

ANALISIS GEJALA KERUSAKAN BEARING POMPA PENDINGIN SEKUNDER PA01 AP003

Pranto Busono, Syafrul, Aep Saefudin Catur
PRSG - BATAN

ABSTRAK

ANALISIS GEJALA KERUSAKAN BEARING POMPA PENDINGIN SEKUNDER PA01 AP003.

Pompa pendingin sekunder PA01 AP003 merupakan komponen utama untuk menunjang operasi reaktor sehingga perlu dilakukan deteksi awal jenis dan tingkat kerusakan komponen penyusunnya. Komponen utama dari pompa yang sering mengalami kerusakan adalah *bearing*. Indikasi *bearing* telah mengalami kerusakan yaitu terjadi vibrasi, suara berisik atau kenaikan suhu. Tujuan penulisan ini untuk mengetahui gejala kerusakan *bearing* baik dari segi jenis kerusakan maupun tingkat kerusakannya dengan menggunakan analisis vibrasi. Untuk mendeteksi awal gejala kerusakan *bearing* pompa yaitu dengan cara mengetahui respon vibrasi dari vibration tester. Berdasarkan analisis vibrasi akan diperoleh *cited peak* baik pada arah radial, aksial maupun tangensial. Dari hasil analisis vibrasi tersebut maka dapat ditentukan gejala kerusakan pada *free end bearing* pompa pendingin sekunder PA01 AP003 berupa *looseness* dengan tingkat kerusakan *moderate*. Rekomendasi yang diberikan yaitu perlu segera direncanakan penggantian *bearing* PA01 AP003 untuk mencegah kerusakan yang akan mengganggu operasi.

Kata kunci : pompa sekunder, analisis vibrasi

ABSTRACT

SYMPTOMS ANALYSIS OF SECONDARY COOLANT PUMP BEARING DAMAGE PA01 AP003.

PA01 secondary coolant pump AP003 is a key component to support reactor operations that need to be done early detection of the type and severity of its constituent components. The main components of the pump are often damaged bearing. Bearing indications which have suffered damage occurs vibration, noise or temperature rise. The purpose of this paper to know the symptoms of bearing damage both in terms of the type of damage and the level of damage using vibration analysis. To detect early symptoms of bearing damage to the pump that is by knowing vibration response of vibration tester. Based on the analysis of vibration will be obtained either cited peak in the radial direction, axial and tangential. From the analysis of the vibration can be determined symptoms of damage to the free end bearing secondary coolant pump AP003 PA01 form of looseness with moderate levels of damage. Recommendations are given which needs to be planned bearing replacement PA01 AP003 to prevent damage that would interfere with the operation.

Key words : secondary pump, vibration analysis

PENDAHULUAN

Pompa pendingin sekunder PA01 AP003 merupakan salah satu komponen utama untuk menunjang operasi reaktor. Pompa pendingin sekunder PA01 AP003 berfungsi untuk sirkulasi air pendingin sekunder reaktor RSG-GAS. Dengan kapasitas sebesar 1950 m³/jam maka dipilih pompa tipe sentrifugal. Alasan digunakan tipe ini karena mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan dengan pompa yang lain, yaitu : harga murah, konstruksi sederhana, kemudahan pemasangan, kapasitas dan *head* yang tinggi, kemudahan operasional serta kemudahan pemeliharaan. Sebagai alat yang sering beroperasi maka beberapa komponennya akan mengalami kerusakan. Komponen utama dari pompa yang sering mengalami kerusakan adalah *bearing*. Salah satu penyebabnya adalah getaran yang ditimbulkan akibat adanya kopling sebagai penerus putaran dan daya dari motor ke pompa. Getaran tersebut dapat merusak poros, merusak *bearing*, menimbulkan

noise, penurunan *head*, penurunan kapasitas dan penurunan efisiensi pompa.

