

Analisis Penyebab dan Perbaikan Vibrasi pada *Fin Fan Blower* F1-EK-9D1 Milik PT. Badak LNG Bontang

Yano Hurung Anoi¹, Ahmad Yani², Bayu Asmoro Seto³

Jurusan Teknik Mesin Sekolah Tinggi Teknologi Industri Bontang^{1,2}
Jl. Brigjen Katamso No. 40 Bontang, Kalimantan Timur, Indonesia
Karyawan PT. Badak LNG Bontang³

Jl. Raya Badak Bontang, Kalimantan Timur, Indonesia

Email: yanodayak@gmail.com¹, yanibima@gmail.com², ubayseto@gmail.com³

Abstrak

Fin Fan Cooler merupakan salah satu komponen utama dalam Unit Purifikasi karena fungsinya untuk mendinginkan lean amine sebelum diumpankan menuju menara absorber. *Fin Fan Cooler* selalu dipantau secara rutin, apabila terjadi kelainan atau kerusakan harus segera diperbaiki secepat mungkin. Parameter seperti getaran, temperatur, dan tekanan harus terus diperhatikan karena dari parameter tersebut dapat mempresentasikan kinerja *Fin Fan Cooler*. *Fin Fan Blower* merupakan salah satu komponen utama pada *Fin Fan Cooler*. Identifikasi permasalahan pada *Fin Fan Blower* harus dilakukan dengan cepat dan tepat agar perbaikan dapat segera dilaksanakan. Jika ada *Fin Fan Blower* yang mengalami masalah, maka akan mempengaruhi kerja *Fin Fan Cooler* dan mengakibatkan turunnya kualitas produksi dan perusahaan akan mengalami kerugian. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu penelitian lapangan. Hasil analisa data vibrasi dari penyebab vibrasi pada *fin fan blower* F1-EK-9D1 PT. Badak LNG Bontang, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat keadaan abnormal pada bagian *pulley* dan *belt* yang mengakibatkan *misalignment* sehingga terjadinya vibrasi yang tinggi dan setelah dilakukan *predictive maintenance* *fin fan blower* terjadi penurunan fibrasi 70% dari sebelum dilakukan *predictive maintenance* atau pengecekan vibrasi peralatan secara berkala.

Kata kunci: Analisis, vibrasi, *fin fan blower* F1-EK-9D1.

Pendahuluan

Di era sekarang kebutuhan energi di Indonesia semakin meningkat karena bertambahnya jumlah penduduk dan bangsa ini termasuk negara yang sedang berkembang. Energi tersebut digunakan untuk transportasi, listrik, dan lain-lainnya. Kebutuhan yang paling meningkat adalah bahan bakar minyak (BBM), tetapi saat ini cadangan minyak Indonesia semakin menipis dan untuk memenuhinya pemerintah membeli ke negara lain. Maka dari itu Indonesia harus mencari bahan bakar alternatif seperti LNG (*Liquefied Natural Gas*) [1].

PT. Badak LNG merupakan perusahaan penghasil LNG terbesar di Indonesia yang memiliki suatu sistem dan teknologi handal, yang sangat baik untuk dijadikan objek pembelajaran dan

mengaplikasikan ilmu yang didapatkan di perguruan tinggi ke dalam dunia kerja. Untuk menjaga proses pengolahan gas LNG terus berjalan, maka peralatan penunjang aktivitas produksi harus terus dipantau untuk menjamin hasil pengolahan gas LNG.

Berbagai metode pemeliharaan dan perbaikan dengan teknologi terbaru sudah banyak digunakan di PT. Badak LNG, salah satunya adalah *predictive maintenance* yaitu pengecekan vibrasi peralatan secara berkala. Pada setiap peralatan berputar (*rotating equipment*) dilakukan pengecekan vibrasi untuk menemukan permasalahan pada peralatan, selain itu dilakukan juga untuk melihat kondisi peralatan pasca perbaikan. *Fin Fan Cooler* merupakan salah satu komponen utama dalam unit purifikasi karena fungsinya untuk

mendinginkan *lean amine* sebelum diumpungkan menuju menara absorber. *Fin Fan Cooler* selalu dipantau secara rutin, apabila terjadi kelainan atau kerusakan harus segera diperbaiki secepat mungkin. Parameter seperti getaran, temperatur, dan tekanan harus terus diperhatikan karena dari parameter tersebut dapat mempresentasikan kinerja *Fin Fan Cooler* [2].

