

CORRECTIVE MAINTENANCE POMPA SENTRIFUGAL P-14 AVAK

Hendri Van Hoten[I], Andrio Rama Putra[II], Nurbaiti[III]
[I][II][III] Program Studi Teknik Mesin Universitas Bengkulu

Jl. W.R. Supratman Kandang Limun
Telepon : (0736) 344087, 22105 – 227 Bengkulu
Email : hvhoten@unib.ac.id

ABSTRACT

PT. XYZ is one of UVW's 6 Refinery Units that the main business is process crude oil and intermediate product (Alkylfeed, HSDC, slop oil, LOMC, Long residue, Raw PP) become finish product. One of the important equipments is pump that the example type is AVAK P-14 Centrifugal pump which is located in the Oil Pump House section. The problem is that there is a bend in the shaft due to lack lubrication on the bearing. Because of that, the pump is difficult to rotate by the motor that it occur stuck. The method solve the problem by using visual inspection and measuring dimension. The result is that pump has a bend in the shaft due to lack of lubrication in the bearing so heat due to friction between the shaft and the bearing which continue to rotate at high speed. In overcoming this problem, re-measurement dimension of pump and carried out suitable handling of the damaged pump components.

Keywords: *Crude oil, pump oil, lack of lubrication, stuck*

I. PENDAHULUAN

PT. Pertamina (Persero) Refinery Unit III (RU III) merupakan salah satu dari 6 (enam) Refinery Unit Pertamina dengan kegiatan bisnis utamanya adalah mengolah minyak mentah (crude oil) dan intermediate product (Alkylfeed, HSDC, slop oil, LOMC, Long residue, Raw PP) menjadi produk jadi. Salah satu peralatan yang berperan penting dalam proses produksi minyak mentah adalah pompa.

Prinsip kerja pompa sentrifugal yaitu dengan memberikan daya dari luar kepada poros pompa untuk memutar impeler di dalam zat cair. Zat cair yang ada di dalam impeler, oleh sudu-sudu ikut berputar karena timbul gaya sentrifugal maka zat cair mengalir dari tengah impeler ke luar melalui saluran di antara sudu-sudu. Disini head tekanan zat cair menjadi lebih tinggi, demikian pula head kecepatannya bertambah besar karena zat cair mengalami percepatan. Zat cair yang keluar dari impeler di tampung oleh saluran berbentuk *volut* (spiral) dikelilingi impeler dan disalurkan ke luar pompa melalui *nozzle*[1].

Pompa sentrifugal P-14 AVAK adalah salah satu pompa yang digunakan pada area RPM (Rumah Pompa Minyak) yang berfungsi untuk memompa autodiesel oil dari tangki plaju menuju tangki sungai gerong.

Perawatan preventif dilakukan pada pompa sentrifugal P-14 AVAK untuk menjaga performa agar tetap bagus salah satunya yaitu pengecekan dan perbaikan pompa. Pada pompa sentrifugal P-14 AVAK terjadinya penambahan beban kerja oleh motor sehingga mengakibatkan pompa tidak bekerja secara optimal. Sebelum dilakukan overhaul pompa tersebut sudah dilakukan pengujian sesuai standar. Hasil dari pengujian tersebut disimpulkan tidak adanya pengaruh yang disebabkan oleh mesin penggerak maupun aliran fluida yang masuk. Oleh sebab itu segera dilakukan *Corrective Maintenance* untuk mengatasi permasalahan tersebut dan tentunya perlu analisa serta pengecekan setiap komponen pompa guna mencari solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut.

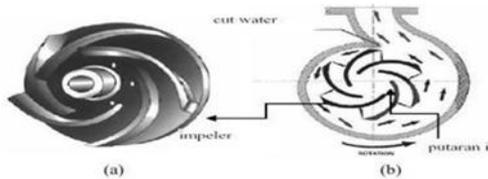
II. TEORI

Pompa merupakan salah satu jenis mesin fluida yang berfungsi untuk memindahkan zat cair dari suatu tempat ke tempat yang diinginkan. Pompa beroperasi dengan membuat perbedaan tekanan antara bagian masuk (*suction*) dengan bagian keluar (*discharge*).

