

Pemeriksaan Kerusakan Pompa Vakum menggunakan Analisa Getaran

Nurbaiti¹, Hendri Van Hoten¹, Rifki Meilianda¹
nurbaiti@unib.ac.id

Abstract

The research about vibration is used to find the type of vacuum pump damage 161V21 Plant Fatty Acid. This research was conducted in company that is process CPKO (Crude Palm Kernel Oil) into fatty alcohol. This company use rotating equipment in production process. When the process happen, engines fails due to excessive vibration. To make engine work properly, maintenance is done by analysis vibration to give information about engine damage type. Vibration analysis is done based on characteristic engine damage type that is see the domain frequency which is produced by fluke so that it can identify the damage type. Object in this research are vacuum pump 161V21 and vibration measure that is used in four location of bearing. The result of indication vibration damage by vacuum pump 161V21 are bearing first angular misalignment, second bearing that is indicate misalignment and coupling problem, Third bearing not yet identification the damaged, fourth bearing indicate mechanical looseness, misalignment and coupling problem. Actual problem are damage in the rubber and pump shaft which is corrosion happen because of rubbing against with inner bearing.

Key words: Vibration Analysis, Domain Frequency, Vacuum Pump

Pendahuluan

Salah satu industri yang bergerak dibidang pengolahan CPKO (Crude Palm Kernel Oil) menjadi produk olahan seperti fatty acid, glycerin, methylester dan fatty alcohol sebagai produk utama. Produk-produk tersebut memerlukan beberapa proses pengolahan hingga didapatkan produk yang diinginkan. Dalam hal proses produksi dan pengolahan bahan baku hingga menjadi produk yang diinginkan tentu melalui tahapan-tahapan tertentu yang notabennya menggunakan mesin-mesin berotasi (*rotating equipments*) dan berteknologi canggih.

Salah satu mesin yang sering digunakan dalam proses produksi ialah pompa. Pompa adalah salah satu mesin fluida yang digunakan untuk memindahkan fluida dari suatu tempat ke tempat lain dengan cara menaikkan tekanan fluida tersebut^[1]. Terdapat beberapa jenis pompa yang sering digunakan, salah satunya adalah jenis pompa vakum. Pompa vakum berfungsi untuk membuat vakum jalur sistem. Namun dalam pengoperasian di lapangan sering dijumpai kegagalan, salah satu penyebabnya adalah getaran. Akibat getaran tersebut dapat merusak poros, bantalan, timbulnya noise, penurunan

head, penurunan kapasitas hingga penurunan efisiensi dari pompa tersebut.

Getaran yang berlebihan pada pompa tentu memiliki dampak yang sangat buruk terhadap pompa. Untuk mencegah terjadi kerusakan atau downtime yang tidak terencana maka perlu dilakukan maintenance. Salah satu perawatan yang dapat dilakukan ialah *predictive maintenance* yaitu dengan memprediksi adanya kerusakan pada mesin yang digunakan dalam proses produksi. *Predictive maintenance* dapat dilakukan dengan cara menganalisis getaran yang dihasilkan oleh pompa itu sendiri, karena mesin yang menunjukkan gejala kerusakan akan menghasilkan sinyal getaran yang tidak biasa. Pada kasus ini ditemukan adanya indikasi kerusakan pada pompa vakum 161V21. Hal ini dikarenakan hasil pengukuran nilai vibrasi yang didapat mengalami kenaikan dan telah berada pada daerah danger. Oleh karena itu perlu dilakukan analisis vibrasi pada pompa vakum 161V21 untuk mengetahui adanya kerusakan pada pompa untuk mencegah kerusakan yang lebih parah. Dalam penelitian ini analisis getaran yang dilakukan dengan menggunakan alat ukur *vibration meter* dan *fluke*.