Fin Fan Blower merupakan salah satu komponen utama pada *Fin Fan Cooler*. Identifikasi permasalahan pada *Fin Fan Blower* harus dilakukan dengan cepat dan tepat agar perbaikan dapat segera dilaksanakan. Jika ada *Fin Fan Blower* yang mengalami masalah, maka akan mempengaruhi kerja *Fin Fan Cooler* dan mengakibatkan turunnya kualitas produksi dan perusahaan akan mengalami kerugian. Pada penelitian ini, penulis membahas tentang analisis perbaikan dan penggantian dari *Fin Fan Blower* F1-EK-9D1 dikarenakan adanya vibrasi yang tinggi, serta menganalisa *performance* dari *Fin Fan Blower* setelah dilakukan perbaikan.

Tinjauan Pustaka

1. *Fin Fan Cooler*

Fin fan Cooler merupakan pendingin yang menggunakan udara sebagai pendinginnya. Udara tersebut melewati sebuah *tube* yang mempunyai *fin* atau sirip, *tube* dilewati oleh fluida panas. *Fan* atau *Blower* digunakan untuk membuat pergerakan dari udara yang melewati *tube* [3].

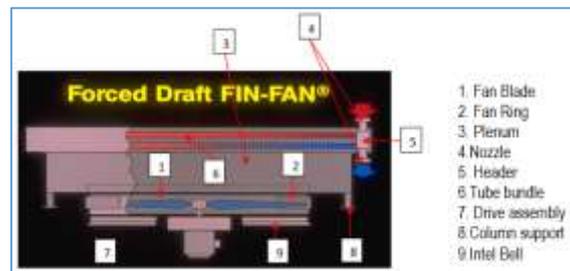


Gambar 1. Komponen *Fin Fan Cooler* [3].

2. Tipe-Tipe *Fin Fan Cooler*

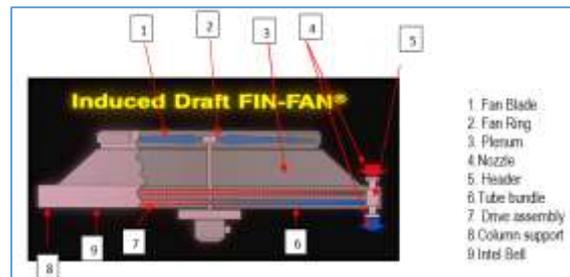
Ada 2 tipe *fin fan cooler* yang berdasarkan penempatan dari *blower* yaitu [3]:

- 1) *Forced Draft Fan*, penempatan *blower* berada dibawah permukaan *heat transfer*. *Blower* tersebut memberi gaya udara lingkungan untuk melewati *tube*. *Fin fan cooler* ini menghasilkan udara berkecepatan tinggi pada pemasukan dan udara berkecepatan rendah pada pengeluarannya. Karena udara keluarannya berkecepatan rendah maka rentan untuk sirkulasi ulang masuk ke *intake*.



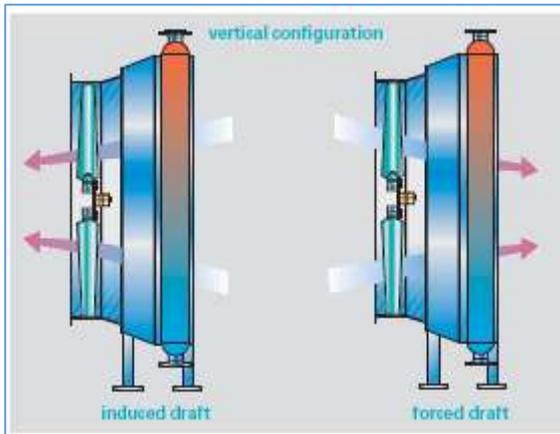
Gambar 2. *Forced Draft Fan* [3].