Pada prinsipnya pompa mengkonversi energi mekanik dari suatu penggerak menjadi energi aliran pada fluida yang melaluinya. Dengan demikian pompa menaikan energi fluida tersebut yang kemudian dapat digunakan untuk mengalirkan ke suatu tempat yang lebih tinggi dan mengatasi tahanan hidrolis dari pipa isap dan tekan, serta

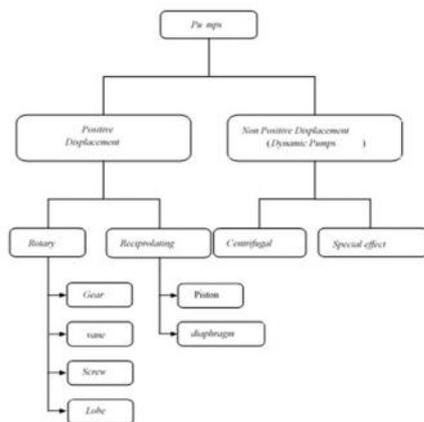
mempercepat aliran. Dari sudut pandang energi, pompa merupakan kebalikan dari motor atau mesin hidrolis dimana energi fluida diubah menjadi kerja mekanis.

Pada Gambar 1 di bawah ini merupakan prinsip kerja pompa dimana aliran air didalam pompa akan ikut berputar karena gaya sentrifugal dari Impeller yang berputar.



Gambar 1. (a) Penampang Impeller, (b) Skematik Aliran [2].

Klasifikasi pompa berdasarkan head atau berdasarkan debit. *Positif displacement pump* yang diinginkan adalah debit dan *dynamic pump* yang diinginkan adalah head. Untuk klasifikasi pompa dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Klasifikasi Pompa [3].

Pompa Sentrifugal adalah pompa yang menggunakan prinsip gaya sentrifugal dalam operasinya. Tenaga ini bekerja pada semua bagian yang berputar pada suatu sumbu. Daya dari luar diberikan kepada poros pompa untuk memutar *Impeller* yang berisi fluida, maka fluida yang ada di dalam *Impeller* oleh dorongan sudu - sudu ikut berputar. Karena timbulnya gaya sentrifugal maka fluida mengalir dari tengah Impeller keluar melalui saluran di antara sudu - sudu. Bentuk pompa Sentrifugal dapat dilihat pada Gambar 3.

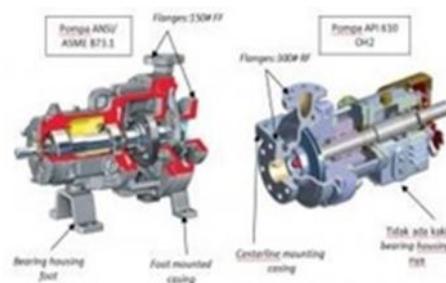


Gambar 3. Pompa Sentrifugal [2].

Standar *API 610* menentukan persyaratan untuk pompa sentrifugal yang digunakan pada industri petrokimia dan industri minyak & gas. Standar ini berlaku untuk pompa *overhung (OH)*, pompa *between bearings (BB)* dan pompa *vertically suspended (VS)*. Berbeda dengan pompa *ANSI/ASME B73.1* yang mempunyai desain *foot mounted casing*, pompa *API 610* mempunyai desain *centerline mounting casing*. Perbedaan yang mencolok lainnya adalah:

1. Pompa *ANSI/ASME* mempunyai kaki pada *bearing housing* sedangkan pompa *API 610* edisi 10 dan 11 tidak mempunyai kaki;
2. Pompa *API 610* mempunyai standar *flange rating ANSI 300# RF*, sedangkan pompa *ANSI/ASME* mempunyai standar *flange rating ANSI 150# FF*.

Oleh karena itu pompa *API 610* lebih cocok digunakan untuk aplikasi yang mempunyai tekanan dan suhu yang tinggi seperti yang terdapat pada industri minyak & gas serta industri petrokimia. Gambar 4 menunjukkan perbedaan antara pompa *API 610* dan *ANSI/ASME B73.1* secara lebih detail.



