

INSPEKSI POMPA *CENTRIFUGAL* BERBASIS DATA VIBRASI MENGUNAKAN *VIBRATION ANALYZER* DI PT PERTAMINA EP ASSET 1 FIELD RANTAU

Muhammad Gatra Prawira¹, A. Jannifar², Sariyusda²

¹Mahasiswa D-IV Teknologi Rekayasa Manufaktur

²Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe

Jl. Banda Aceh-Medan Km.280 Buketrata

Email: Gatra1995@gmail.com

Abstrak

PT Pertamina EP Asset 1 Field Rantau merupakan perusahaan yang bergerak dalam usaha eksplorasi dan eksploitasi hulu minyak dan gas. Didalam melakukan proses produksinya tidak terlepas dari permasalahan-permasalahan yang terjadi pada mesin-mesin atau *equipment-equipment* yang ada, Salah satunya adalah permasalahan yang terjadi pada pompa *centrifugal*. Salah satu cara untuk mencegah terjadinya kerusakan pada pompa adalah dengan melakukan kegiatan *predictive maintenance* yang merupakan salah satu teknik perawatan yang banyak digunakan dalam dunia industri. Pada penelitian ini penulis melakukan salah satu kegiatan *predictive maintenance* yaitu memonitoring tingkat severity vibrasi menggunakan alat *Vibration Analyzer Skf Microlog Gx Series (CMXA 75)* pada pompa yang ada di fasilitas *Water Treatment* Pertamina EP Asset 1 Field Rantau dalam pengambilan data penulis menggunakan alat *vibration analyzer*, penulis menggunakan dua arah test point pengukuran yaitu *vertical* dan *horizontal* pada bagian bearing pompa, bearing elektrik motor dan pada bagian belakang elektrik motor. Setelah dilakukan pengukuran maka penulis mendapat nilai rata-rata vibrasi pada masing-masing bagian pengukuran yaitu Nilai rata-rata vibrasi pada bagian bearing pompa sebesar 5,4 mm/s dan 71,7 μm (*horizontal*) kemudian 5,4 mm/s dan 72,7 μm (*vertical*). Pada bagian bearing motor nilai rata-rata vibrasi sebesar 5,8 mm/s dan 73,8 μm (*horizontal*) kemudian 5,9 mm/s dan 73,6 μm (*vertical*), , namun pada bagian belakang elektrik motor nilai rata-rata vibrasi sebesar 6,3 mm/s dan 86,6 μm (*horizontal*) kemudian 6,3 mm/s dan 86,7 μm (*vertical*). Berdasarkan Pengukuran rata-rata vibrasi maka disimpulkan untuk dilakukan pergantian dan perbaikan pada komponen pompa *centrifugal* meliputi melakukan *alignment*, pergantian *gland packing*, pergantian *bearing*, dan pergantian *impeller*. Setelah semua proses perbaikan dan pergantian komponen dilakukan maka nilai vibrasi pada bagian bearing pompa dan motor berada pada zona aman (zona hijau) sedangkan pada bagian belakang elektrik motor merada pada zona toleransi(zona kuning) berdasarkan ISO 10816-7.

Kata Kunci : *Water Treatment Plant*, Vibrasi, *Vibration Analyzer*, *Vertical* dan *Horizontal*, ISO 10816-7, Pompa *Centrifugal*

1 Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Perawatan pompa pada suatu perusahaan memiliki peranan penting untuk tercapainya performansi kinerja peralatan yang optimal di suatu perusahaan [1]. Gangguan-gangguan pada pompa seperti *missalignment*, *unbalance*, kavitasi, kerusakan pada *bearing*, *mechanical looseness*, fluktuasi tekanan, dan gesekan (*rubbing*) merupakan beberapa jenis gangguan yang terjadi pada pompa dan kondisi tersebut menyebabkan timbulnya vibrasi pada pompa [2]. Dalam proses produksi migas tidak terlepas dari masalah yang dapat mengganggu dan menghambat proses produksi seperti kerusakan pada beberapa *unit*

pompa yang dapat ditemukan pada fasilitas-fasilitas produksi yang ada di PT PertaminaEP Asset 1 Field Rantau sehingga hal-hal tersebut dapat membuat target produksi migas menjadi terhenti, menurunkan produksi, dan membuat perusahaan mengalami kerugian. Kurangnya tindakan prediksi yang dilakukan perusahaan pada pompa *centrifugal* membuat pompa ini sering mengalami kerusakan tak terduga, Pompa ini berfungsi untuk mendistribusikan air bersih ke masyarakat kompleks Pertamina serta mendistribusikan air untuk utilisasi produksi hulu migas. Analisa vibrasi adalah salah satu teknik yang sering digunakan dalam melakukan teknik perawatan prediksi pada mesin berputar. Teknik ini memanfaatkan karakteristik