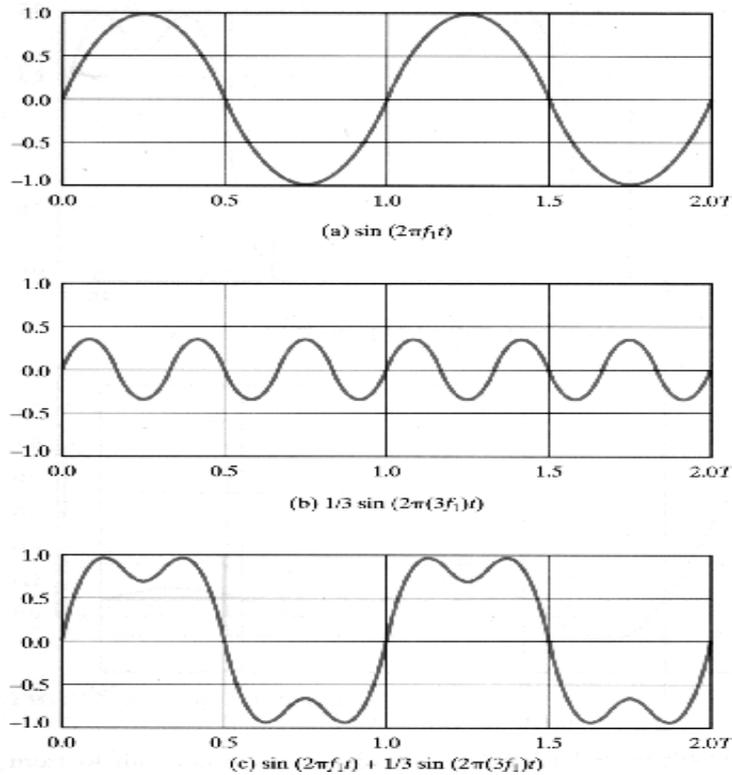
Tujuan penulisan ini adalah untuk menganalisis gejala kerusakan pada *bearing*, yang meliputi jenis kerusakan dan tingkat kerusakannya. Salah satu cara untuk mendeteksi awal gejala kerusakan pada *bearing* pompa adalah dengan menggunakan respon vibrasi. Respon vibrasi dari suatu pompa merupakan salah satu indikator yang menunjukkan kondisi mekanis dari suatu pompa. Indikasi kecil getaran yang terjadi pada poros pompa dapat digunakan untuk mengetahui jenis kerusakan dan tingkat kerusakan pada *bearing* pompa. Lingkup dari penulisan ini adalah analisis gejala kerusakan *free end bearing* dari pompa pendingin sekunder PA01 AP003.

DASAR TEORI

Sinyal secara umum dapat dinyatakan dalam bentuk : *time domain characterization* atau *frequency domain characterization*.^[1] Suatu sinyal

periodik merupakan hasil penjumlahan dari beberapa sinyal penyusunnya atau dengan kata lainnya merupakan harmonik dari frekuensi periodik dasarnya. Hal ini dapat dilihat pada gambar 1.

Gambar 1a dan 1b merupakan gambar dari sinyal penyusunnya sedang gambar 1c merupakan gambar sinyal harmonik hasilnya penggabungan kedua sinyal penyusunnya.

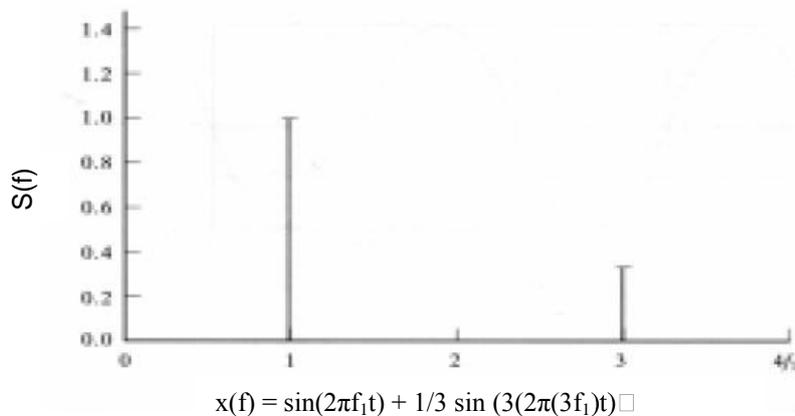


Gambar 1. Grafik sinyal harmonik dari 2 buah sinyal penyusun

Cara penggambaran sinyal dimana sumbu y berupa frekuensi sedangkan sumbu x menyatakan waktu (frekuensi adalah fungsi waktu) disebut dengan *time domain characterization*.

