONTROL UNIT PADA MESIN *LONGITUDINAL STRECHER* DITINJAU DARI KERUGIAN BIAYA PRODUKSI DI PT. POLIDAYAGUNA PERKASA UNGARAN

¹⁾Muhamad Safi'i, ²⁾Rouf Muhammad, ³⁾Nur Baiti Jannati

^{1,2)} Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Sains Al-Qur'an Wonosobo

³⁾ Jurusan Akuntansi, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Sains Al-Qur'an Wonosobo
¹⁾muhamadsafii17@unsiq.ac.id, ²⁾rouf@unsiq.ac.id, ³⁾ nurbaitij@unsiq.ac.id

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel :

Diterima : 1 Februari 2024
Disetujui : 6 Februari 2024

Kata Kunci :

Pompa, Sentrifugal, TCU

ABSTRAK

Pompa adalah mesin yang berfungsi untuk memindahkan fluida dengan cara merubah energi mekanis menjadi energi fluida dan tekanan, mengangkut fluida melalui sistem perpipaan. *Head*, debit, efisiensi, kinerja dan performa menjadi perhatian utama pada pompa sentrifugal, aspek tersebut dapat dijadikan tolok ukur dalam memilih jenis pompa yang sesuai dengan kebutuhan. Kerusakan pada pompa oli TCU disebabkan oleh kerusakan *bearing* akibat kurang pelumasan, keausan poros, kerusakan pada *couple* dan karet *couple*, kebocoran pada pipa dan *valve*, kebocoran pada dan *mechanical seal* pompa. Berbagai macam desain dan konfigurasi pompa sentrifugal sudah banyak dilakukan, baik secara eksperimen maupun simulasi dengan berbagai macam konfigurasi dan variasi, singkatnya penelitian ini akan mengkaji kerusakan pompa oli *temperature control unit* pada mesin *longitudinal stretcher* ditinjau dari kerugian biaya produksi Di PT. POLYDAYAGUNA PERKASA Ungaran dengan pendekatan analisa matematis. Hasil penelitian menunjukkan estimasi kerugian biaya produksi akibat kerusakan pompa oli TCU dengan dalam waktu 6 bulan adalah Rp. 600.000.000,- dan Rp. 120.000.000,- pada pompa dengan *mechanical seal*. Estimasi kerugian biaya produksi pompa oli dengan *mechanical seal* sangat dianjurkan dipakai pada mesin *longitudinal stretching* karena lebih efisien, namun mesti harus ada pengembangan lebih lanjut.

ARTICLE INFO

Article History :

Received : Feb 1, 2024
Accepted : Feb 6, 2024

Keywords:

Pump, Centrifugal, TCU

ABSTRACT

A pump is a machine that functions to move fluids by converting mechanical energy into fluid energy and pressure, transporting fluids through a piping system. Head, flow, efficiency, performance and performance are the main concerns for centrifugal pumps, these aspects can be used as benchmarks in choosing the type of pump that suits your needs. Damage to the TCU oil pump is caused by bearing damage due to lack of lubrication, shaft wear, damage to the couple and rubber couple, leaks in pipes and valves, leaks in the and pump mechanical seal. Various designs and configurations of centrifugal pumps have been carried out, both experimentally and in simulations with various configurations and variations. In short, this research will examine damage to the oil pump temperature control unit on longitudinal stretcher machines in terms of production cost

losses at PT. POLYDAYAGUNA PERKASA Ungaran with a mathematical analysis approach. The research results show that the estimated loss in production costs due to damage to the TCU oil pump with within 6 months is IDR. 600,000,000,- and Rp. 120,000,000,- for pumps with mechanical seals. Estimated production cost losses for oil pumps with mechanical seals are highly recommended for use on longitudinal stretching machines because they are more efficient, but there must be further development.

1. PENDAHULUAN

Pompa adalah suatu mesin yang berfungsi untuk memindahkan fluida dengan cara merubah energi mekanis menjadi energi fluida dan tekanan, mengangkut fluida melalui sistem perpipaan (G. Ranggatama, 2020). Pompa terbagi atas beberapa jenis, salah satunya adalah pompa sentrifugal yang biasanya digunakan untuk memompa air. Pompa sentrifugal merupakan pompa kerja dinamis yang paling banyak digunakan karena mempunyai bentuk sederhana dan harganya relatif murah (K. Tarigan, 2021).

Keuntungan menggunakan pompa sentrifugal dibandingkan dengan pompa kerja positif adalah gerakan impeller yang kontinyu dan menyebabkan aliran tunak, kehandalan operasi tinggi disebabkan oleh elemen yang sederhana dan tidak adanya katup-katup. Kemampuan pompa sentrifugal untuk beroperasi pada putaran tinggi dan dapat dikopel langsung dengan motor AC maupun DC sehingga membutuhkan ruangan yang kecil, ringan, serta biaya instalasi dan perawatan yang murah (Sularso, 2004).