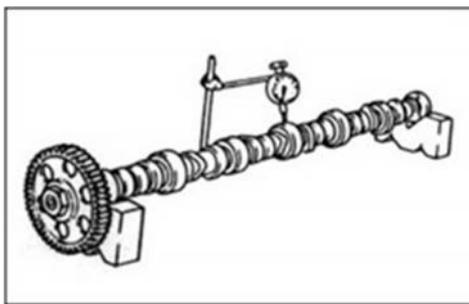
Gambar 4. Perbedaan Antara Pompa *API 610* dan *ANSI/ASME B73.1* [4].

Aplikasi untuk daerah yang korosif, pompa *ANSI/ASME* akan lebih cocok karena tersedia banyak pilihan bahan yang tahan korosi seperti *duplex SS*, *alloy 20*, *nickel*, *monel*, *hastelloy C*, *hastelloy B*, *titanium* dan *zirconium*. Aplikasi yang korosif ini sering kita jumpai pada industri kimia, *pulp & paper*, dan lain-lain.

Corrective Maintenance merupakan kegiatan perawatan yang dilakukan untuk mengatasi kegagalan atau kerusakan yang

ditemukan selama masa waktu *preventive maintenance*. Pada umumnya, *corrective maintenance* bukanlah aktivitas perawatan yang terjadwal, karena dilakukan setelah sebuah komponen mengalami kerusakan dan bertujuan untuk mengembalikan kehandalan sebuah komponen atau sistem ke kondisi semula. *Corrective maintenance*, dikenal sebagai *breakdown* atau *run to failure maintenance*. Pemeliharaan hanya dilakukan setelah peralatan atau mesin rusak. Apabila suatu perusahaan hanya mengambil tindakan untuk *melakukan corrective maintenance* saja, maka terdapat faktor ketidakpastian akan lancarnya fasilitas dalam proses produksi maupun peralatannya sehingga akan menimbulkan efek-efek yang dapat menghambat kegiatan produksi. Apabila nanti terjadi kerusakan maupun gangguan secara tiba-tiba pada fasilitas produksi yang dipakai perusahaan. Tindakan *corrective maintenance (CM)* ini kelihatannya lebih murah biayanya dibandingkan tindakan *preventive maintenance (PM)*. Namun, saat kerusakan terjadi selama proses produksi berlangsung, maka biaya perawatan akan mengalami peningkatan akibat terhentinya proses produksi. Selain itu, biaya-biaya perawatan dan pemeliharaan akan membengkak pada saat terjadinya kerusakan tersebut[5].

Pengukuran Run-Out merupakan pengukuran yang dilakukan menggunakan alat ukur berupa dial indikator untuk mengetahui besarnya penyimpangan atau toleransi putar dari suatu poros. Pengukuran Run-Out dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Pengukuran *Run-Out* [6].

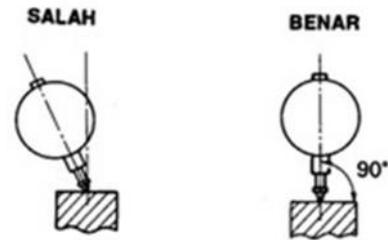
1. Fungsi Pengukuran *Run-out*

Fungsi utama dari pengukuran *Run-Out* adalah mengukur toleransi putar dari suatu *equipment*.

2. Metode Pengukuran Run-out

Metode yang benar dalam

pengukuran Run-Out yaitu posisi *spindle* harus tegak lurus terhadap benda yang akan diukur. Tidak boleh miring sedikitpun, karena dapat mempengaruhi hasil pengukuran. Metode pengukuran Run-Out dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Metode Pengukuran Run-Out [6].

Alat ukur yang digunakan pada penelitian ini adalah berupa dial indikator dengan ketelitian 0.01mm yang dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Dial indikator yang dipasang pada *magnetic base* [7].

Dial indicator atau yang sering disebut dengan *Dial Gauge* ialah alat ukur yang digunakan untuk mengukur dan memeriksa kerataan atau kesejajaran pada permukaan benda dengan skala pengukuran yang sangat kecil. *Dial Indicator* ini merupakan suatu alat ukur yang tidak dapat berdiri sendiri, alat ini memiliki alat bantu sendiri yang disebut sebagai "*Magnetic Base*". Fungsi dari *magnetic base* ini adalah sebagai pemegang *dial indicator* dan berfungsi untuk mengatur tinggi, rendah serta kemiringan pada benda yang akan diukur. *Magnetic base* dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. *Magnetic base* [8].