Tinjauan Pustaka

Pengertian *Maintenance* Secara umum

Pengertian umum dasar perawatan meliputi : perawatan *run to breakdown*, yaitu melakukan perawatan mesin dengan mengganti atau memperbaiki mesin rusak, dibutuhkan persediaan lengkap suku cadang yang akan digunakan, kerugiannya adalah ketergantungan dengan tersedianya suku cadang. Perawatan pencegahan berbasis waktu (*time based preventive maintenance*) adalah perawatan dengan membuat jadwal perbaikan mesin berdasarkan jadwal atau jam kerja dari mesin tersebut, kerugiannya adalah karakteristik mesin yang berbeda-beda akan membuat analisa kurang akurat. Perawatan prediktif (*predictive maintenance*) adalah penjadwalan perawatan hanya dilakukan ketika kerusakan bisa dideteksi sehingga dapat menganalisa perbaikan yang akan dilakukan untuk meningkatkan kinerja mesin lebih baik, memberikan informasi yang dibutuhkan untuk perawatan lebih akurat, membuat waktu lebih efisien, meningkatkan umur dari mesin dan menghemat biaya [2].

Pengamatan pada kondisi mesin dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa teknik seperti: *vibration monitoring*, adalah teknik yang paling efektif untuk mendeteksi pengaruh getaran mekanik dalam perputaran mesin, *acoustic emission*, dapat digunakan untuk mendeteksi keretakan pada struktur dan pipa, *oil analysis*, digunakan untuk menganalisa pelumas yang dapat memberikan pengaruh kondisi *bearing* dan *gear*, *particle analysis*, dapat digunakan untuk menganalisa roda gigi atau sistem hidrolik, *corrosion monitoring* dengan menggunakan *ultrasonic* dapat digunakan untuk mendeteksi keretakan struktur pada pipa, *thermography* digunakan menganalisa peralatan elektrik dan mekanik, dan teknik-teknik lainnya [2].

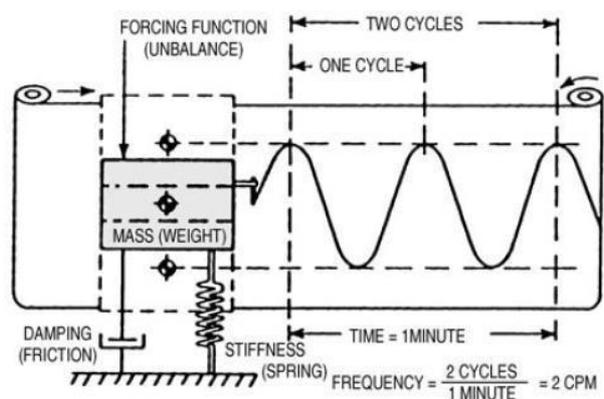
Teknik pengamatan atau analisa getaran sangat penting, dikarenakan banyak tenaga ahli atau mekanik menggunakan pengamatan teknik lapangan dengan meraba mesin tertentu menggunakan pendengaran suara mesin tersebut.

Cara tersebut tidak salah akan tetapi dilakukan secara individu yang pengukuran berdasarkan alat panca indera. Regenerasi tenaga yang bersifat keahlian pribadi akan sulit disistimatisasikan dan dipelajari, bahkan kadang-kadang dengan alasan pribadi keahlian tersebut sengaja tetap dimiliki sendiri dan tidak diberikan ke orang lain. Sehingga pengambilan keputusan dilakukan secara pribadi. Riwayat mesin tersebut tidak terekam tentang semua kondisi mesin. Sehingga analisa secara ilmiah tidak dapat dilakukan dan perkembangan mesin dengan rancangan terbaru akan sulit menyesuaikan.

Untuk menjawab permasalahan diatas dengan analisa getaran dapat mengidentifikasi secara dini agar tidak terjadi kerusakan yang lebih parah dikarenakan penjadwalan perawatan untuk perbaikan mesin yang tidak jelas.