Head, debit, efisiensi, kinerja dan performa menjadi perhatian utama pada pompa sentrifugal, aspek tersebut dapat dijadikan tolok ukur dalam memilih jenis pompa yang sesuai dengan kebutuhan. (Y. Kurniawan, 2018). Pompa sentrifugal diteliti untuk kebutuhan debit air di Gedung C RSUD Kota Bukittinggi dengan pendekatan matematis, berdasarkan hasil perhitungan, debit air yang dibutuhkan $0.08333 \text{ m}^3/\text{min}$, bak penampung atas dengan kapasitas 150.000 liter, bak penampung bawah 5.000 liter dan H_{tot} yang terjadi adalah 18.429 m. Maka spesifikasi pompa yang diperlukan adalah $40 \times 32B2-51.5$ Grundfos CM 10^{-3} (M. R. Anggraini, 2021).

Susunan pompa sentrifugal baik seri maupun paralel diteliti untuk mencari desain paling optimal dengan variasi variasi pipa isap (section) $\frac{3}{4}$ " dan 1" (inch), hasilnya pompa sentrifugal dengan sistem paralel dan pipa isap $\frac{3}{4}$ " bukaan katup 90° didapatkan nilai efisiensinya sebesar 86% dengan nilai kapasitas $0.00053 \text{ m}^3/\text{s}$. Sedangkan pada pipa isap 1" didapatkan nilai efisiensinya sebesar 94% dengan nilai kapasitas $0.00058 \text{ m}^3/\text{s}$ (M. I. Maulana, 2021).

Pompa sentrifugal dengan variasi kecepatan sudut 999 rad/s sampai 3000 rad/s diteliti guna untuk mencari efisiensi pompa. Hasilnya, pada kecepatan sudut 3000 rad/s pompa dapat menghasilkan *head* hingga 12.28 m, Semakin bertambah kecepatan sudut maka efisiensinya semakin meningkat, ini disebabkan karena daya hidrolik pompa semakin meningkat dimana peningkatan daya hidrolik disebabkan oleh kapasitas debit aliran yang bertambah dan *head* pompa yang semakin meningkat (Mustakim, 2015).

Analisa simulasi pada *impeller* untuk mendeteksi kavitas dilakukan dengan pendekatan *Computational Fluid Dynamics* dengan memvariasikan debit aliran sebesar 2.74 m/s dan 2.97 m/s, NPSH yang tersedia adalah 2.13 dan NPSH yang diperlukan 0.5 sehingga terhindar dari kavitas dikarenakan nilai NPSH yang tersedia lebih besar dari nilai NPSH yang diperlukan (Rosid, 2017).

Rangkaian seri dan paralel diteliti dengan analisa simulasi dengan memvariasikan Rpm motor mulai dari 1000 Rpm, 1200 Rpm, 1400 Rpm, dan 1800 Rpm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konfigurasi seri memiliki nilai *head* yang lebih tinggi dibandingkan paralel. Sedangkan konfigurasi paralel memiliki nilai kapasitas yang lebih tinggi dibandingkan seri. Efisiensi pompa tertinggi pada uji unjuk kerja pompa ini pada konfigurasi seri 1800 Rpm

adalah 83,4% untuk eksperimen dan 85% untuk simulasi. Sedangkan efisiensi pompa terendah terdapat pada pompa konfigurasi paralel 1800 rpm dengan efisiensi 14.1% untuk eksperimen dan 15.5% untuk simulasi (A. H. Pohan, 2018).

Berbagai macam desain dan konfigurasi pompa centrifugal sudah banyak dilakukan, baik secara eksperimen maupun simulasi dengan berbagai macam konfigurasi dan variasi, singkatnya penelitian ini akan mengkaji kerusakan pompa oli temperature control unit pada mesin longitudinal *stretcher* ditinjau dari kerugian biaya produksi Di PT. POLYDAYAGUNA PERKASA Ungaran dengan pendekatan analisa matematis.

2. METODE

2.1. Model Fisik



Gambar 1. Tampak Samping Pompa Oli TCU Mesin *Longitudinal Stretcher*

Gambar 1 menunjukkan gambar tampak samping pompa Oli TCU mesin *longitudinal stretcher*. Pompa ini terdiri dari beberapa komponen seperti poros, bearing, mur, baut, casing, impeller, couple, mechanical seal, sistem lubrikasi dan lainnya (Sularso, 2004).

2.2. Spesifikasi Pompa

a. Spesifikasi Pompa



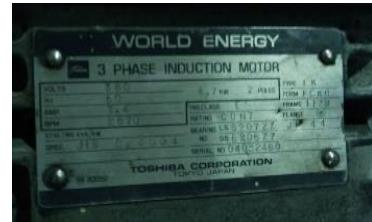
Gambar 2. Spesifikasi Pompa Oli TCU Mesin *Longitudinal Stretcher*

Gambar 2 merupakan spesifikasi pompa oli TCU mesin *longitudinal stretcher*. Spesifikasi pompa merupakan serangkaian yang mengungkapkan detail-detail yang tepat dan

terukur mengenai apa yang harus dilakukan pada pompa.

b. Motor Listrik

Gambar 3 merupakan spesifikasi motor listrik pada pompa oli TCU dengan Merek: *World Energy*, Model/Posisi: Horizontal (*Foot Mounting*), Power (Hp/kW): 7.5/5.5, Voltase: 380/415, Sambungan: Delta/Star, RPM (r/min): 1500, Pole: 4.