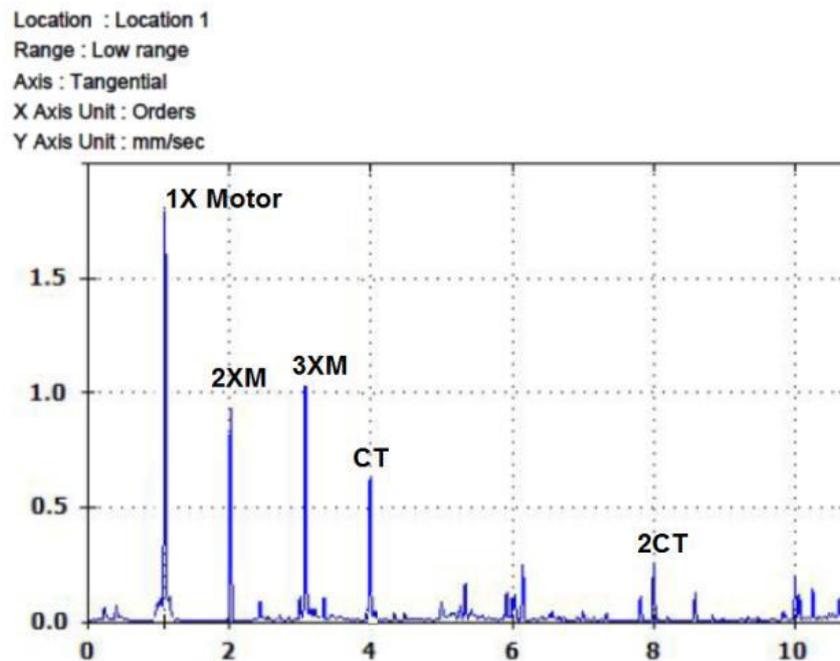
sumbu x menyatakan frekuensi sedang sumbu y menyatakan besarnya/banyaknya frekuensi tersebut. Bentuk *frequency domain characterization*^[1] tersebut dapat dilihat pada gambar 2.

Frequency domain characterization merupakan cara penggambaran lain dari frekuensi, dimana



Gambar 2. Frequency Domain Characterization

Dari grafik *frequency domain characterization* maka dapat ditentukan *cited peak* yang terjadi. Cara menentukan *cited peak* seperti pada gambar 3 berikut.^[2]



Gambar 3. Cara menentukan *cited peaks*

Dari *cited peak* pada hasil pengukuran maka dapat ditentukan gejala jenis kerusakan yang terjadi dengan menggunakan acuan Tabel 1. Sedangkan untuk menentukan seberapa besar tingkat kerusakan *bearing* dapat menggunakan acuan Tabel 2.

Tabel 1. Jenis kerusakan sistem berdasarkan spektrum frekuensi.^[3]

<i>Machine Fault</i>	<i>Frequency and Axis found</i>	<i>Component found</i>	<i>Advanced Severity</i>
<i>Unbalance</i>	<i>1X - All radial directions</i>	<i>On affected component</i>	<i>Higher amplitude 1X</i>
<i>Parallel Misalignment</i>	<i>2X - Radial & Tangential</i>	<i>Both sides of coupling</i>	<i>Higher amplitude 2X</i>
<i>Angular Misalignment</i>	<i>1X - Axial</i>	<i>Both sides of coupling</i>	<i>Higher amplitude 1X</i>
<i>Looseness</i>	<i>1X harmonics - All directions</i>	<i>On affected component</i>	<i>More harmonics, higher</i>
<i>Roller Bearings</i>	<i>Non integer - All directions</i>	<i>On affected component</i>	<i>Harmonic, sidebands noise hump, noise floor</i>

Tabel 2. Tingkat kerusakan *bearing*^[3]

No.	Nilai	Severity	Prioritas	Rekomendasi
1	0 – 25	Slight	1	Belum perlu tindakan perbaikan
2	26 – 50	Moderate	2	- Monitoring vibrasi, - Tidak perlu dilakukan perbaikan
3	51 – 75	Serious	3	Perlu segera dilakukan penjadwalan perbaikan atau penggantian
4	76 – 100	Extreme	4	Segera untuk dilakukan perbaikan atau penggantian

TATA KERJA

Peralatan yang digunakan untuk melakukan pengukuran vibrasi adalah *Fluke 810 Vibration Tester*. Data yang diperlukan sebelum dilakukan pengukuran adalah : tipe motor, daya nominal, putaran motor, jenis bearing, tipe pemasangan motor.