- 2) *Induced Draft Fan*, penempatan *blower* berada di atas permukaan *heat transfer*. *Blower* tersebut menghisap udara lingkungan untuk melewati *tube* dan dilepas ke udara bebas. *Fin fan cooler* ini menghasilkan udara berkecepatan rendah pada pemasukan dan udara berkecepatan tinggi pada pengeluarannya. Hal tersebut untuk mengurangi kemungkinan sirkulasi ulang dari udara keluar yang kembali ke udara masuk.

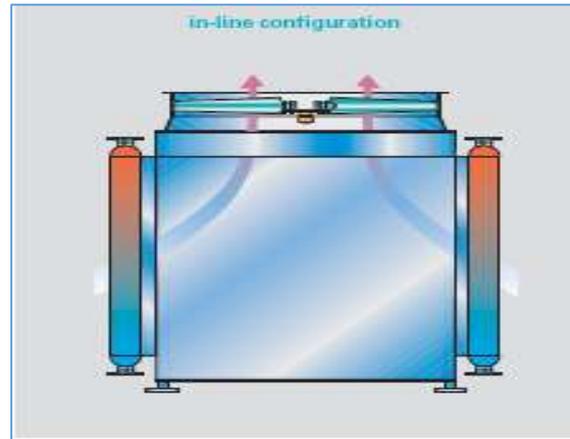


Gambar 3. *Induced Draft Fan* [3].

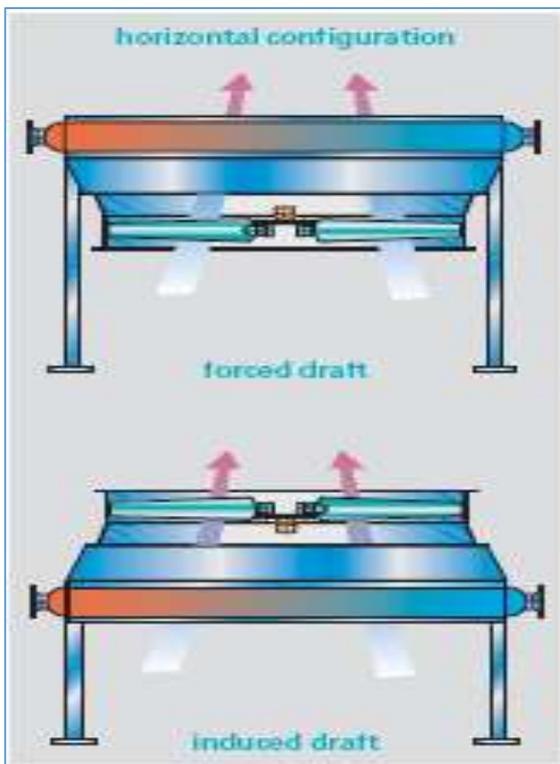
Bentuk *Fin Fan Blower* seperti ditunjukkan pada gambar 4 s/d 7.



Gambar 4. Konfigurasi Vertikal [3].



Gambar 7. Konfigurasi *In-line* [3].



Gambar 5. Konfigurasi Horisontal [3].

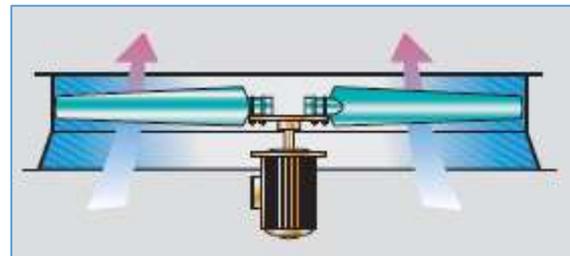


Gambar 6. Konfigurasi *Roof Mounted* [3].

3. Penggerak *Fin Fan Blower*

1) *Direct Drive*

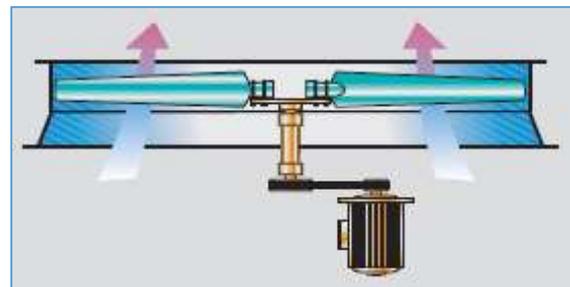
Blade dipasang langsung ke poros motor, sehingga kecepatan putar *belt* sama dengan kecepatan putar motor.