vibrasi yang dibangkitkan oleh mesin berputar dan beberapa kerusakan yang sering muncul pada mesin berputar adalah *bearing defect*, *unbalance*, *looseness* dan *misalignment* [3]. Dalam penelitian ini penulis melakukan analisa vibrasi dengan tujuan berdasarkan pengukuran yang dilakukan sebelum dan sesudah dilakukan perbaikan. Kemudian membuat grafik untuk melihat fluktuasi vibrasi pada bagian pompa centrifugal, kemudian membandingkan nilai severity vibrasi dengan ISO standard 10816-7 yang menjadi acuan tingkat severity vibrasi. Selanjutnya penulis akan memberikan rekomendasi perbaikan apa yang harus dilakukan untuk mengurangi nilai severity vibrasi pada pompa tersebut. Berikut adalah ISO standard 10816-7 seperti pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Standard ISO 10816-7
(www.iso.org/standar/41726.html) [4]

DIN ISO 10816-7	Category 1		Category 2		
Pump type	Rotodynamic pumps with high reliability, availability or security requirements.		Rotodynamic pumps for general or less critical applications.		r > 600 rpm
Power	>200 kW	<200 kW	>200 kW	<200 kW	0.5 rpm 1.0 rpm 2.0 rpm
Velocity v_{eff}	7,6	D	9,5	D	Displacement S_{pp}
	6,5	C	8,5	C	
10 – 1000 Hz r > 600 rpm	5,0	B	6,1	B	
2 – 1000 Hz r < 600 rpm	4,0	A	5,1	A	
	3,5	A	4,2	A	
	2,5	A	3,2	A	130
mm/s rms		A		A	80
		A		A	50
		A		A	μm
		A		A	

A Newly commissioned machines
 B Unrestricted long term operation
 C Restricted long term operation
 D Vibration causing damage

1.2 Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus dari penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi praktik perawatan prediksi pada pompa di PT. Pertamina EP Asset 1 Field Rantau
2. Dapat menganalisa nilai vibrasi pada pompa *centrifugal*.
3. Menganalisa penyebab munculnya vibrasi yang terjadi pada pompa *centrifugal*.
4. Dapat memberi solusi perbaikan pada pompa yang mengalami tingkat *severity* vibrasi yang melewati batas *standard* ISO 10816-7.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya membahas monitoring tingkat vibrasi dengan menggunakan alat

vibration analyzer skf microlog gx series (cmxa 75).

2. Penelitian ini hanya menggunakan data berdasarkan angka dan tidak menggunakan *spektrum* sebagai acuan tingkat *severity* vibrasi pada pompa *centrifugal*.
3. Penelitian ini hanya menggunakan *standard* ISO 10816-7 sebagai acuan tingkat *severity* vibrasi
4. Penelitian ini hanya menggunakan 2 titik arah pengukuran (*Test point*) yaitu arah *horizontal* dan *vertical*

Metode Penelitian

2.1 Tempat Dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di PT PERTAMINA EP Asset I Field Rantau dan pengambilan data dilakukan di fasilitas *water treatment plant* (WTP). Waktu penelitian dilakukan pada tanggal sebagai berikut: Pengambilan data pertama pada 2 Oktober 2017 - 25 Oktober 2017 dan pengambilan data kedua pada 4 Desember 2017 – 23 Desember 2017.

2.2 Objek Pengukuran

Adapun objek pengukuran vibrasi dilakukan pada pompa KSB 65-160A seperti pada gambar 3.2.



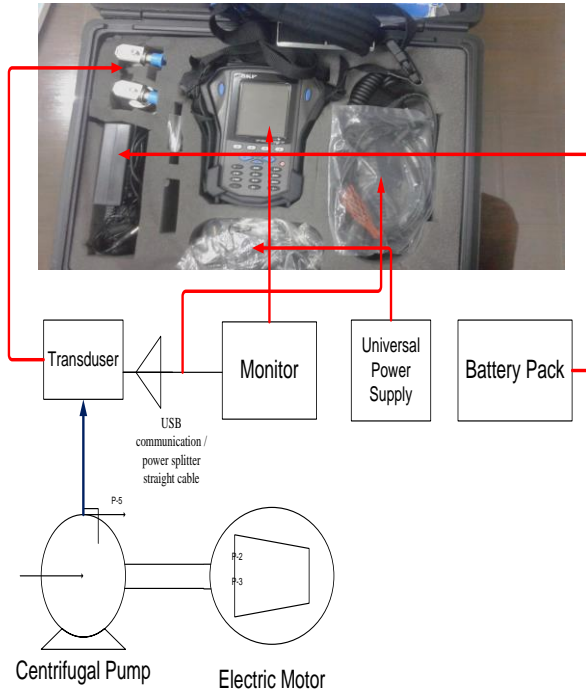
Gambar 3.2 Pompa centrifugal type KSB 65-160A yang ada di fasilitas water treatment plant

Fasilitas *water treatment plant* (WTP) memiliki bagian distribusi yang mana terdapat 3 pompa yang memiliki waktu operasi berbeda-beda yaitu:

1. Pompa nomor 1 beroperasi mulai pukul 04.00-12.00 dan 16.00-22.00
2. Pompa nomor 2 (Rusak/Tidak beroperasi)
3. Pompa nomor 3 *Standbay*

2.3 Alat Ukur Yang Digunakan Dalam Penelitian

Adapun dalam penelitian ini penulis menggunakan alat ukur vibrasi jenis *vibration analyzer* skf *microlog gx series* (cmx 75) untuk melihat tingkat *severity* vibrasi pada pompa *centrifugal* yang ada di fasilitas *water treatment plant* (WTP) PT Pertamina EP Asset 1 Field Rantau. Berikut adalah gambar alat *vibration analyzer* dan spesifikasinya seperti pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Alat *Vibration analyzer* dan diagram *block* pengukuran

2.4 Rencana Analisa Data

Dalam melakukan proses pengambilan data untuk mengetahui seberapa besar tingkat *severity* vibrasi yang terjadi pada pompa *centrifugal* penulis melakukan pengukuran sebanyak tujuh kali.

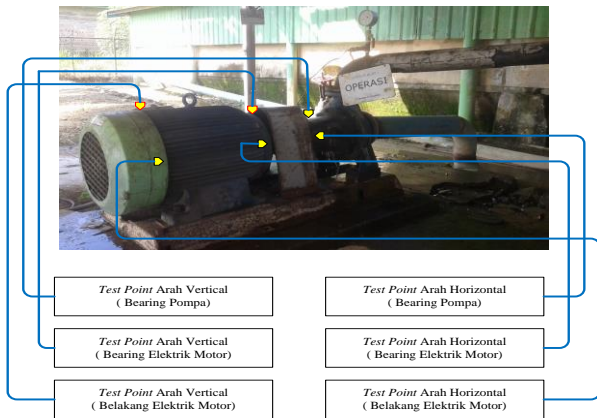
Pada pengukuran pertama dilakukan pada tanggal 17 Oktober dan pengukuran kedua dilakukan pada tanggal 4 Desember, berdasarkan waktu pengukuran menunjukkan adanya jarak antara pengukuran pertama dan kedua sebanyak 53 hari. Selanjutnya interval antara pengukuran kedua, ketiga, dan keempat diukur tiap satu minggu dan ketika hari dilakukan pengukuran maka dilakukan pengukuran vibrasi sebanyak dua kali yaitu interval waktu 3 jam operasi. Dalam menentukan jadwal pengukuran penulis lakukan berdasarkan diskusi dengan pembimbing lapangan terkait jadwal waktu

pengukuran. Berikut adalah jadwal pengukuran vibrasi dilakukan secara bertahap sebagai berikut:

1. Tanggal 17 Oktober 2017 dimana untuk pertama kalinya penulis melakukan pengukuran vibrasi pada pompa *centrifugal* di fasilitas *water treatment plant* (WTP).
2. Tanggal 4 Desember 2017 dimana penulis melakukan pengukuran vibrasi sebanyak dua kali yaitu pukul 08.00 dan pukul 11.00 pada pompa *centrifugal* yang telah dilakukan perbaikan meliputi melakukan *alignment* pada tanggal 19 Oktober 2017 dan pergantian *gland packing* pada tanggal 19 Oktober 2017, berarti terdapat jarak 26 hari setelah dilakukan perbaikan
3. Tanggal 11 Desember 2017 dimana penulis melakukan pengukuran vibrasi sebanyak dua kali yaitu pukul 08.00 dan pukul 11.00 pada pompa *centrifugal* yang telah dilakukan perbaikan meliputi pergantian *impeller* pada tanggal 7 Desember 2017 dan pergantian *bearing* pada tanggal 7 Desember 2017, dimana pada pengukuran ini terdapat jarak 4 hari setelah dilakukan perbaikan berupa pergantian *impeller* dan *bearing*.
4. Tanggal 18 Desember 2017 dimana penulis melakukan pengukuran vibrasi sebanyak dua kali yaitu pukul 08.00 dan pukul 11.00 pada pompa *centrifugal*.
5. Setelah melakukan pengambilan data selanjutnya penulis akan mengolah data hasil vibrasi dan membandingkan dengan Standard ISO 10816-7 sebagai standard acuan tingkat vibrasi pada pompa *centrifugal*, membuat grafik untuk melihat fluktuasi tingkat vibrasi, dan memberi rekomendasi perbaikan dan perawatan yang tepat yang harus dilakukan pada pompa *centrifugal*.