Gambar 3. Spesifikasi Motor listrik

c. Impeller

Gambar 4 adalah impeller pada pompa oli TCU dengan spesifikasi: diameter untuk poros 25 mm dengan alur spei 8 x 25 mm dengan kedalaman alur 4 mm, diameter luar 260 mm dan ketebalan 20 mm dengan 6 sirip.



Gambar 4. Impeller

d. Poros



Gambar 5. Poros (shaft)

Gambar 5 adalah poros pompa oli TCU dengan spesifikasi sebagai berikut: ulir baut M 16 x 1.5 x 25 mm, diameter untuk couple dan impeller 25 mm dengan alur spei 8 x 25 mm dengan kedalaman 4 mm, poros untuk inner 30 mm dengan panjang 50 mm, ulir untuk membalikkan oli dengan diameter 50 mm, poros untuk mechanical seal 35 mm, poros untuk bearing 30 mm, cyrclift pengunci bearing dengan diameter 28.5 x 1.5 mm.

e. *Bearing*

Gambar 6 adalah *bearing* yang digunakan pada pompa TCU, *bearing* yang digunakan adalah *Bearing SKF 6306-2Z/C3*, yakni dengan arti: 6 = jenis leher dengan bantalan bola, 3 = dimensi laher (diameter luar laher 37 mm dan tebal 12 mm), 06 = diameter dalam 30 mm, 2z = zinc (*double seal*), C3 = Clearance (keregangan) dalam satuan mikron 1/1000. *Bearing* tersebut nantinya berkedudukan di rumah pompa seperti yang terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Bearing

f. Rumah Pompa (*Casing*)

Rumah Pompa (*Casing*) berfungsi menjaga integritas pompa serta membimbing aliran air melalui proses pergerakan dari saluran masuk hingga ke saluran keluar seperti yang terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Rumah Pompa (*Casing*)

g. *Inner bearing*

Inner bearing berfungsi sebagai komponen yang mendukung pergerakan putar roda, bantalan dan memastikan bantalan berputar dengan bebas, lancar, dan minim gesekan. Gambar 8 adalah gambar *inner bearing* dengan spesifik: D = 32 mm, d = 30 mm, tebal = 2 mm, lebar = 20 mm.



Gambar 8. Inner bearing

h. *Couple*

Couple berguna untuk mentransmisikan daya putar pada motor ke pompa seperti yang terlihat pada Gambar 9. Spesifik *couple* pompa oli TCU adalah sebagai berikut: Diameter untuk

poros 25 mm, alur spei 8 x 25 x 4 mm, diameter luar 120 mm dan tebal 20 mm, baut dengan ukuran M 12 x 20 mm dengan lengan baut panjang 40 dan tebal 14 mm mm, karet *couple* dengan d = 14 mm dan D = 30 mm.



Gambar 9. Couple Pompa

i. *Mechanical seal*

Mechanical seal dengan tipe untuk as 30 mm dijelaskan pada Gambar 10. Diameter as: 30 mm, tinggi seal: 60 mm, lebar seal: 28.8 mm, lalu untuk keramik dan karet spesifikasi adalah: tinggi karet & keramik 8.4 mm, diameter luar karet 27 mm, diameter dalam keramik 17.5 mm.



Gambar 10. Mechanical Seal

j. Baut untuk tutup pompa dan *casing*

Gambar 11 adalah baut yang digunakan untuk mengunci komponen tutup dan *casing* pompa dengan spesifik baut *casing*: M 10 x 25 x 1,25 dan untuk tutup pompa M 8 x 20 x 1 mm dengan masing-masing diberi ring per dengan ukuran M 10 dan M 8.



Gambar 11. Baut dan ring per

2.3. Prinsip Kerja

Pada dasarnya mesin longitudinal *stretching* terdiri dari beberapa *roll* yang berputar dimana setiap *roll* mempunyai kecepatan yang berbeda-beda. Mesin longitudinal *stretching* berfungsi untuk membantu proses *stretching* pada produk BOPP Film dengan bantuan panas. Panas itu sendiri dihasilkan dari *roll* yang diberi fluida oli panas dari *boiler* yang terus bersirkulasi bolak-balik. Mula-mula pada divisi *utility* yakni pada mesin *boiler* berfungsi untuk memanaskan oli sampai temperatur yang di inginkan.