Gambar 8. *Direct Drive* [3].

2) *Forced Draft Belt Drive*

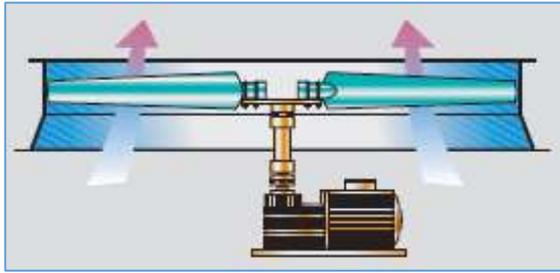
Blade dipasang dengan menggunakan *pulley* dan *belt*, sehingga kecepatan *blade* merupakan pengurangan kecepatan dari motor.



Gambar 9. *Forced Draft Belt Drive* [3].

3) *Geared Drive*

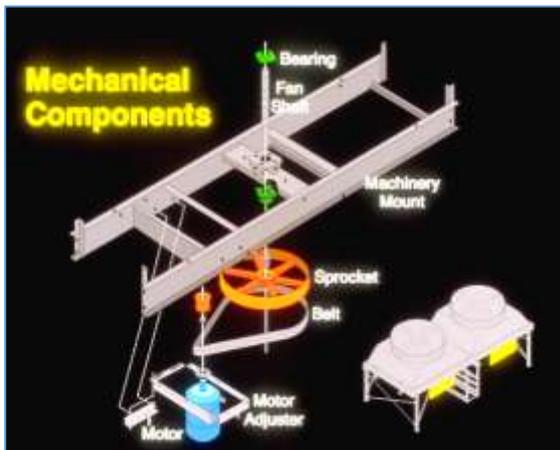
Poros *blade* pasang langsung dengan poros roda gigi.



Gambar 10. Geared Drive [3].

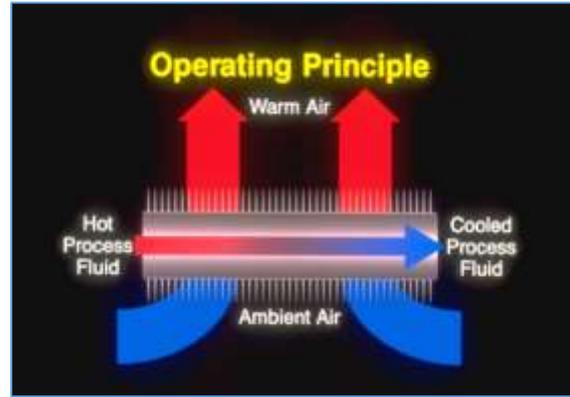
4. Prinsip Kerja *Fin Fan Blower*

Prinsip kerja dari *Fin Fan Blower* adalah motor yang diposisikan vertikal terhubung dengan *pulley* yang akan memutar *belt* dan pasangan *pulley* secara horisontal. Kemudian pasangan *pulley* tersebut terhubung dengan poros (*shaft*) yang akan memutar *fan blower* [4].



Gambar 11. Komponen Mekanis dari *Fin Fan Blower* [4].

Fin fan cooler menggunakan prinsip perpindahan kalor. Udara dengan suhu lingkungan melewati *tube* yang dilewati oleh fluida panas, terjadi perpindahan kalor dari fluida ke udara sehingga menghasilkan udara panas dan fluida dingin pada proses pengeluarannya. *Fin* / sirip pada *tube* membantu proses perpindahan panas karena dengan menambah luasan permukaan mengakibatkan semakin banyak kalor yang serap oleh udara [4].



Gambar 12. Prinsip Kerja *Fin Fan Cooler* [4].