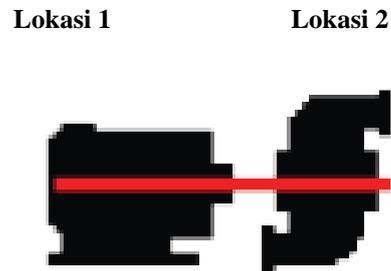
Urutan langkah untuk menentukan jenis kerusakan bearing :

1. Lakukan pengukuran putaran motor dengan *fluke 810 vibration tester* untuk menentukan frekuensi *baseline*.
2. Lakukan pengukuran vibrasi pompa JE01 AP003 dengan *fluke 810 vibration tester* untuk mendapatkan spektrum frekuensi.
3. Tentukan *cited peaks* spektrum hasil pengukuran berdasarkan acuan dari frekuensi *baseline*.
4. Lakukan analisis *Cited peak* yang diperoleh terjadi dengan cara :
 - Cari *cited peak* pada *high range* yang lebih besar dari 10.
 - Cari *cited peak* yang terjadi *low range*.
5. Lakukan diagnose gejala kerusakan yang terjadi berdasarkan spektrum frekuensi hasil pengukuran dibandingkan dengan Tabel 1.
6. Tentukan tingkat kerusakan dengan acuan Tabel 2.
7. Memberikan rekomendasi tindak lanjut dari hasil analisis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pengukuran ini dilakukan di dua posisi, yaitu *free end bearing* (lokasi 1) dan *free end ball bearing* (lokasi 2) seperti terlihat pada Gambar 4.

Drive Train



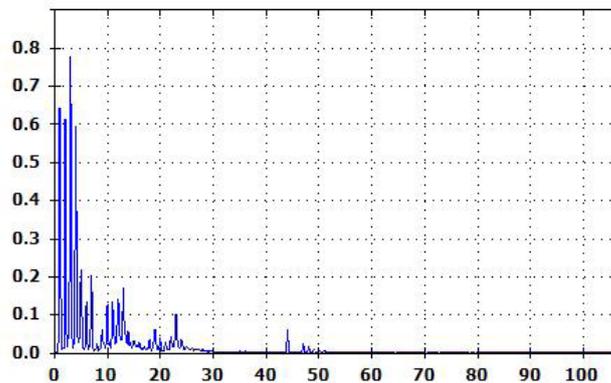
Gambar 4. Lokasi pengukuran

Data detail motor pompa yang dilakukan pengukuran dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data detail motor pompa

Sistem	PA01 AP003
Tipe motor	AC
AC motor with VFD (<i>Variable Frequency Dynamic</i>)	No
Kecepatan putaran	1480 rpm
Daya nominal	250 kw
Pemasangan motor	harizontal
Tipe <i>bearing</i>	<i>Roller bearing</i>
Tipe pompa	<i>Centrifugal pump</i>

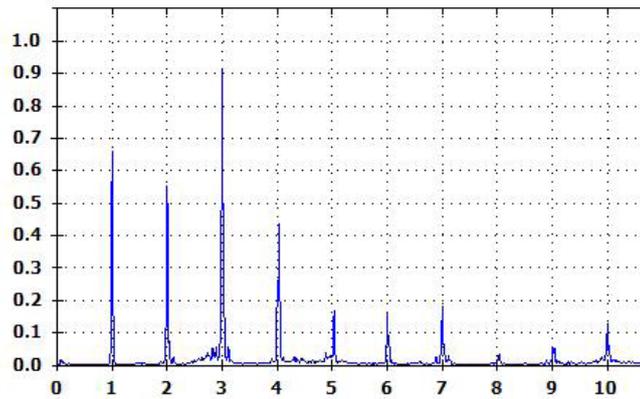
Hasil pengukuran vibrasi motor pompa dapat dilihat pada gambar 5 sampai dengan gambar 10.



Gambar 5. Spektrum frekuensi aksial pada skala tinggi pada lokasi 1

Gambar 5 menunjukkan spektrum pengukuran vibrasi dalam arah aksial (searah dengan poros). Terlihat bahwa *cited peak* pada spektrum frekuensi terjadi pada frekuensi antara 0 sampai dengan 30

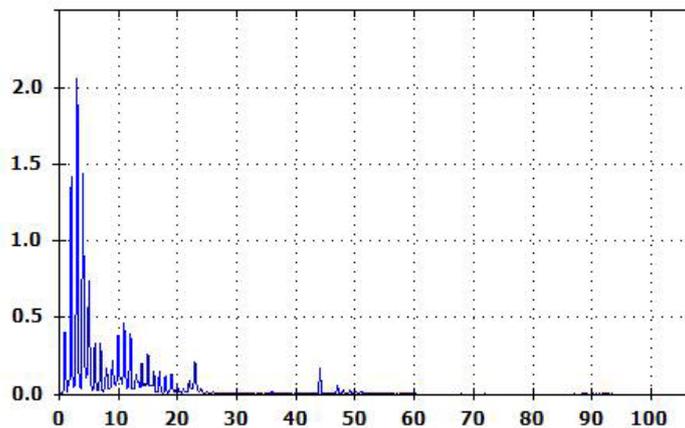
dan muncul lagi pada frekuensi sekitar 45. Dari kondisi tersebut serta berdasarkan tabel 2 maka kemungkinan kerusakan yang terjadi adalah *looseness*.