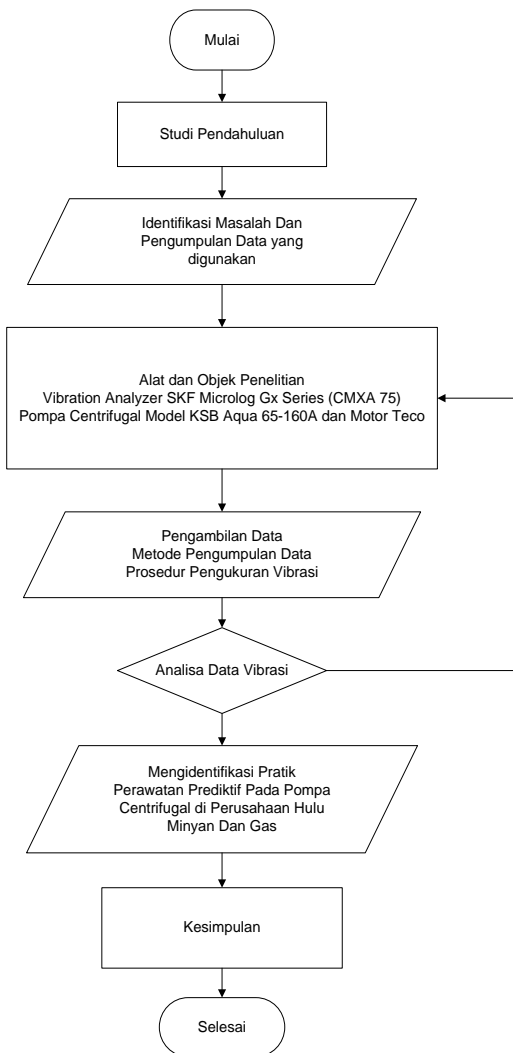
2.5 Test Point Pengukuran Vibrasi

Test point pengambilan data vibrasi menggunakan alat *vibration analyzer* yaitu pada dua arah pengukuran (*vertical* dan *horizontal*) seperti gambar 3.4 di bawah ini.



Gambar 3.4 Skematik test point arah pengukuran pada pompa centrifugal

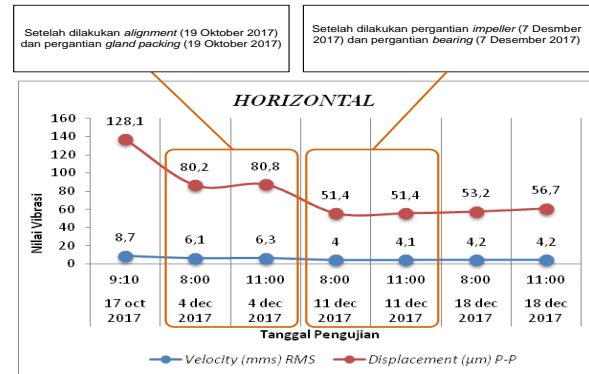
2.6 Diagram Alir Inspeksi



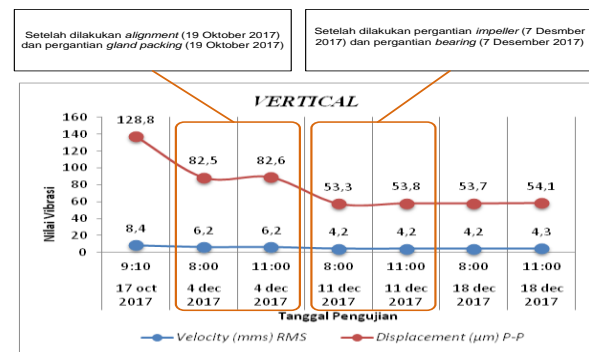
3.5 Diagram alir inspeksi

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Grafik Pengukuran dan ISO 10816-7 pada Bearing Pompa



Gambar 4.1 Grafik nilai vibrasi arah horizontal pada bearing pompa



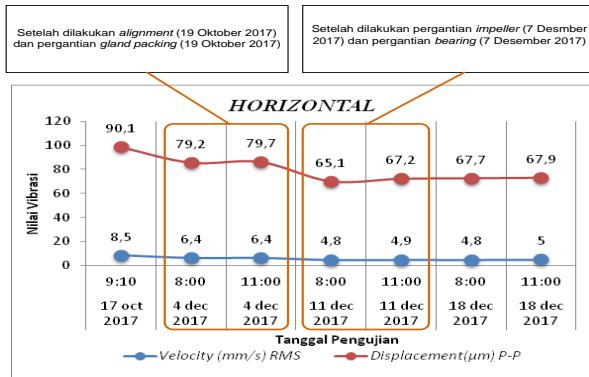
Gambar 4.2 Grafik nilai vibrasi arah vertical pada bearing pompa

Tabel 4.2 ISO 10816-7 Pada bearing pada pompa

DIN ISO 10816-7	Category 1		Category 2		
Pump type	Rotodynamic pumps with high reliability, availability or security requirements.		Rotodynamic pumps for general or less critical applications.		r > 600 rpm
Power	>200 kW	<200 kW	>200 kW	<200 kW	0.5 rpm 1.0 rpm 2.0 rpm
Velocity v_{eff}	7,6		9,5		Displacement s_{P-P}
	6,5		8,5		
10 - 1000 Hz r > 600 rpm	5,0		6,1		
	4,0		5,1		
2 - 1000 Hz r < 600 rpm	3,5		4,2		
	2,5		3,2		130
					80
					50
mm/s rms			mm/s rms		µm
	A		A		A