Metode Penelitian

1. Objek Penelitian

Objek atau peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah *fin fan cooler* (*Fin Fan Blower*) dengan kode peralatan F1-EK-9D1 dan spesifikasi *Fin Fan Cooler* seperti ditunjukkan pada tabel 1. Penelitian ini dilaksanakan di PT. Badak LNG Bontang. *Fin fan Blower* mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 1. Spesifikasi *Fin Fan Blower*

Manufacturer	Hudson
Type	Induced Draft
Daya Motor	40 kW
Input	1465 rpm
Output	249 rpm
Frekuensi	50 Hz
Amps	46,7
Service Factor	1,15
Volt	460 V
Jumlah Blade	6 buah



Gambar 13. *Fin Fan Blower* (bagian *blade*) Dilihat dari Tampak Atas



Gambar 14. *Fin Fan Blower* (bagian motor) Dilihat dari Tampak Depan



Gambar 15. *Fin Fan Blower* (bagian motor) Dilihat dari Tampak Samping

2. Alat dan Bahan Penelitian

Spesifikasi peralatan atau instrumen yang digunakan untuk pengambilan data-data pada *Fin Fan Cooler* adalah sebagai berikut:

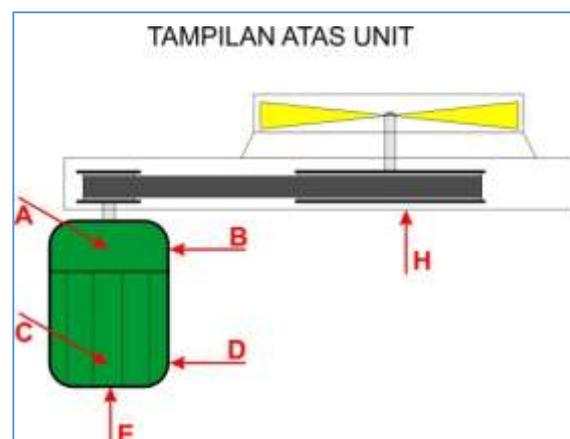
- 1) *CSI 2130 Machinery Health Analyzer*
CSI 2130 merupakan alat ukur yang digunakan untuk mengukur frekuensi vibrasi yang timbul. Alat ukur ini dapat digunakan untuk berbagai macam tes yang berhubungan dengan vibrasi, seperti analisa spektrum, *bump test*, dll.
- 2) *AMS Suite: Machinery Health Manager*
AMS Suite merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk menganalisa vibrasi dari data FFT yang sudah diambil menggunakan *CSI 2130*. Pada *software* ini, terdapat database yang bisa digunakan untuk menyimpan detail nama dan area dari *equipment* yang ada. Data output yang akan terlihat dapat berupa *trending data*, *spectrum* dan *time waveform*. Pada bagian *trending data* akan diperlihatkan grafik histori data vibrasi sehingga dapat dilakukan *monitoring* yang baik.

- 3) *Air Flow Meter*
 Merupakan perangkat yang mengukur aliran udara, bisa mengukur *velocity*, *humidity*, *temperature*, dan *flow*.
- 4) *Hudson Products Corporation Exact-A-Pitch Digital Protractor*
 Merupakan busur digital untuk mengukur sudut dari fan dengan presisi untuk meningkatkan efisiensi dari *fan* dan meningkatkan *life time* dari *blade*.

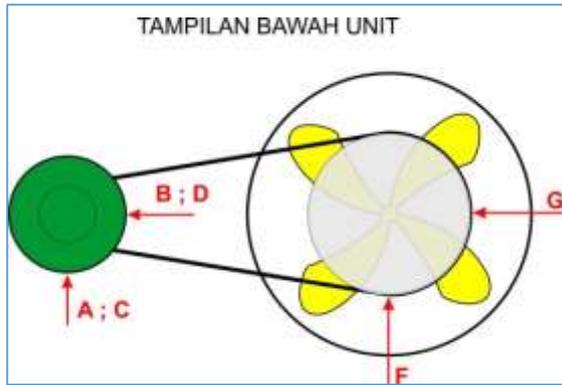
3. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan penulis adalah sebagai berikut:

- 1) Identifikasi masalah yang sering terjadi melalui proses tanya jawab bersama mekanik dan kepala mekanik / supervisi mengenai histori kerusakan yang sering terjadi di *fin fan F1-EK-9D1*.
- 2) Pengumpulan data-data teknis dan studi literatur yang berkaitan dengan *fin fan cooler*, seperti spesifikasi teknis, *manual book*, standar yang digunakan untuk *fin fan cooler*.
- 3) Pengumpulan data vibrasi dari *fin fan F1-EK-9D1*. Data-data tersebut menunjukkan vibrasi pada bagian-bagian tertentu dari *fin fan*. Gambar 16 menunjukkan titik pengambilan data vibrasi (*active point*).