Kemudian oli di suplai dengan menggunakan pompa menuju mesin longitudinal *strecthing*, lalu oli tersebut dipompa lagi dengan menggunakan pompa sentrifugal yang bernama pompa oli TCU. Pompa oli TCU memompa oli dengan tekanan 6 Bar, hal itu dapat dilihat dari *pressure gauge* untuk di suplai ke mesin longitudinal *strecthing* melewati jalur dan rangkaian pipa dan *rotary joint valve*.

Disini pompa dikendalikan oleh sensor temperatur dan EP *Valve* dimana temperatur sensor berfungsi sebagai indikasi pembaca temperatur oli yang masuk dan keluar roll, sedangkan EP *Valve* sendiri berfungsi sebagai pengendali laju debit oli yang keluar masuk roll sesuai dengan settingan pada komputer. Dari prinsip kerja tersebut maka mesin longitudinal *strecthing* dapat berfungsi sebagaimana mestinya.

2.4. Diagram Alir

Diagram alir penelitian pada Gambar 13. ini merupakan rincian langkah-langkah yang diambil untuk mendukung proses penelitian yang akan dibuat agar penelitian dapat berjalan lebih terarah dan sistematis dengan penjelasan sebagai berikut:

a. Studi literatur

Studi literatur dilakukan dengan mencari beberapa sumber referensi yang digunakan untuk mendukung penelitian.

b. Pengamatan

Pengamatan dilakukan secara langsung pada objek pompa oli TCU terkait dengan performa pompa, kendala dan kerusakannya.

c. Perbaikan

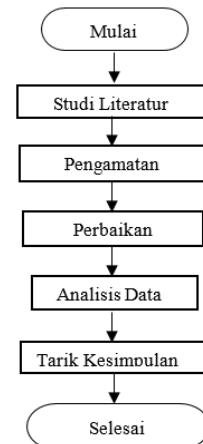
Perbaikan dilakukan ketika ada komponen yang mengalami kerusakan dengan cara menggantinya.

d. Analisis data

Analisis data dilakukan berdasarkan hasil pengamatan dan perbaikan.

e. Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil pengamatan, perbaikan, dan analisis data dibuat laporan berupa jurnal ilmiah untuk kepentingan evaluasi bagian teknisi dan untuk kepentingan akademis.



Gambar 13. Diagram alir penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kerusakan pada pompa oli TCU, penanganan dan cara merawatnya

Kerusakan pada pompa oli TCU mesin longitudinal *strecthing* sangatlah banyak mulai dari bearing, poros as, *couple* dan karet *couple*, baut *couple*, kebocoran pipa dan *valve*, kebocoran pada gland *packing*.

1. Kerusakan pada bearing

Gambar 14 dan 15 menjelaskan kerusakan pada bearing. Kerusakan bearing pompa oli TCU terjadi akibat kurangnya pelumasan sehingga menyebabkan bearing kering. Ketika pompa beroperasi menyebabkan suara menggelitik. Kerusakan pada bearing pompa oli TCU juga terjadi pada *ball* yang lepas dan mengalami pengikisan sehingga mengakibatkan patahnya *cage* (penjepit) *outer ring* dan *inner ring* akibat dari kurangnya pelumasan. Selain itu kerusakan pada bearing juga disebabkan karena salah dalam prosedur pemasangan.

Untuk mengatasi kerusakan pada bearing pastikan ketika *assembling* atau perakitan dalam perbaikan harus diperhatikan betul teknik pemasangan *bearing* dengan benar dan memberikan pelumasan rutin pada *bearing* menurut jadwal *maintenance*.



Gambar 14. Kerusakan Bearing Akibat Kurangnya Pelumasan



Gambar 15. Kerusakan pada Bearing Akibat Bolt Lepas dari Cage

2. Kerusakan pada poros as

Kerusakan pada poros as pompa oli TCU pada umumnya terjadi pada bagian alur *spei* untuk kancing penghubung *couple* akibat dari beban puntir serta kesalahan saat pemasangan dan settingan *couple* pompa, hal itu dapat menyebabkan antara poros as pompa dengan *couple* mengalami kocak. Hal itu dapat terdeteksi dengan adanya suara dan getaran yang tidak normal.

Untuk mengatasi hal tersebut maka langkah yang harus diambil adalah dengan cara memperhatikan dengan benar cara pemasangan *spei* dan *couple* pompa kemudian setting *couple* pompa dengan benar.

3. Kerusakan pada *couple* dan karet *couple*.

Sama halnya dengan poros as tersebut, kerusakan pada *couple* dan karet *couple* terjadi akibat beban puntir, kerusakan pada *couple* sering terjadi yakni *couple* pompa mengalami pecah pada bagian lubang karet karena pengaruh kekencangan baut *couple* dan juga keausan pada lubang penghubung as seperti yang terlihat pada Gambar 16.

Selain itu *borg* kendor juga menjadi penyebab terjadinya kerusakan. Karet *couple* pada pompa oli TCU juga mengalami keausan, hal itu sering terjadi akibat salah dalam prosedur pemasangan dan settingan. Untuk mengatasi

masalah tersebut maka perlu diperhatikan dalam hal pemasangan *couple* dan karet *couple*.