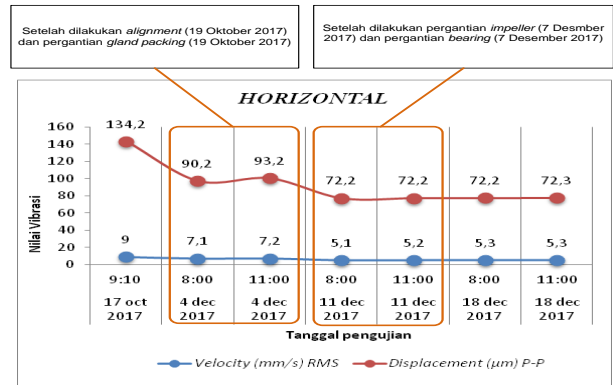
A Newly commissioned machines
 B Unrestricted long term operation
 C Restricted long term operation
 D Vibration causing damage

3.2 Grafik Pengukuran dan ISO 10816-7 pada Bearing Elektrik Motor

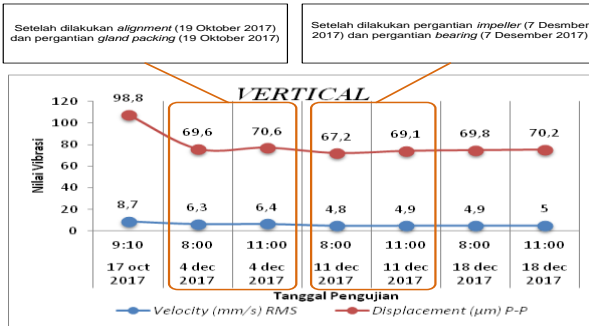


Gambar 4.3 Grafik nilai vibrasi arah horizontal pada bearing elektrik motor

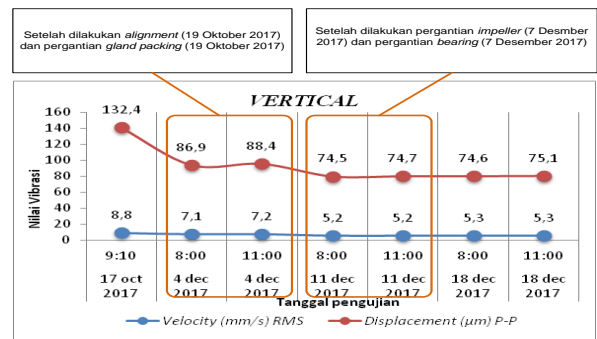
3.3 Grafik Pengukuran dan ISO 10816-7 Pada Bagian Belakang Elektrik Motor



Gambar 4.5 Grafik nilai vibrasi arah horizontal pada bagian belakang elektrik motor



Gambar 4.4 Grafik nilai vibrasi arah vertical pada bearing elektrik motor



Gambar 4.6 Grafik nilai Vibrasi arah vertical bagian belakang elektrik motor

Tabel 4.4 ISO 10816-7 Pada bearing di elektrik motor

DIN ISO 10816-7	Category 1		Category 2		r > 600 rpm 0.5 rpm 1.0 rpm 2.0 rpm
Pump type	Rotodynamic pumps with high reliability, availability or security requirements.		Rotodynamic pumps for general or less critical applications.		
Power	>200 kW	<200 kW	>200 kW	<200 kW	
Velocity v_{rms}	7,6	D	9,5	D	Displacement s_{p-p} 130 80 50 µm
10-1000 Hz $r > 600$ rpm	6,5	C	8,5	C	
2-1000 Hz $r < 600$ rpm	5,0	B	6,1	B	
	4,0	A	5,1	A	
	3,5	A	4,2	A	
mm/s rms	2,5	A	3,2	A	

A Newly commissioned machines B Unrestricted long term operation C Restricted long term operation D Vibration causing damage

Tabel 4.6 ISO 10816-7 Pada bagian belakang elektrik motor

DIN ISO 10816-7	Category 1		Category 2		r > 600 rpm 0.5 rpm 1.0 rpm 2.0 rpm
Pump type	Rotodynamic pumps with high reliability, availability or security requirements.		Rotodynamic pumps for general or less critical applications.		
Power	>200 kW	<200 kW	>200 kW	<200 kW	
Velocity v_{rms}	7,6	D	9,5	D	Displacement s_{p-p} 130 80 50 µm
10-1000 Hz $r > 600$ rpm	6,5	C	8,5	C	
2-1000 Hz $r < 600$ rpm	5,0	B	6,1	B	
	4,0	A	5,1	A	
	3,5	A	4,2	A	
mm/s rms	2,5	A	3,2	A	