(a)



(b)

Gambar 16. Titik Pengambilan Data Vibrasi (a) Tampilan Atas Unit, (b) Tampilan Bawah Unit

Keterangan gambar 16:

- A : motor top radial south (MTS)
- B : motor top radial east (MTE)
- C : motor bottom radial south (MBS)
- D : motor bottom radial east (MBE)
- E : motor axial (MAX)
- F : fan bottom south (FBS)
- G : fan bottom east (FBE)
- H : fan axial (FAX)

Hasil dan Pembahasan

1. Hasil Data Vibrasi

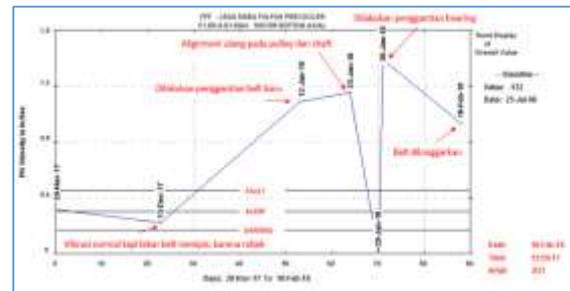
Hasil pengambilan vibrasi dalam bentuk *spectrum* dan *waveform* yang digunakan dalam analisa vibrasi, baik untuk perbaikan dan setelah proses perbaikan. Untuk memudahkan pembacaan hasil grafik *spectrum* dan *waveform* penulis merangkum dari data spektrum *waveform* vibrasi *Fin Fan Blower* pada tanggal 16 dan 20 Februari 2018 disajikan dalam tabel 2.

Tabel 2. Nilai Peak Vibrasi *Fin Fan Blower* sebelum analisi penyebab vibrasi (Sebelum perbaikan)

Active Point Vibrasi	Pk (In/Sec)
MTS=Motor Top Radial South	0.1932
MTE=Motor Top Radial East	0.2512
MBS=Motor Bottom Radial South	0.1982
MBE=Motor Bottom Radial East	0.1877
MAX=Motor Bottom Axial	0.9265
FBS=Fan Bottom Radial South	0.0544
FBE=Fan Bottom Radial East	0.0851
FAX=Fan Bottom Axial	0.2833

2. Analisis Penyebab Vibrasi

Pada tanggal 13 Desember 2017, keadaan vibrasi dalam keadaan normal tetapi ditemukan bahwa *belt* dari *fin fan* sudah rusak, yaitu *belt* sudah berkurang tebalnya karena pengikisan dari *stopper pulley* motor. Kemudian pada tanggal 12 Januari 2018 dilakukan penggantian *belt*, tetapi terjadi vibrasi tinggi. Untuk mengatasi vibrasinya pada tanggal 23 Januari 2018 dilakukan *alignment* ulang pada *pulley*, *shaft*, dan juga penggantian *bearing motor*. Puncaknya pada tanggal 30 Januari 2018, masih terjadi vibrasi tinggi. Setelah itu dicoba untuk melonggarkan *belt* pada tanggal 16 Februari 2018 dan vibrasi mengalami penurunan tetapi masih dalam *unacceptable*. Kronologi Vibrasi Aksial Motor *Fin Fan Blower* F1-EK-9D1 dapat dilihat pada gambar 5.17



Gambar 17. Kronologi Vibrasi Aksial Motor *Fin Fan Blower* F1-EK-9D1

Setelah diketahui data vibrasi, kemudian dianalisa penyebab terjadinya vibrasi berdasarkan pada masalah yang sering terjadi pada *fin fan blower* seperti berikut ini:

a. Structural Looseness

Dari data spektrum diketahui bahwa amplitudo pada 1xRPM dalam vibrasi radial masih dalam toleransi yang diperbolehkan, sehingga perbedaan fase antara *casing* dan *base* tidak diperhitungkan.

b. Rolling Element Bearing

Untuk menentukan frekuensi dari *bearing*, dilakukan perhitungan yang sesuai dengan teori yang ada atau dapat dilihat pada katalog yang dikeluarkan oleh *bearing manufacturer*. Pada analisis ini, penentuan

frekuensi dari *bearing* dilakukan dengan metode perhitungan [5].