Fungsi utama dari dial indikator yaitu untuk mengukur kerataan pada permukaan bidang datar, mengukur kerataan pada permukaan serta kebulatan sebuah poros, mengukur kerataan pada permukaan dinding *Cylinder*, mengukur kesejajaran pada permukaan benda, dan mengukur penyimpangan bantalan pada poros engkol.

Cara pengoperasian *Dial indicator* adalah pertama-tama pasang contact point pada *dial indicator*, lalu pasang dial indicator pada alat bantu nya "*magnetic base*", kemudian letakkan *contact point* pada benda kerja yang akan diukur, lalu kendurkan screw pengikat pada skala lalu posisikan angka nol sejajar dengan jarum penunjuk, setelah itu kencangkan lagi *screw* pengikatnya. Gerak-gerakan benda kerja sesuai dengan kebutuhan yang ingin diukur, kemudian baca nilai penyimpangan jarum penunjuk pada skala.

Cara kalibrasi alat ukur dial indikator adalah pertama-tama letakkan *dial indicator* pada tempat yang rata atau datar, kemudian lihatlah skala utama dan skala nonius, Jika skala utama tidak menunjukkan angka nol, Maka Putar skrup pengkalibrasian searah dengan jarum jam atau sebaliknya sampai jarum skala utama menunjukkan angka nol, lakukan juga hal yang sama pada skala nonius.

III. METODE PENELITIAN

Pompa yang yang digunakan pada analisa kali ini yaitu pompa sentrifugal P-14 AVAX yang terletak di bagian Rumah Pompa Minyak. Pompa ini memiliki type yaitu Between Bearing radially split double stage. Pompa P-14 AVAX dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Pompa sentrifugal P-14 AVAK.

Spesifikasi dari pompa sentrifugal P-14 AVAK dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Pompa Sentrifugal P-14 AVAK

<i>Liquid Name</i>	<i>Autodiesel Oil</i>
<i>Pumping Temperature</i>	28 (38-20) C
<i>Quantity</i>	81 m ³ /h
<i>Discharge Pressure</i>	26.5 kg/cm ² A
<i>Suction Pressure</i>	1.05 kg/cm ² A
<i>Diffuser Pressure</i>	25.45 kg/cm ²
<i>Pump Head</i>	311 m(Liq)
<i>Impeller Type</i>	<i>Closed</i>
<i>Bearing Type</i>	<i>Roller and Ball</i>
<i>No. Of Stage</i>	2
<i>Rotating Speed</i>	2980rpm
<i>Design Efficiency</i>	55%
<i>Manufacturer</i>	EBARA CORPORATION
<i>Equipment No.</i>	31-3540A/B

Alat yang digunakan dalam menganalisa kerusakan pada pompa sentrifugal P-14 AVAK adalah dial indikator atau yang sering disebut dengan *Dial Gauge*.

Prosedur yang dilakukan dalam pengambilan data meliputi *overhaul* dan inspeksi.

Overhaul merupakan kegiatan pembongkaran komponen - komponen, kemudian diperiksa dengan sangat teliti agar didapat data - data yang benar (*valid*) sehingga langkah perbaikan selanjutnya dapat tepat atau sesuai. *Overhaul* ini bertujuan untuk

mengembalikan mesin kepada performa yang kembali membaik setelah melakukan pembongkaran. Pada saat melakukan pembongkaran pada pompa tersebut, melibatkan peralatan berat, serta mekanik yang menanggulangnya. Pada proses *overhaul* tersebut memeriksa komponen atau sistem yang rusak akan diperbaiki atau dipulihkan kembali pada kondisi yang telah ditentukan selama periode waktu tertentu. Berikut beberapa komponen yang didapati mengalami kerusakan setelah proses pembongkaran (*overhaul*) :

1. Bantalan (*Bearing*)

Bantalan (*bearing*) merupakan suatu komponen yang berfungsi untuk mengurangi gesekan pada mesin atau komponen - komponen yang bergerak dan saling menekan antara satu dengan yang lainnya. Bantalan (*bearing*) tersebut digunakan untuk menahan atau menyangga komponen - komponen yang bergerak.