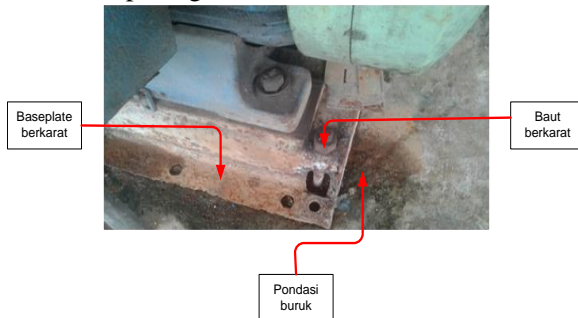
A Newly commissioned machines B Unrestricted long term operation C Restricted long term operation D Vibration causing damage

3.4 Analisa Kerusakan Dan Rekomendasi

A. Analisa Kerusakan

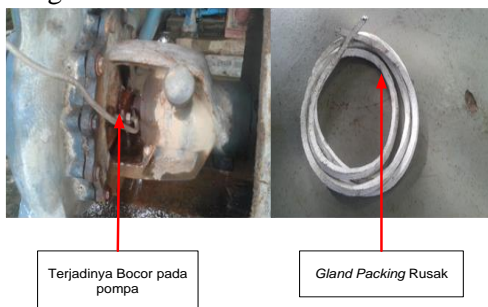
Setelah di dapat hasil rata-rata nilai *severity* vibrasi dan grafik fluktuasi vibrasi yang menunjukkan bahwa terjadinya fluktuasi nilai vibrasi. ini dapat disebabkan beberapa faktor antara lain:

1. Terjadinya *missalignment* pada pompa centrifugal KSB 65-160A. *Missalignment* yang terjadi disebabkan penyimpangan salah satu bagian mesin dari garis pusatnya, kendor dan berkaratnya baut-baut pengikat antara *baseplate* dengan pondasi pompa. Hal-hal tersebut dapat dilihat pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Baseplate dan pondasi yang menompang elektrik motor

2. Kerusakan pada komponen *gland packing* pada pompa dapat menyebabkan pompa bocor sehingga fluida yang dialirkan terbuang sia-sia, karena salah satu fungsi dari *gland packing* adalah untuk mengontrol dan mencegah terjadinya kebocoran pada pompa. Dapat dilihat pada gambar 4.8.



Gambar 4.8 Bocornya pompa dan *gland packing* yang rusak

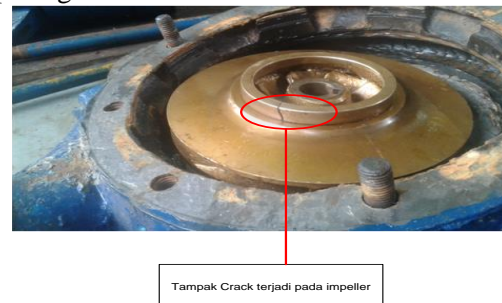
3. Rusaknya *bearing* pada pompa centrifugal KSB 65-160A mengakibatkan *bearing* tidak bisa menjalankan fungsinya untuk menahan posisi poros dengan baik, Hal ini terjadi karena kontaminasi, kelelahan produk, pemasangan yang kurang tepat, dan kurangnya *grease* di

dalam *bearing housing* sehingga menyebabkan *temperature bearing* meningkat dan *bearing* menjadi gosong pada bagian *inner ring bearing* tersebut. Dapat dilihat pada gambar 4.9.



Gambar 4.9 Inner ring *bearing* gosong

4. Rusaknya *Impeller* pada pompa centrifugal KSB 65-160A bisa disebabkan oleh getaran, kavitasi, kontaminasi dan *unbalance* yang menyebabkan salah satu bagian *impeller* memiliki berat yang tidak seimbang, kemudian ketika *impeller* berputar bisa menimbulkan benturan antara *impeller* dengan baut yang ada didalam *casing* yang dapat membuat bagian *impeller* mengalami *crack* sehingga *impeller* tidak dapat berfungsi dengan baik dan mempengaruhi putaran pada *bearing* dan poros. Dapat dilihat pada gambar 4.10.

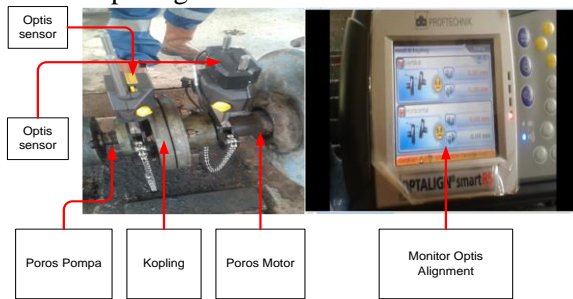


Gambar 4.10 *Crack* yang terjadi pada *impeller*

B. Rekomendasi Perbaikan

1. Melakukan *alignment* pada pompa centrifugal KSB 65-160A. Berdasarkan gambar 4.7 yang menunjukkan kondisi buruknya *baseplate*, pondasi, dan baut yang berkarat. Namun saat ini belum ada standard baku dari ISO atau ANSI yang menyatakan kapan harus dilakukan *alignment* tapi ada batas toleransi sebesar 0,5 mills sebagai batas toleransi *alignment*. Oleh sebab itu berdasarkan hasil pengukuran *alignment* yang dilakukan terjadi *missalignment* sebesar 0,8 mills. Pada tanggal 19 Oktober 2017 di sarankan kepada perusahaan untuk dilakukan *alignment* dan menambah *sims* setebal 0,8 mills untuk mensejajarkan antara poros pompa