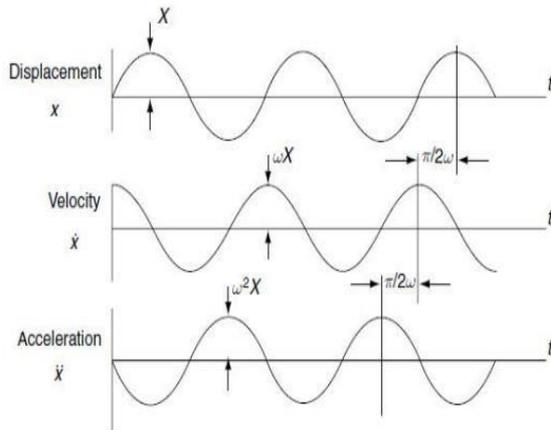
Dasar-Dasar Getaran

Getaran secara teknis didefinisikan sebagai gerak osilasi dari suatu objek terhadap posisi objek awal/diam, seperti yang ditunjukkan pada gambar 1. Gerakan massa dari posisi awal menuju atas dan bawah lalu kembali ke posisi semula, dan akan melanjutkan geraknya disebut sebagai satu siklus getar. Waktu yang dibutuhkan untuk satu siklus disebut sebagai periode getaran. Jumlah siklus pada suatu selang waktu tertentu disebut sebagai frekuensi getaran.



Gambar 1. Sistem Getaran Sederhana^[2]

Frekuensi adalah salah satu karakteristik dasar yang digunakan untuk mengukur dan menggambarkan getaran. Karakteristik lainnya yaitu perpindahan, kecepatan dan percepatan. Setiap karakteristik ini menggambarkan tingkat getaran, hubungan karakteristik ini dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Hubungan Antara Perpindahan, Kecepatan dan Percepatan Getaran

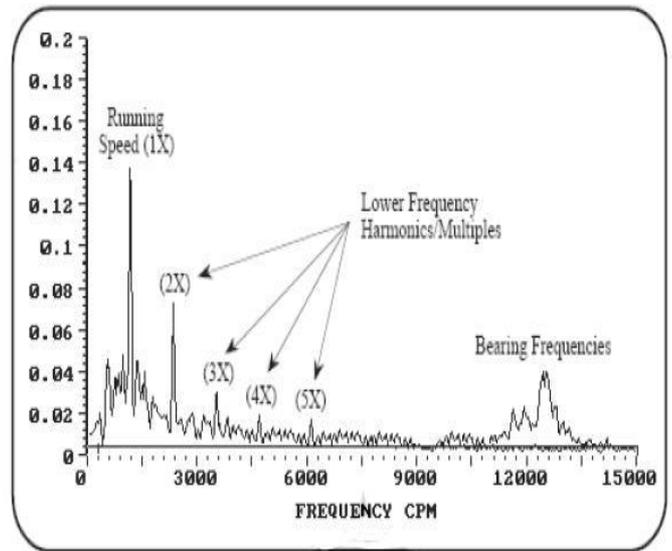
Perpindahan (*displacement*) mengindikasikan berapa jauh suatu objek bergetar, kecepatan (*velocity*) mengindikasikan berapa cepat objek bergetar dan percepatan (*acceleration*) suatu objek bergetar terkait dengan gaya penyebab getaran. Satuan yang digunakan tiap karakteristik dapat dilihat pada Tabel 1. Untuk keperluan program *preventive maintenance*, kecepatan getar adalah karakteristik yang penting untuk diukur.

Tabel 1. Karakteristik dan Satuan Getaran^[3]

Karakteristik Getaran	Satuan	
	Metrik	British
Perpindahan	<i>microns peak-to-peak</i> (1μm=0.001mm)	<i>mils peak-to-peak</i> (0.001 in)
Kecepatan	mm/s	in/s
Percepatan	G (1g = 980 cm/s ²)	G (1g = 5386 in/s ²)
Frekuensi	cpm, cps, Hz	cpm, cps, Hz

Karakteristik Getaran Kerusakan Mesin

Pada Gambar 3^[4] adalah gambar tampilan analisa spektrum menggunakan FFT, *running speed* (1x), *lower frekuensi harmonics/multiples*. Kedua bentuk spektrum tersebut memberikan informasi kerusakan pada mesin seperti : kerusakan *misalignment*, kerusakan *unbalance*, dan lain-lain. Sedangkan *bearing frequencies* adalah informasi spektrum FFT untuk mengidentifikasi kerusakan pada *bearing*, terjadi pada putaran mesin yang tinggi.