Gambar 6. Spektrum frekuensi aksial pada skala rendah lokasi 1

Dari spektrum frekuensi yang ditampilkan pada gambar 6 diperoleh data spektrum pengukuran vibrasi dalam arah aksial (searah dengan poros), dimana *cited peak* pada *low scale* terjadi kelipatan

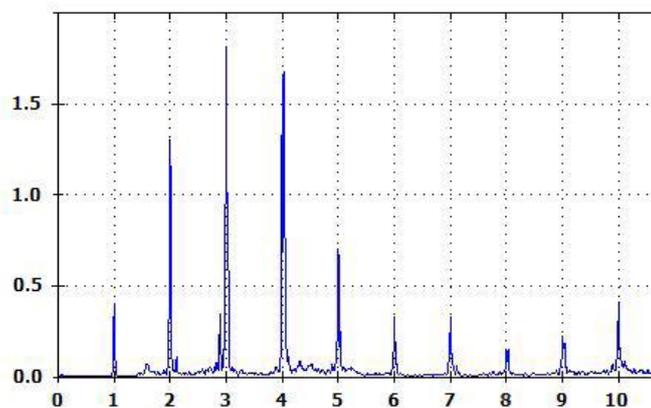
satu (bilangan bulat) dari frekuensi *baseline*. Berdasarkan kondisi tersebut dan tabel 2 maka kemungkinan bearing mengalami kerusakan yaitu *angular misalignment* atau *looseness*



Gambar 7. Spektrum frekuensi tangensial pada skala tinggi lokasi 1

Pada Gambar 7 menunjukkan spektrum pengukuran vibrasi dalam arah tangensial (tegak lurus dari jari-jari poros). Dari gambar terlihat bahwa *cited peak* pada *high scale* terjadi pada frekuensi antara 0

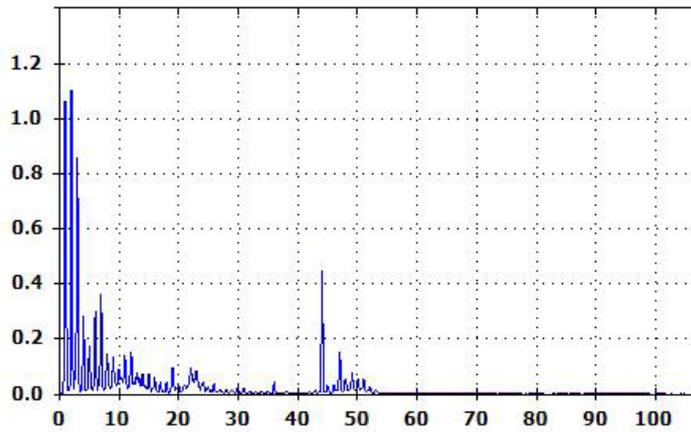
sampai dengan 30 dan kemudian muncul lagi pada frekuensi 45 maka kemungkinan kerusakan yang terjadi pada bearing adalah *looseness*.



Gambar 8. Spektrum frekuensi tangensial pada skala rendah lokasi 1

Pada gambar 8 menunjukkan spektrum pengukuran vibrasi dalam arah tangensial (tegak lurus dari jari-jari poros). Dari gambar terlihat bahwa *cited peak* pada *low scale* terjadi pada kelipatan bilangan bulat

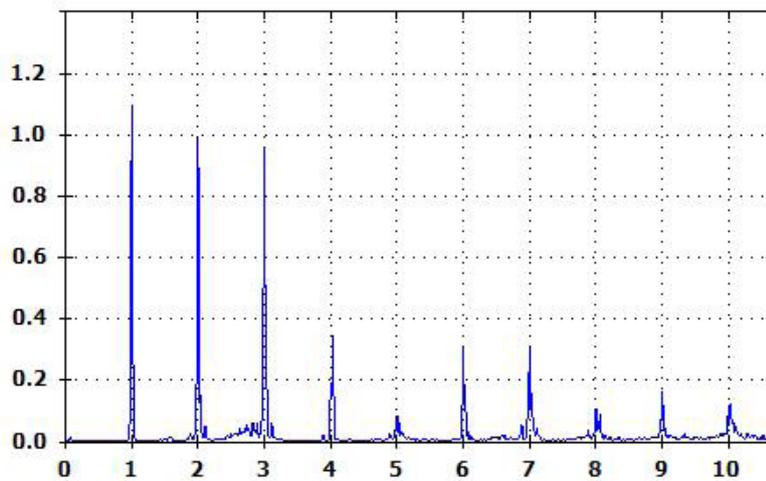
(1, 2, 3...) dari frekuensi naturalnya sehingga kemungkinan kerusakan yang terjadi adalah *angular misalignment* atau *looseness*.