dengan poros motor. Proses *alignment* dapat dilihat pada gambar 4.11 dibawah ini.



Gambar 4.11 Proses Alignment

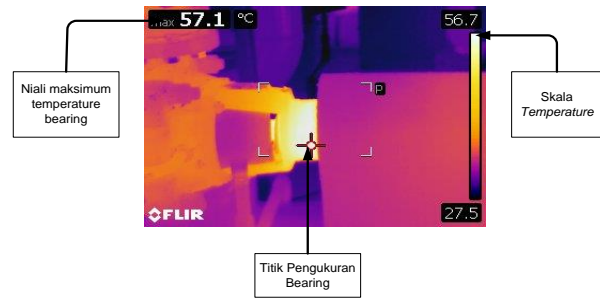
2. Melakukan pergantian *gland packing* pada pompa sentrifugal KSB 65-160A. Berdasarkan gambar 4.8 yang menunjukkan bahwa pada pompa telah terjadi kebocoran pada sisi perbatasan antara bagian pompa yang berputar (poros) dengan stator, Hal ini disebabkan karena *gland packing* rusak sehingga tidak dapat mengontrol kebocoran yang terjadi pada pompa. Pada tanggal 19 Oktober 2017 disarankan kepada perusahaan untuk dilakukan pergantian *gland packing* yang sudah rusak dengan yang baru. Komponen *gland packing* baru dapat dilihat pada gambar 4.12.



Gambar 4.12 Gland packing baru

3. Melakukan pergantian *bearing* pada pompa sentrifugal KSB 65-160A. Berdasarkan gambar 3.9 yang menunjukkan bahwa bagian *inner ring bearing* gosong, Hal ini disebabkan karena kurangnya pelumas atau *grease* pada *bearing housing* sehingga *bearing* menjadi gosong dan membuat vibrasi meningkat. Sebelum *bearing* dibuka dari *bearing housing* maka dilakukan pengamatan tingkat *temperature bearing* dengan menggunakan alat *Thermal Imaging* untuk melihat apakah benar *temperature* pada *bearing* tinggi. Pada tanggal 7 Desember 2017 disarankan kepada perusahaan untuk dilakukan pergantian *bearing* yang rusak dengan yang baru dan saran untuk kedepannya pergantian oil atau *grease* dilakukan setelah 300 jam operasi *bearing*. Hal ini berarti pergantian *bearing*

selama ini tidak sesuai jadwal. Proses pengujian thermal pada *bearing* dapat dilihat pada gambar 4.13.

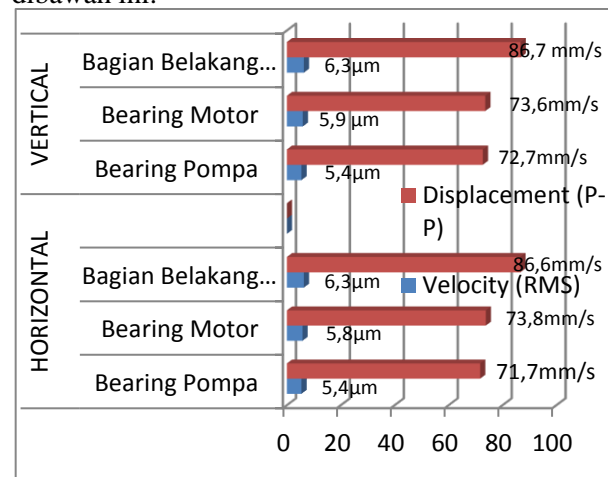


Gambar 4.13 Thermal bearing

4. Melakukan pergantian *impeller* pada pompa sentrifugal KSB 65-160A. Berdasarkan gambar 4.10 yang menunjukkan terjadinya kerusakan pada *impeller* yaitu adanya *crack*, Hal ini bisa disebabkan oleh *unbalance* yang terjadi pada *impeller* sehingga salah satu bagian *impeller* memiliki berat yang tidak setimbang dan membuat putaran *impeller* mempengaruhi putaran poros dan *bearing*. Ini bisa menimbulkan kerusakan premature pada *bearing* dan poros. Pada tanggal 7 Desember 2017 disarankan untuk dilakukan pergantian *impeller* yang rusak dengan *impeller* yang baru.