Gambar 3. Analisa Spektrum FFT^[4]

Sinyal getaran dapat diuraikan atas komponen-komponennya dengan memakai domain frekuensi. Setiap cacat atau kerusakan mesin membangkitkan sinyal getaran yang unik yang juga disebut dengan "*signature*", yang dapat dipakai untuk mengidentifikasi kerusakan mesin, sebagai berikut :

Ketidakeimbangan (*unbalance*), *bent shaft*, eccentricity, ketidaksumbuan (*misalignment*), kelonggaran (*looseness*), kerusakan pada *bearing* (*bearing defect*), *belt drive problems*, *gear defects*, *electrical fault*, *oil whip/whirl*, *cavitation*, *shaft cracks*, *rotor rubs*, *resonance*, *hydraulic*, *aerodynamic forces*, dan lain-lain ^[2].

METODOLOGI

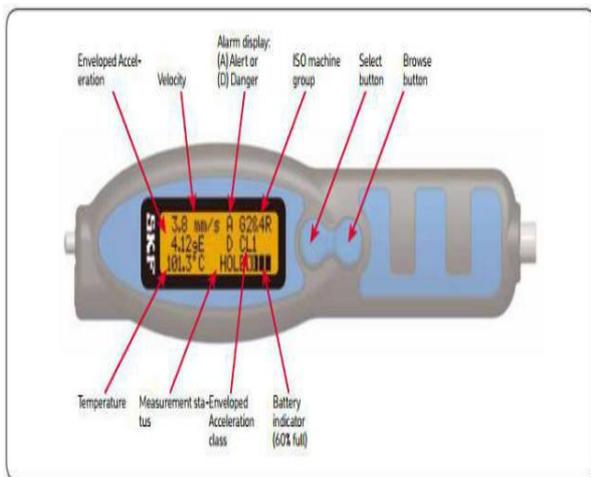
Dalam penelitian ini akan membahas mengidentifikasi jenis kerusakan yang dialami oleh pompa vakum 161V21 *plant fatty acid* berdasarkan spektrum vibrasi yang dihasilkan.

Alat Ukur dan Objek Pengukuran

Alat ukur

1. *Vibration Meter*

Vibration meter merupakan salah satu alat ukur yang digunakan untuk mengukur nilai vibrasi yang terjadi pada objek pengukuran. Alat ukur ini juga dapat mengukur nilai noise dan temperatur dari objek pengukuran. Pada penelitian ini *vibration meter* yang digunakan adalah SKF *machine condition advisor* CMAS 100-SL.



Gambar 4. *Vibration Meter*

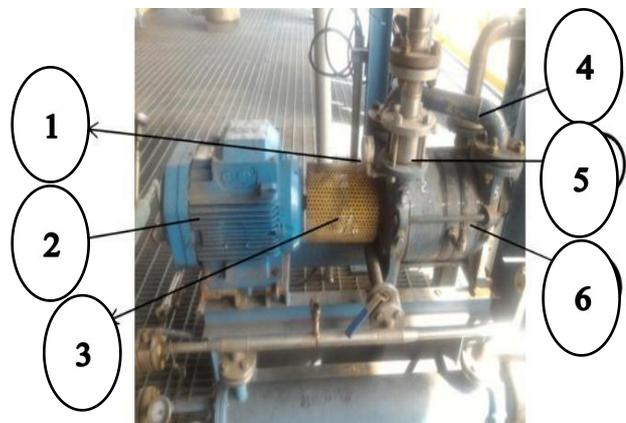
2. *Fluke 810 Vibration Tester*

Fluke 810 Vibration Tester merupakan salah satu alat ukur dengan teknologi canggih yang dapat mengidentifikasi dan mendiagnosis masalah kerusakan mekanik pada suatu mesin.