Gambar 16. Kerusakan Pada *Couple* Pompa

4. Kebocoran pipa dan *valve*

Kebocoran pipa pada umumnya terjadi pada sambungan flanges, hal itu terjadi akibat kurang kencangnya baut pengunci dan rusaknya packing akibat panas oli. Selain itu kerusakan pada *valve* biasanya juga terjadi pada *gland packing valve*, karena sudah terlalu lama dan akibat panas oli maka *valve* akan mengalami kebocoran. Dengan kebocoran tersebut maka tekanan dan debit fluida akan turun.

Untuk mengatasi terjadinya kebocoran pipa dan *valve* maka perlu diambil langkah dengan cara mengganti *packing* yang baru pada sambungan *flanges* dan *gland packing* pada *valve*. Supaya mencegah terjadinya kebocoran maka dalam pemasangan *packing* dan *gland packing* harus benar-benar diperhatikan.

5. Kebocoran pada

Pada dasarnya *gland packing* berfungsi sebagai device (pengeblok) keluar masuknya fluida, *gland packing* terletak pada bagian antara sisi *casing* pompa bagian tengah dengan as pompa. *Gland packing* ditahan oleh sebuah komponen yang bernama *gland follower* yang posisinya dapat diatur dengan tekanan. Besarnya tekanan diatur oleh komponen yang bernama *gland bolts*. Semakin besar tekanan yang diberikan pada *gland packing* maka sangat minim terjadi kebocoran pada *gland packing*.

Ketika fluida yang di pompa tidak sebanding dengan atmosfer maka akan terjadi kebocoran pada *gland packing* pompa, hal itu menyebabkan gesekan pada packing dan as pompa terlalu besar sehingga as pompa mengalami aus serta umur *gland packing* semakin berkurang. Penggunaan *gland packing* ini membutuhkan perhatian khusus dalam hal perawatan dan pencegahan terhadap kebocoran fluida, sehingga efisiensi dan kinerja pompa menjadi optimal.

3.2. Kerusakan Pompa pada Seal

Pada pompa oli TCU di PT. POLIDAYAGUNA PERKASA Ungaran merek Ebara buatan PT. MITSUBISHI HEAVY INUSTRY. LTD masih menggunakan *gland packing* sebagai penahan kebocoran fluida, padahal dalam kinerjanya *gland packing* kurang efisien karena masih banyak mengalami kendala dan masalah yakni masih rentan terhadap kebocoran fluida. Hal itu sangat merugikan sebab kinerja tekanan pompa menjadi kurang maksimal. Selain itu pemakaian *gland packing* pada pompa oli TCU menyebabkan korosi dan keausan pada as pompa, sehingga menghabiskan lebih banyak biaya, pemakaian dan perbaikan. Dalam melakukan penggantian dan perbaikan harus melepas pompa sehingga sangat menghambat dalam proses produksi.

Dengan itu maka untuk mengatasi masalah tersebut pihak Teknisi Mekanik di PT. POLIDAYAGUNA PERKASA Ungaran melakukan penggantian dari *gland packing* ke *mechanical seal*, hal itu dimaksudkan supaya meminimalisir kebocoran pada pompa oli TCU dan kinerja pompa maksimal serta mengurangi biaya pemakaian dan perbaikan guna menunjang kelangsungan produksi. Dalam penggantian *gland packing* ke *mechanical seal* maka perlu diadakan analisis dan uji coba, dalam hal itu juga perlu memodifikasi sedikit pompa oli TCU sebagaimana mestinya.

Faktor lain yang mendukung untuk penggantian *gland packing* ke *mechanical seal* adalah durasi pemakaian relatif awet sehingga memangkas banyak biaya perawatan dan pemakaian. Setelah melewati analisis dan percobaan maka untuk saat ini semua pompa oli TCU telah menggunakan *mechanical seal* sebagai media penahan kebocoran fluida pada pompa.

3.3. Kerugian Biaya Akibat Kerusakan Pompa

Kerugian akibat perawatan dan perbaikan pompa oli TCU yang mengakibatkan mesin dan proses produksi berhenti selama 2 jam.

3.3.1. Listrik

Di PT. POLIDAYAGUNA PERKASA Ungaran pemakaian listrik mencapai 1,6 MW,

harga listrik non subsidi untuk perusahaan menengah adalah Rp. 6.600,- per kWh. Pada saat perbaikan dan perawatan pompa oli TCU semua mesin harus berhenti. Dalam hal perbaikan dan perawatan pompa oli TCU sangat menyita banyak waktu yakni 2 jam. Hal itu jelas pihak perusahaan mengalami kerugian karena seiring listrik mengalir tetapi tidak ada kegiatan produksi. Maka dengan itu kerugian listrik perusahaan akibat perbaikan dan perawatan pompa oli TCU adalah :

$$\begin{aligned}1 \text{ MW} &= 16.000 \text{ kWh} \\1 \text{ kWh} &= 1.650 \text{ Rupiah} \\2 \text{ Jam (waktu mesin berhenti)} & \\1.650 \quad 16.600 \times 2 &= 52.800.000\end{aligned}$$