Gambar 9. Spektrum frekuensi radial pada skala tinggi lokasi 1

Pada gambar 9 diperoleh data spektrum pengukuran vibrasi dalam arah radial (menuju pusat poros). Dari grafik terlihat bahwa *cited peak* pada *high scale*

terjadi pada sembarang frekuensi sehingga kemungkinan kerusakan yang terjadi adalah *looseness*.



Gambar 10. Spektrum frekuensi radial pada skala rendah lokasi 1

Pada gambar 10 diperoleh data spektrum pengukuran vibrasi dalam arah radial (menuju pusat poros). Dari grafik terlihat bahwa *cited peak* pada *low scale* terjadi pada daerah yang tidak teratur

sehingga kemungkinan kerusakan yang terjadi adalah *rooler bearing*, *unbalance* dan *looseness*. *Cited peak* yang diperoleh dari hasil pengukuran dapat diringkas pada tabel 4 berikut.

Tabel 4. *cited peak* berdasarkan spektrum frekuensi

No	Sumbu	Amplitudo	Order	Range
1	Tangensial	1.82 mm/sec	3	Low
2	Tangensial	1.68 mm/sec	4	Low
3	Tangensial	1.30 mm/sec	2	Low
4	Radial	0.99 mm/sec	2	Low
5	Radial	0.95 mm/sec	3	Low

Tabel 4. Lanjutan

No	Sumbu	Amplitudo	Order	Range
6	Aksial	0.92 mm/sec	3	Low
7	Tangensial	0.70 mm/sec	5	Low
8	Aksial	0.55 mm/sec	2	Low
9	Radial	0.45 mm/sec	44	High
10	Aksial	0.43 mm/sec	4	Low
11	Tangensial	0.41 mm/sec	10	Low
12	Tangensial	0.39 mm/sec	12	High
13	Radial	0.34 mm/sec	4	Low
14	Radial	0.31 mm/sec	7	Low
15	Radial	0.30 mm/sec	6	Low
16	Tangensial	0.26 mm/sec	15	High
17	Aksial	0.18 mm/sec	7	Low
18	Aksial	0.17 mm/sec	13	High
19	Radial	0.15 mm/sec	12	High
20	Aksial	0.14 mm/sec	12	High

Tabel 5. Tingkat kerusakan

Machine Setup Name	Measurement date	Measurement Time	Location	Fault severity	Fault severity Score
PA01-AP003	3/12/2014	9:20:45	1	Moderate	48

Berdasarkan kondisi di atas maka kemungkinan terjadi kerusakan berupa *looseness* pada *free end bearing* motor pompa pendingin sekunder PA01 AP003. Sedangkan dari hasil pengukuran diperoleh bahwa tingkat kerusakan pada *free end bearing* motor pompa sekunder sebesar 48 masuk dalam kategori *Moderate* (tabel 5). Berdasarkan kondisi tersebut maka direkomendasikan yang diberikan adalah segera dilakukan penjadwalan penggantian *bearing* meskipun tingkat kerusakan yang terjadi belum parah.

KESIMPULAN

Analisis hasil pengukuran vibrasi pada *bearing* motor pompa PA01 AP003 menunjukkan bahwa pada *free end bearing* telah mengalami kerusakan dengan tipe *looseness* dan tingkat kerusakan *moderate*.

SARAN

Perlu segera direncanakan penggantian *bearing* PA01 AP003 untuk mencegah kerusakan selanjutnya sehingga tidak akan mengganggu operasi.

DAFTAR PUSTAKA

1. **William T. Thomson**, Teori Getaran dengan penerapan, edisi ke 2, Alih bahasa Dra. Lea Prasetio M.Sc. Penerbit Erlangga, Indonesia, 1995.
2. **Richard G. Budynas**, Mechanical Engineering design, eighth edition, Mc Graw Hill, 2008.
3. Viewer Software – Review Diagnostic Results, Fluke 810 Vibration Tester, 2010