Objek Pengukuran

Objek pengukuran yang diambil data vibrasinya adalah pompa vakum 161V21 *plant fatty acid*. Adapun objek pengukuran dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Pompa Vakum 161V21

Berdasarkan data spesifikasi pompa vakum 161V21 *plant fatty acid* merupakan pompa tipe VPH 50-120 dengan serial number 990203, *vaccum unit* ACJ5/11/LTF dan pompa vakum 161V21 dibuat pada tahun 1999.

Tabel 2. Spesifikasi Motor

No	Item	Nilai
1.	<i>Voltage</i>	380 Volt
2.	Frekuensi	50 Hz
3.	Daya	13 Kw
4.	Putaran	1750 RPM
5.	<i>Ampere</i>	26,80 A

Berdasarkan spesifikasi pompa dan motor pada objek pengukuran pompa vakum 161V21, standar yang digunakan adalah pada grup 3 ISO 10816-3 dapat dilihat pada Gambar 3.6. Penggunaan Standar vibrasi ISO 10816-3 didasari pada daya mesin, jenis motor (*integrated or external driver*) dan pondasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengukuran Menggunakan *Vibration Meter*

Setelah dilakukan pengukuran dengan menggunakan *vibration meter* pada 4 posisi *bearing* didapatlah data vibrasi, noise dan temperatur. Nilai vibrasi tertinggi terdapat pada posisi *bearing* 1 dengan arah horizontal sebesar 18,9 mm/s dan nilai-nilai vibrasi tersebut sudah memasuki area berbahaya, sehingga dilakukan pengukuran menggunakan *fluke* untuk mengetahui domain frekuensi dari getaran yang terjadi.

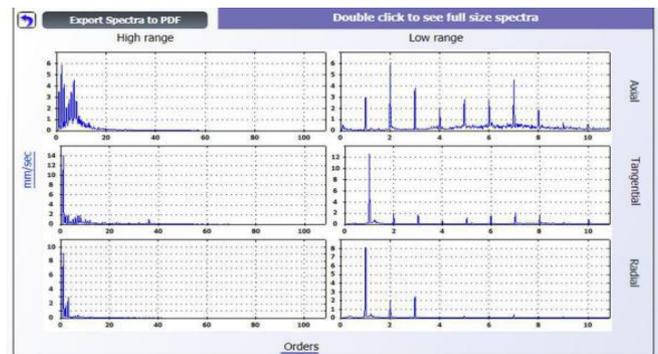
Hasil Pengukuran Menggunakan *Fluke 810 Vibration Tester*

Setelah dilakukan pengukuran dengan menggunakan *fluke* didapatkan spektrum getaran dalam domain frekuensi. Pengukuran dilakukan pada 4 posisi *bearing*. Dari hasil diagnosis *fluke*, terdapat banyak indikasi kerusakan yang dialami oleh pompa vakum 161V21 dan dapat dilihat pada Gambar 7.



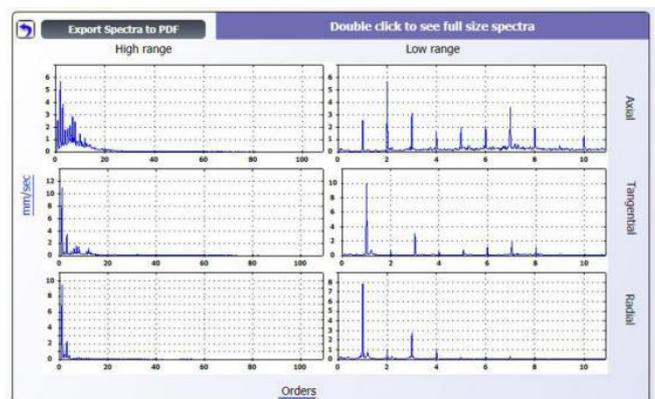
Gambar 7 Hasil Diagnosis *Fluke*

Hasil spektrum pengukuran pada *bearing* 1 dapat dilihat pada Gambar 8 didapatkan nilai vibrasi pada arah aksial, horizontal (*tangential*) dan vertikal (*Radial*).