Maka kerugian biaya listrik perusahaan jika mesin berhenti produksi 2 jam karena perbaikan dan perawatan pompa oli TCU adalah Rp. 52.800.000,-

3.3.2. BBM

Dalam menunjang jalanya proses produksi *boiler* sangatlah penting, hal itu karena *boiler* sebagai kunci utama penyuplai fluida oli panas untuk kemudian diteruskan oleh pompa penyuplai oli untuk kemudian di distribusikan ke pompa oli TCU menuju mesin longitudinal *strecthing*. Dalam hal itu oli panas dari *boiler* sangat penting untuk membantu proses *strecthing* produk BOPP Film pada mesin longitudinal *strecthing*.

Untuk proses pemanasan oli pada *boiler* dengan menggunakan media *burner* api yang bersumber dari elektroda pematik listrik yang bekerja bersamaan dengan *spray* bahan bakar. Bahan bakar yang digunakan pada *boiler* di PT. POLIDAYAGUNA PERKASA Ungaran adalah *sludge oil*, pemakaian *sludge oil* sangat murah dan mudah didapat ketimbang solar. Hal itulah yang melatarbelakangi penggantian bahan bakar. Dalam pemakaian *sludge oil* di setiap kegiatan produksi mencapai 750 liter per shift (8 jam), hal itu dapat dilihat dari catatan pemakaian bahan bakar oleh divisi *utility*.

Harga *sludge oil* sendiri relatif murah yakni Rp. 4.400,- per liter, sedangkan pemakaian solar non subsidi untuk perusahaan adalah dengan harga Rp. 16.000,- per liter. Dalam kaitannya dengan proses perawatan dan perbaikan pompa oli TCU maka semua mesin

berhenti kecuali *boiler*, hal itu dimaksudkan supaya untuk mencapai temperatur yang diinginkan kembali ke proses produksi tidak perlu heat up kembali pada mesin-mesin produksi.

Kerugian perusahaan jika masalah tersebut terjadi yakni *boiler* jalan tetapi tidak ada kegiatan produksi dan memakan banyak bahan bakar.

Sludge oil dengan harga 1 liter Rp. 4.400,- Pemakaian 1 shift (8 jam) adalah 750 liter Maka untuk 2 jam adalah 93.75, sehingga kerugian perusahaan mengenai bahan bakar dapat dihitung dengan:

Pemakaian waktu 2 jam x harga bahan bakar $9.75 \times 4.400 = 412.500$

Maka kerugian pemakaian bahan bakar akibat perawatan dan perbaikan pompa oli TCU selama 2 jam adalah Rp. 412.500,-.

3.3.3. Tenaga

Dalam pekerjaan perawatan dan perbaikan pompa oli TCU dilakukan oleh karyawan divisi Teknisi Mekanik, sedangkan untuk karyawan divisi Proses selebihnya hanya mengontrol instalasi mesin dan bahkan menunggu hasil dari perawatan dan perbaikan pompa oli TCU. Hal itu jelas perusahaan mengalami kerugian karena menggaji karyawan yang menganggur.

Pada sistem penggajian di PT. POLIDAYAGUNA PERKASA Ungaran mengacu pada keputusan pemerintah dengan upah yang standar (UMK). Sedangkan dalam UMK Kab. Semarang standarnya adalah Rp. 1.960.000,-. Maka kerugian yang dialami perusahaan jika terjadi hal tersebut adalah: UMK Kab. Semarang Rp. 1.960.000,- (1 bulan/30 hari). Gaji karyawan dalam hitungan hari (8 jam) adalah Rp. 65.400,-.

Sedangkan dalam hitungan jam adalah Rp. 8.175,- per jam. Maka kerugian mengenai gaji karyawan menganggur dapat dihitung dengan: Gaji karyawan per jam x waktu menganggur $8.175 \times 2 = 16.350$

Maka kerugian perusahaan dalam hal menggaji karyawan menganggur karena perawatan dan perbaikan pompa oli TCU dalam Rp. 16.350,- per orang.

3.3.4. Hasil Produksi

Dalam proses produksi BOPP Film mesin dengan Rpm 250 mampu memproduksi 12.000 yard (1065 kg) produk BOPP Film, dengan mengacu harga beli bahan baku untuk produksi BOPP Film Rp. 13.600 per kg. Sedangkan untuk harga jual produk BOPP Film dijual dengan satuan kilogram yakni dengan 1 kg Rp. 27.000,-. Dalam hal perawatan dan perbaikan pompa oli TCU yang mengharuskan mesin berhenti maka kegiatan produksi menjadi terhenti juga, dengan itu maka kerugian perusahaan akibat hasil produksi adalah:

Hasil produksi selama 2 jam (kg) x harga jual $10.065 \times 2 \times 27.000 = 543.510.000,-$
Maka kerugian hasil produksi dalam hitungan rupiah akibat mesin berhenti karena perawatan dan perbaikan pompa oli TCU adalah sebesar Rp. 543.510.000,-