3.5.Grafik Perbandingan Rata-Rata Nilai Vibrasi Pada Setiap Bagian Pompa Yang Telah Diukur

Adapun grafik rata-rata nilai vibrasi pada setiap bagian pompa yang telah dilakukan pengukuran dapat dilihat pada gambar grafik 4.7 dibawah ini:



Gambar 4.14 Grafik rata-rata nilai vibrasi pada tiap bagian pompa

Dari gambar grafik 4.7 diatas menampilkan perbandingan nilai rata-rata pengukuran vibrasi bagian pompa yaitu pada *bearing* pompa, *bearing* elektrik motor dan bagian belakang elektrik motor. Dapat dilihat bahwa nilai vibrasi tertinggi pada bagian belakang elektrik motor dan nilai vibrasi terendah pada bagian *bearing* pompa. Namun secara keseluruhan nilai vibrasi menurun hal ini tidak terlepas dari telah dilakukannya perbaikan dan pergantian komponen yaitu melakukan *alignment*, pergantian *gland packing*, pergantian *impeller*, menambah pelumas dan *grease* serta melakukan pergantian *bearing* pada pompa *centrifugal*

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil identifikasi masalah yang terjadi pada pompa *centrifugal* di *fasilitas water treatment* di PT Pertamina EP Asset 1 *field* Rantau dapat disimpulkan sebagai bahwa.

1. Dari hasil pengukuran dan analisa vibrasi maka direkomendasikan pada pompa *centrifugal* untuk dilakukan pemeriksaan, pergantian atau perbaikan pada komponen pompa
2. Nilai rata-rata vibrasi pada bagian *bearing* pompa sebesar 5,4 mm/s dan 71,7 μm (*horizontal*) kemudian 5,4 mm/s dan 72,7 μm (*vertical*). Pada bagian bearing motor nilai rata-rata vibrasi sebesar 5,8 mm/s dan 73,8 μm (*horizontal*) kemudian 5,9 mm/s dan 73,6 μm (*vertical*), , namun pada bagian belakang elektrik motor nilai rata-rata vibrasi sebesar 6,3 mm/s dan 86,6 μm (*horizontal*) kemudian 6,3 mm/s dan 86,7 μm (*vertical*)
4. Berdasarkan ISO *standard* 10816-7 nilai rata-rata vibrasi pada bagian *bearing* pompa dan motor berada pada zona warna hijau yang berarti pompa dapat beroperasi dalam jangka waktu lama, namun pada bagian belakang elektrik motor nilai vibrasi berada pada pada zona kuning yang berarti tidak dapat beroperasi dalam jangka waktu lama, hal ini diakibatkan adanya pengaruh dari *fan* pada motor.
3. Dari pengukuran vibrasi yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa setelah dilakukan perbaikan-perbaikan berupa melakukan *alignment*, pergantian *gland packing*, pergantian *impeller*, dan pergantian *bearing* maka nilai vibrasi akan semakin mengecil
4. Penerapan kegiatan *predictive maintenance* yaitu menganalisa vibrasi merupakan suatu

tindakan yang sangat tepat untuk memprediksi suatu kerusakan pada mesin sebelum kerusakan itu benar-benar terjadi

5. Saran

Beberapa saran yang diharapkan dapat memberikan masukan bagi perusahaan berdasarkan hasil penelitian adalah.

1. Dalam pergantian komponen pompa yang rusak seperti *bearing*, *impeller*, dan *gland packing* hendaknya disesuaikan dengan komponen *standard* perusahaan untuk meningkatkan performasi dari pompa *centrifugal*.
2. Kegiatan pengukuran vibrasi pada pompa *centrifugal* hendaknya dilakukan secara terjadwal untuk mencegah terjadinya kerusakan tak terduga yang akan terjadi pada pompa *centrifugal* dan menghindari *downtime*.
3. Hendaknya perusahaan serius dalam menerapkan strategi perawatan *predictive maintenance* dengan benar sehingga terjadinya kerusakan bisa diprediksi sebelum kerusakan tersebut membuat mesin mengalami *breakdown*.

6 Daftar Pustaka

- [1]Mohamed Ben-Daya, Et. All. (2009), *Handbook of Maintenance Management and Engineering*, Copyright Springer-Verlag Limited, London
- [2] Putra, Levi Amanda (2016) *Analisa Kerusakan Pompa Centrifugal P-011C Di Pt Sulfinda Adiusaha Dengan Mengguankan Transduser Getaran Accelerometer*. Jurnal Teknik Mesin(JTM) Vol. 05, No 3. Jakarta
- [3]Abidin, Ganong, Sujana, Wayan. (2017). *Deteksi Kerusakan Bearing Pada Condensate Pump Dengan Analisa Sinyal Vibrasi*.i Jurnal Flywheel, 8, 60–67. Institut Teknologi Nasional Malang. Malang
- [4] <https://www.iso.org>, Diakses 13 Oktober 2017, waktu 09.45 wib, Rantau