Gambar 10. Bearing

2. Poros (*Shaft*)

Poros pompa merupakan suatu komponen yang sangat penting dalam sebuah kontuksi mesin pompa, yang berfungsi sebagai penerus daya dari motor penggerak ke pompa.

Inspeksi merupakan proses pemeriksaan dengan metode pengamatan atau observasi.

1. Pengamatan

Metode pengamatan dilakukan untuk mengetahui secara visual komponen apa saja yang mengalami kerusakan atau yang perlu dilakukan pemeriksaan lebih lanjut.

2. Pengukuran Run-Out Shaft

Pengukuran Run-Out merupakan pengukuran yang dilakukan guna menghitung toleransi putar yang terjadi pada Shaft.



Gambar 11. Pengukuran Run-out.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil pemeriksaan pompa setelah dibongkar:

1. Kondisi *Roller* bearing rusak.
2. Kondisi *shaft* bengkok dibagian yang menumpu *roll bearing*.
3. Kondisi *impeller* pompa aus.



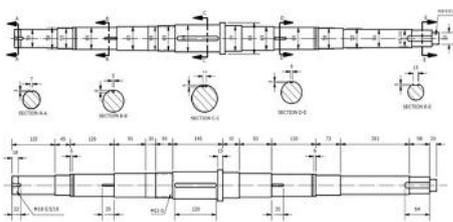
Gambar 12. (a) Bearing, (b) Impeller.

Tabel 2. Hasil inspeksi dimensi Pompa.

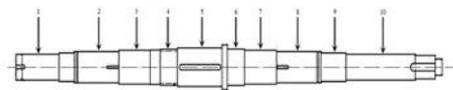
No	Jenis Part	Pengukuran Dimensi (mm)			Keterangan
		Aktual			
		Vertikal	Horizontal	Celah	
1	Shaft posisi Mech. seal (OB) Throttle Bushing Stage 1 Id Impeller				Rusak
2	Od Shaft Posisi Impeller	74.01	74.01	0.18	OK
3	Id Bearing Housing Od Bearing Thrust (IB)	110.05	110.05	0.05	OK
4	Id Bearing Housing Od Bearing Radial (OB)	110.04	110.04	0.04	OK
5	Id Bearing Thrust (IB) Od Shaft Posisi Bearing	50	50	-0.02	OK
6	Id Bearing Radial (OB) Od Shaft Posisi Bearing	50.01	50.01	0.01	OK
7	Id Hub Coupling Od Shaft Posisi Coupling	45.30	45.34	0.20	OK

Setelah didapat data inspeksi awal maka dapat disimpulkan bahwa bagian yang bermasalah adalah pada komponen *shaft*. Oleh karena itu dilakukan proses inspeksi lebih lanjut pada setiap tingkatan pada *shaft* tersebut untuk mengetahui bagian mana saja yang mengalami *Run out*. Hasil yang didapatkan setelah dilakukan inspeksi pada *shaft* adalah sebagai berikut:

Proses inspeksi dilakukan dengan mengukur *Run Out* dengan acuan batas toleransi sebesar 0.05 berdasarkan manual book pada poros (*shaft*) bertingkat seperti pada Gambar 13.



Gambar 13. Shaft Pompa P-14 AVAK.



Gambar 14. Titik-titik pengujian *run out* Shaft Pompa P-14 AVAK.

Tabel 3. Hasil Pengukuran *Run-Out* Shaft

Posisi	1	2	3	4	5
0	0	0	0	0	0
90	-1.15	-0.04	+0.02	+0.01	-0.01
180	-0.23	-0.02	+0.01	-0.03	-0.01
270	+1.56	-0.01	+0.02	-0.02	0
Posisi	6	7	8	9	10
0	0	0	0	0	0
+0					
90	.0	+0.01	+0.01	0	-0.01
1					
-					
180	0.	-0.02	-0.01	-0.01	-0.02
02					
-					
270	0.	-0.01	-0.02	-0.02	-0.01
02					