3.3.5. Keterlambatan Pengiriman

Dalam perawatan dan perbaikan pompa oli TCU yang mengharuskan proses produksi berhenti maka proses pengiriman produk menjadi tersendat karena ketersediaan barang yang belum siap. Saat ini PT. POLIDAYAGUNA PERKASA Ungaran sedang sibuk dikejar target produksi guna memenuhi permintaan pasar dan konsumen, maka dalam memenuhi permintaan pasar dan konsumen perlu meningkatkan mutu, kualitas, dan kuantitas adalah hal yang paling penting dalam persaingan penjualan BOPP Film. Termasuk proses cepat dalam pengiriman dari perusahaan ke pasaran atau kepada konsumen adalah hal yang menunjang kelangsungan dan keberadaan perusahaan tersebut. Maka dari itu pihak perusahaan sangat memperhatikan keinginan konsumen supaya terus mendapatkan kepuasan konsumen.

Keterlambatan pengiriman produk ke pasaran dan konsumen sangat merugikan pihak perusahaan, hal itu dapat dilihat dari laporan komplain dari marketing, PPIC, dan ekspedisi kepada bagian produksi. Padahal pihak perusahaan dan konsumen telah mencapai kesepakatan dan transaksi jual beli dalam hal produk, harga produk, dan proses pengiriman. Akibatnya jika pengiriman mengalami kendala maka perusahaan akan menerima komplain dari konsumen dan mungkin konsumen tidak percaya

lagi dengan perusahaan walaupun produknya bagus sekalipun.

3.4. Estimasi biaya kerugian dan akibat perawatan dan perbaikan pompa oli TCU

Berdasarkan buku *history of trouble* di divisi Teknisi Mekanik dapat diketahui bahwa pada saat pompa oli TCU dengan menggunakan *gland packing* untuk perawatan sering kali dilakukan apabila terjadi kebocoran pada pompa oli TCU. Hal itu dapat dilakukan dengan cara mengencangkan mur baut pada klem penekan *gland packing*. Namun lambat laun pemakaian *gland packing* pada pompa oli TCU kinerjanya kurang maksimal. Pasalnya dengan kebocoran pada *gland packing* banyak sekali faktor kerugian pada pompa oli TCU seperti preassure fluida kurang maksimal, keausan pada as pompa akibat korosi dan gesekan *gland packing*, rusaknya bearing, rusaknya *couple*, dan lain-lain.

Pada pompa oli TCU umur dari *gland packing* sendiri sangatlah pendek, yakni kurang lebih 2 bulan saja, maka dalam kurun waktu 2 bulan untuk pompa sangatlah pendek. Maka kerugian pemakaian pompa dengan *gland packing* akan terus berjalan. Dalam hal perbaikan kebocoran *gland packing* pada pompa oli TCU dari divisi Teknisi Mekanik mempunyai keinginan mengganti *gland packing* dengan *mechanical seal* pada pompa oli TCU, hal itu dilakukan atas pertimbangan performa pompa dan kerugian-kerugiannya pada pompa lain yang menggunakan *mechanical seal* walaupun biayanya relatif mahal. Namun penggunaan *mechanical seal* pada pompa oli TCU sangat menguntungkan. Selain perawatan mudah dan juga performa lebih baik serta umur yang panjang yakni kurang lebih bisa tahan sampai 6 bulan.

Proses penggantian *gland packing* ke *mechanical seal* tidaklah mudah, yakni perlu mengubah beberapa komponen seperti poros as, *casing* pompa. Dalam hal itu maka estimasi pembiayaan penggantian *gland packing* dapat dihitung dengan: Harga *gland packing* untuk fluida oli dalam satuan meter adalah Rp. 52.000,- sedangkan untuk harga *mechanical seal* untuk as poros 35 mm dalam 1 pcs adalah Rp. 74.000,- belum termasuk biaya pembuatan poros

as dan beli *casing* pompa baru. Dalam perbandingan tersebut kerugian yang dialami perusahaan akibat perawatan dan perbaikan pompa oli TCU seperti yang dijelaskan oleh Tabel 1 berikut:

Tabel 1 Estimasi kerugian biaya perusahaan akibat perawatan dan perbaikan Pompa oli TCU mesin Longitudinal *Streching*.

No	Jenis kerugian	Waktu	Pompa gland packing	Pompa <i>mechanical seal</i>
1	Listrik	6 Bulan	Rp. 316.800.000,-	Rp. 52.800.000
2	BBM		Rp. 1.237.500,-	
3	Tenaga karyawan		Rp. 49.050,-	Rp. 16.350,-
4	Jumlah		Rp. 318.086.550	Rp. 56.928.850
5	Hasil Produksi		Rp. 600.000.000	Rp. 120.000.000
6	Pengiriman	0	0	0

Berdasarkan tabel estimasi kerugian perusahaan akibat dari perawatan dan perbaikan pompa oli TCU maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan *mechanical seal* pada pompa oli TCU merek Ebara pada mesin longitudinal *streching* lebih efektif ketimbang pemakaian *gland packing* karena walaupun harganya lebih mahal akan tetapi lebih awet dalam penggunaanya, sehingga dapat memangkas biaya perawatan dan perbaikan sehingga selama proses produksi mesin dapat berjalan dengan lancar dengan semestinya sehingga target produksi akan tercapai sesuai orderan dari konsumen.