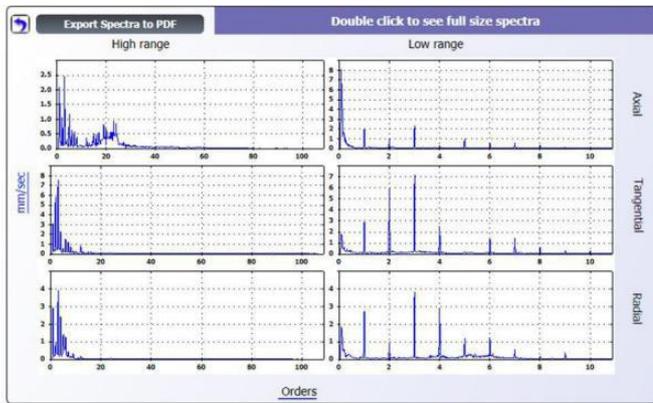
Gambar 8. Hasil Pengukuran *Bearing* 1

Dari proses pengukuran pada *bearing* 2 didapatkan data spektrum vibrasi seperti Gambar 9.



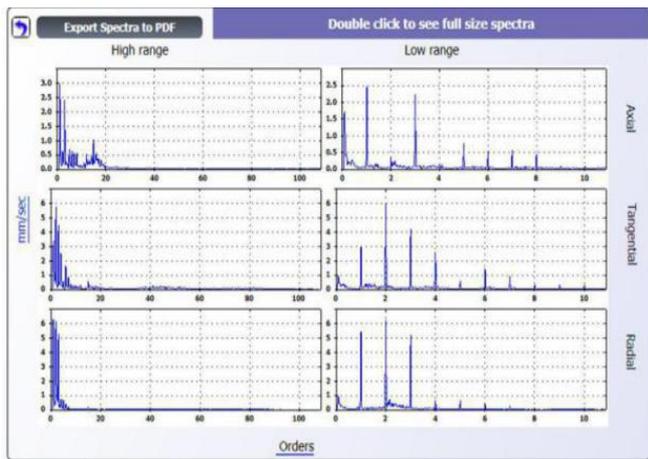
Gambar 9. Hasil Pengukuran *Bearing* 2

Adapun spektrum domain frekuensi hasil pengukuran pada *bearing* 3 dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Hasil Pengukuran *Bearing* 3

Pada *bearing* 4 didapatkan spektrum domain frekuensi seperti ditunjukkan Gambar 11.



Gambar 11. Hasil Pengukuran *Bearing* 4

Dari hasil pengukuran yang dilakukan menggunakan *fluke* didapat bahwa hasil diagnosis dari kerusakan mesin sangat kompleks, seperti adanya kerusakan *looseness bearing* pada motor, *angular misalignment*, *motor imbalance* dan lainnya. Sehingga dari hasil diagnosis tersebut perlu dilakukan analisa untuk mengetahui akar masalah utama dari kerusakan yang dialami oleh pompa vakum 161V21.

Analisa dapat dilakukan dengan melihat spektrum vibrasi yang dihasilkan berdasarkan pengukuran pada masing-masing *bearing* dan dengan melihat histori perbaikan mesin. Dari spektrum vibrasi tersebut dapat ditentukan masalah utama kerusakan yang dialami oleh mesin. Berdasarkan hasil pengukuran menggunakan *vibration meter* dapat diketahui bahwa nilai vibrasi sudah melewati batas vibrasi yang diizinkan. Untuk itu analisa dilakukan pada spektrum yang dihasilkan mulai dari *bearing* 1 sampai dengan *bearing* 4.

Dapat dilihat pada Gambar 8, muncul 3 puncak dominan pada arah radial. Hal ini mengindikasikan bahwa mesin mengalami *angular misalignment*. Sama halnya dengan *bearing* 2, dapat dilihat pada Gambar 9, muncul 3 puncak dominan pada arah radial dengan puncak tertinggi pada 1x CPM. Hanya saja indikasi kerusakan yang terjadi ialah *angular misalignment* disertai dengan *coupling problem*.