Setelah dilakukan inspeksi lebih lanjut terhadap ukuran shaft diatas dapat disimpulkan bahwa bagian yang mengalami bending atau

yang *Runout* nya sudah melebihi batas toleransi adalah pada bagian yang ditunjukkan pada angka 1. Bagian tersebut merupakan tempat bertumpunya antara shaft terhadap roller bearing yang ditunjukkan dengan besarnya angka *Runout* yang didapatkan. Batas toleransi yang seharusnya adalah 0.05mm jika melebihi dari batas tersebut maka harus dilakukan *adjustment* ulang terhadap shaft atau jika tidak memungkinkan maka harus diganti dengan *shaft* yang baru. Sedangkan hasil pengukuran pada titik 90 sudah mencapai nilai diatas 0.1 begitu juga dengan titik berlawanannya yaitu titik 270. Maka dapat disimpulkan bahwa bagian *shaft* tersebut bengkok atau bending. *Shaft* tersebut sudah tidak bisa dilakukan *adjustmen* lagi maka akan dilakukan pengajuan untuk mengganti *shaft* dengan yang baru.

Pembahasan

Pompa sentrifugal P-14 AVAK *type between bearing 2* merupakan salah satu pompa yang digunakan pada bagian RPM (Rumah Pompa Minyak) yang berfungsi untuk memompa autodiesel dari tangki plaju ke tangki sungai gerong. Pada kasus kali ini, pompa sentrifugal P-14 AVAK mengalami terjadinya penambahan beban kerja oleh motor yang ditandai dengan tidak kuatnya motor untuk memutar shaft pompa atau terjadi stuck ketika motor dihidupkan sehingga mengakibatkan pompa tidak dapat bekerja. Sebelum dilakukannya *overhaul* pompa tersebut sudah dilakukan pengujian sesuai standar. Hasil dari pengujian tersebut disimpulkan tidak adanya pengaruh yang disebabkan oleh mesin penggerak maupun aliran fluida yang masuk. Dalam mengatasi permasalahan tersebut maka dilakukan beberapa cara untuk mengetahui penyebab kerusakan serta mencari solusi cara mengatasi hal tersebut diantaranya yaitu dilakukan inspeksi secara visual dan dimensi.

Berdasarkan hasil inspeksi, penyebab terjadinya penambahan beban kerja motor disebabkan oleh bengkoknya bagian shaft pada pompa sehingga motor penggerak sulit untuk memutar pompa tersebut secara maksimal. Dalam mengatasi permasalahan tersebut dilakukanlah *overhaul* atau pembongkaran dan pengecekan pompa secara menyeluruh baik

secara visual, maupun dimensi.

Secara visual, didapatkan bahwa terjadinya kekeringan pelumas pada bagian roll bearing karena habisnya persediaan oli didalamnya sehingga menyebabkan kerusakan terhadap *Bearing*. Sedangkan secara dimensi didapatkan bahwa *bending* terjadi pada bagian shaft tepatnya pada bagian yang bertumpu pada roll bearing tersebut.

Dari data pengukuran Run-Out yang dilakukan didapatkan nilai toleransi putar yang sudah melebihi batas toleransi yang diperbolehkan pada *shaft* yakni 0.05 yaitu terdapat pada titik *shaft* yang bertumpu pada roller bearing dengan nilai Run-Out nya sebesar -1.15 pada sisi pengujian 90 dan +1.56 pada sisi pengujian 270 .

Sehingga dapat disimpulkan bahwa penyebab utama kerusakan pada pompa P14 AVAK *type Between Bearing 2* tersebut adalah terjadinya *shaft bending* yang disebabkan oleh kurangnya pelumasan (*lack of lubrication*) pada bearing tepatnya dibagian roller bearing. Sehingga gesekan metal to metal yang terjadi pada *shaft* dan bearing tersebut menimbulkan panas yang melebihi temperatur kerja pompa sehingga menyebabkan terjadinya misalignment dan *thermal expansion* terhadap komponen shaft tersebut.