3.5. Ucapan Terima Kasih

Beasiswa Pendidikan Indonesia (BPI).
Laboratorium Konversi Energi Universitas Wahid Hasyim, Semarang. Jl. Menoreh Tengah X No. 22, Sampangan, Kec. Gajahmungkur, Kota Semarang, Jawa Tengah 50232.

Laboratorium Effisiensi Enegi, Universitas Diponegoro, Semarang. Jl. Prof. Sudarto No.13, Tembalang, Kec. Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah (50275), Indonesia.

4. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan studi lapangan kerusakan pada pompa oli TCU disebabkan oleh kerusakan bearing akibat kurang pelumasan, keausan poros, kerusakan

pada *couple* dan karet *couple*, kebocoran pada pipa dan *valve*, kebocoran pada *gland packing* dan *mechanical seal* pompa.

Estimasi kerugian biaya produksi akibat kerusakan pompa oli TCU dengan *gland packing* dalam waktu 6 bulan adalah Rp. 600.000.000,- dan Rp. 120.000.000,- pada pompa dengan *mechanical seal*.

Berdasarkan estimasi kerugian biaya produksi pompa oli dengan *mechanical seal* sangat dianjurkan dipakai pada mesin longitudinal *streching* karena lebih efisien, namun mesti harus ada pengembangan lebih lanjut.

4.2. Saran

Pompa oli TCU pada mesin *longitudinal streching* hendaknya sering dilakukan pengontrolan dan pengecekan secara rutin, dengan itu maka dapat diketahui gejala yang timbul pada pompa oli tersebut sehingga perawatan dan perbaikan dapat terencana sesuai jadwal yang ditentukan.

Perawatan pompa oli TCU harus dilakukan secara rutin menurut jadwal, hal itu dimaksudkan agar awet dan umur lebih panjang sehingga dapat memangkas kerugian-kerugian yang dialami perusahaan.

Penyediaan pompa cadangan sangat dibutukan, hal itu dapat mempermudah penggantian pompa yang bocor. Sehingga mesin tidak mengalami kendala berhenti lama akibat perawatan dan perbaikan pompa sehingga proses produksi tidak terganggu.

5. DAFTAR PUSTAKA

- K. Tarigan, V. Sihombing. 2021. Perencanaan Pompa Sentrifugal Untuk Memenuhi Kebutuhan Air Bersih di Sun Plaza Medan. JURNAL DARMA AGUNG , Vol 29 Nomor 3, Desember 2021. Universitas Darma Agung, Medan.
- Sularso, H. Tahara. 2004. Pompa dan Kompresor. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Y. Kurniawan, Kusnandar. 2018. Uji Karakteristik Pompa Sentrifugal Pada Cooling Hydronic System Menggunakan Refrigerant Ramah Lingkungan. Jurnal Teknologi Terapan. Volume 4, No. 1, Maret 2018. Politeknik Negeri Indramayu.
- M. R. Angraini, Muchlisinalahuddin, R. Muhamni. 2021. Analisis Kebutuhan Debit Air Di Gedung C RSUD Kota Bukittinggi. Jurnal Teknik Mesin (JTM) Vol. 14 No. 2 pp. 94–98. Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.
- M. I. Maulana, I. Sujana, G. S. Lubis. 2021. Perencanaan Rancangan Alat Pompa Sentrifugal Dengan Sistem Paralel Sebagai Alat Uji Karakteristik. JTRAIN: Jurnal Teknologi Rekayasa Teknik Mesin. Vol. 2, No. 1, 2021: 75-80. Universitas Tanjungpura.
- Mustakim. 2015. Pengaruh Kecepatan Sudut Terhadap Efisiensi Pompa Sentrifugal Jenis Tunggal. TURBO Vol. 4 No. 2. 2015. Jurnal Teknik Mesin Univ. Muhammadiyah Metro.
- Rosid, J. Sumarjo. 2017. Analisa Simulasi Kerusakan Impeller Pada Pompa Sentrifugal Akibat Kavitas. Jurnal Mesin Teknologi (SINTEK Jurnal) Volume 11 No. 2 Desember 2017. Universitas Singaperbangsa. Karawang.
- Adam Hafizar Pohan. 2018. Pengujian Eksperimental dan Simulasi Ansys Performansi Pompa Sentrifugal Rangkaian Seri dan Paralel. Jurnal Sistem Teknik Industri, Vol. 20 No. 2, Juli 2018. Universitas Sumatera Utara.