Sedangkan pada *bearing* 3 didapatkan bahwa spektrum yang dihasilkan tidak memiliki ciri adanya indikasi kerusakan. Sehingga diperlukan data tambahan berupa domain waktu untuk melihat adanya *sideband* atau tidak. Karena data yang tersedia hanya domain frekuensi maka dari hasil analisa menyatakan bahwa kerusakan yang terjadi pada *bearing* 3 tidak teridentifikasi. Sedangkan pada *bearing* 4, dapat dilihat pada Gambar 11 indikasi kerusakan ialah terjadi *misalignment* disertai *coupling problem*. Hal ini berdasarkan pada spektrum yang muncul pada arah radial dengan 3 puncak dominan. Hal tersebut menunjukkan terjadinya *parallel misalignment* dan *coupling problem*. Selain itu, dilihat pada arah aksial, muncul spektrum pada 0,5x, 1,5 x dan 2,5x dan juga harmonik pada 4x dan seterusnya. Hal ini jelas mengindikasikan adanya *mechanical looseness* tipe C yang terjadi pada area *bearing* 4.

Berdasarkan analisa tersebut, maka perlu dilakukan pengecekan aktual ke lapangan. Dari pengamatan aktual di lapangan, kerusakan yang terjadi ialah bagian *shaft* terkikis oleh gesekan

yang terjadi antara *bearing* dan *shaft*. Kerusakan yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Kerusakan Pada *Shaft*

Dari Gambar 12 dapat diketahui bahwa kerusakan *shaft* terjadi akibat gesekan yang secara terus menerus terjadi antara *shaft* dan *bearing*. Mula-mula poros memiliki diameter sebesar 40 mm menjadi 39 mm. Sedangkan pada bagian poros lain yang mulanya berdiameter 40 mm menjadi 36,7 mm.

Kerusakan juga terjadi pada bagian *rubber coupling*. *Rubber coupling* sudah tidak dapat berfungsi sebagai mana mestinya akibat kekakuan dari *rubber coupling* yang sudah menurun, sehingga mempengaruhi kinerjanya. *Rubber coupling* ini berfungsi sebagai peredam getaran yang dialami oleh sambungan kopling. Maka dari itu *rubber* (karet) *coupling* harus memiliki kekakuan yang baik. Selain itu, terdapat retakan yang terjadi pada sisi samping kopling seperti terlihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Kerusakan Pada *Rubber Coupling*

PENUTUP

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

Berdasarkan hasil analisa spektrum, kerusakan yang dialami oleh pompa vakum 161V21 ialah indikasi kerusakan *mechanical looseness* tipe C pada titik pengukuran *bearing* 4 serta *misalignment* disertai *coupling defect* pada titik pengukuran *bearing* 1, *bearing* 2 dan *bearing* 4. Sedangkan pada *bearing* 3 kerusakan tidak dapat teridentifikasi.

Berdasarkan pengamatan aktual di lapangan kerusakan yang terjadi ialah adanya kerusakan pada *rubber coupling* dan bagian permukaan *shaft* pompa terkikis oleh *inner bearing*.

DAFTAR PUSTAKA

1. Girdhar, P. dan Cornelius Scheffer. 2004. *Practical Machinery Vibration Analysis and Predictive Maintenance*. Newnes, London.
2. Girdhar, P. dan Octo Moniz. 2005. *Practical Pumps Design, Operation and Maintenance*. Netherlands, IDC Technologies.
3. Keith, R. Mobley. 1995. *Maintenance Engineering Book Eight Edition*:Mc Graw-Hill Book Company, Inc.
4. SKF. *Vibration Diagnostic Guide*. SKF Condition Monitoring, CM5003 :Author
5. <http://www.fluke.com/> (diakses tanggal 9 februari 2017)