Pelumasan pada *engine* sangat berfungsi pada penggunaan mesin dengan beban kerja tinggi yaitu untuk melumasi komponen-komponen yang bergesekan dan mencegah berkaratnya bagian-bagian *engine* yang bergerak translasi maupun rotasi. Tujuannya untuk mempertahankan umur dan daya tahan dari mesin tersebut. Fungsi utama oli yaitu untuk membentuk lapisan film lubrikasi diantara dua bidang kontak sehingga dapat membantu menahan beban kerja serta mencegah keausan dan kerusakan prematur. Terjadinya *lack of lubrication* sangat

berpengaruh pada kerja bearing. Tentunya antara roller bearing dan ball bearing akan berbeda pengaruhnya apabila terjadi *lack of lubrication* karena sesuai dengan fungsinya *roller bearing* bertugas untuk menahan *thrust* dari *shaft* yang besar dengan mengorbankan kecepatan putarannya sehingga beratnya beban yang ditahan oleh bearing akan menyebabkan gesekan yang dapat langsung merusak bagian *shaft* dan *bearing* itu sendiri sedangkan *ball bearing* hanya menahan beban yang relatif rendah namun dapat berputar dengan kecepatan tinggi karena kontak antara ball dan rel hanya berupa titik yang membuat ball bearing dapat menurunkan gesekan yang terjadi sehingga dapat menahan kecepatan tinggi. Sehingga *lack of lubrication* yang terjadi pada *roll bearing* hanya akan menghasilkan *scratch* atau menggores *shaft*.

Dalam mengatasi permasalahan yang terjadi pada *shaft* diatas maka disimpulkan bahwa *shaft* dan *bearing* tersebut harus dilakukan penggantian komponen dengan komponen yang baru karena kondisi *shaft* dan *bearing* tersebut sudah tidak memungkinkan untuk dilakukan *adjustment* atau penyesuaian ulang.

V. PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil analisis dan perlakuan langsung yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Penyebab utama kerusakan pada pompa P14 AVAK *type Between Bearing 2* tersebut adalah terjadinya *shaft bending* yang disebabkan oleh kurangnya pelumasan (*lack of lubrication*) pada bearing tepatnya dibagian roller bearing. Sehingga gesekan *metal to metal* yang terjadi pada *shaft* dan *bearing* tersebut menimbulkan panas yang melebihi temperatur kerja.
2. Perawatan dilakukan dengan metode *Corrective maintenance* yang meliputi overhaul dan inspeksi baik secara visual dan dimensi.

Saran

Dari hasil analisis dan perlakuan langsung terhadap perbaikan pada pompa

sentrifugal P-14 AVAK type Between Bearing 2, saran yang diberikan adalah :

1. Agar dilakukan pengecekan kapasitas dan kondisi oli secara berkala agar tidak terjadi kekurangan pelumasan.
2. Segera mengganti Bearing dengan yang baru karena sudah mengalami rusak parah.
3. Segera mengganti Shaft karena sudah mengalami rusak parah.

HTB1dU3gslmWBuNkSndVq6AsApXa Q/60Kg-Memegang-Kekuatan-Switch-On-Off-Dial-Indicator-Stand-Pemegang-Magnetic-Base.jpg. (diakses tanggal 18 juni 2020 pukul 21:30)

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Hariady, S., “ *Analisa Kerusakan Pompa Sentrifugal 53-101C WTU Sungai Gerong PT. Pertamina RU III Plaju*”, Palembang, 2014.
- [2]. Sularso, ” *Pompa dan Kompresor (Pemilihan, Pemakaian dan Pemeliharaan)*”, Jakarta: PT Pradnya Paramita, 2000.
- [3]. Suharto, ” *Pompa Sentrifugal Panduan Lengkap (Standarisasi, Teori, Pemilihan, Pembelian, Pengoperasian, Maintenance, dan Troubleshooting)*, Jakarta: Ray Press, 2016.
- [4]. Errata, ” *Centrifugal Pumps for Petroleum, Petrochemical and Natural Gas Industries*”, Eleventh ed., 2011.
- [5]. Utama, F. Y., ” *Analisis Maintenance Centrifugal Pump Tipe Eta-N 125x100-40 pada Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri*”, 17-18, 2018, Dipetik 2020.
- [6]. Juliandi, ” *Cara Benar Menggunakan Dial Gauge Sesuai Dengan Standart Operasional Prosedur (SOP)*”, 2017.
- [7]. Sumber: Google Gambar. 2020. Bengkulu.
https://s1.bukalapak.com/img/151868353/large/alat_ukur_bubut_Magnetic_Stand_Base_Dial_Indicator_CarsonCar.jpg .
(diakses tanggal 18 juni 2020 pukul 21:00).
- [8]. Sumber: Google Gambar. 2020. Bengkulu.
<https://ae01.alicdn.com/kf/>