Bearing yang digunakan: SKF 6312 Z/C3

ID : 60 mm
 OD : 130 mm
 Width : 31 mm
 N : 8 buah
 Contact angle : 40°

$$\begin{aligned} \text{BPFO} &= \frac{N}{2} \times n \left(1 - \frac{d}{D} \cos \theta \right) \\ &= \frac{8}{2} \times 1465 \left(1 - \frac{60}{130} \cos 40 \right) \\ &= 3788,1 \text{ cpm} \end{aligned}$$

$$\text{BPFO} = 63 \text{ Hz}$$

$$\begin{aligned} \text{BPFI} &= \frac{N}{2} \times n \left(1 + \frac{d}{D} \cos \theta \right) \\ &= \frac{8}{2} \times 1465 \left(1 + \frac{60}{130} \cos 40 \right) \\ &= 7931,9 \text{ cpm} \end{aligned}$$

$$\text{BPFI} = 132 \text{ Hz}$$

$$\begin{aligned} \text{BSF} &= \frac{D}{2d} \times n \left(1 - \left(\frac{d}{D} \right)^2 \cos^2 \theta \right) \\ &= \frac{130}{120} \times 1465 \left(1 - \left(\frac{60}{130} \right)^2 \cos^2 40 \right) \\ &= 1388 \text{ cpm} \end{aligned}$$

$$\text{BSF} = 23 \text{ Hz}$$

$$\begin{aligned} \text{FTF} &= \frac{1}{2} \times n \left(1 - \frac{d}{D} \cos \theta \right) \\ &= \frac{1}{2} \times 1465 \left(1 - \frac{60}{130} \cos 40 \right) \\ &= 473 \text{ cpm} \end{aligned}$$

$$\text{FTF} = 7,9 \text{ Hz}$$

Jika dilihat dari hasil data vibrasi, tidak ditemukan gejala kerusakan yang berasal dari frekuensi *rolling element bearing*. Sebelum terjadi vibrasi ini *bearing* motor juga sudah diganti yang baru. Sesuai dengan prosedur perbaikan di Badak LNG, dilakukan *single run* di *workshop* sebelum pemasangan motor, dan didapatkan vibrasi yang baik, sehingga penyebab vibrasi bukan berasal dari *bearing*.

c. *Belt Worn, Loose or Mismatch/Belt Defects*

Frekuensi *belt* didapatkan dengan metode perhitungan berikut [5].

$$\begin{aligned} \text{Belt frequency} &= \frac{\pi \times 1465 \times 6,125 \text{ in}}{151,575 \text{ in}} \\ &= 186 \text{ cpm} = 3,1 \text{ Hz} \end{aligned}$$

Jika dilihat pada spektrum hasil data vibrasi pada tidak ada tanda-tanda *belt frequency* harmonik sebelum 1xRPM pada vibrasi radial. Sehingga kenaikan vibrasi bukan berasal dari kegagalan pada *belt*.

d. *Belt Resonance*

Pada data spektrum hasil vibrasi radial kenaikan amplitudo pada 1xRPM masih pada toleransi yang diperbolehkan, sehingga vibrasi bukan berasal dari *resonance belt*.

e. *Misalignment Pulley & Belt*

Dari data spektrum hasil vibrasi pada, vibrasi aksial yang tinggi terjadi di 1xRPM sebesar 0,9265 in/sec. Hal ini diindikasikan sebagai adanya *misalignment* pada *pulley* dan *belt*.

3. Perbaikan Vibrasi

Setelah dilakukan analisa penyebab terjadinya vibrasi tinggi, selanjutnya memperbaiki komponen fin fan blower yang abnormal untuk mengurangi vibrasi tersebut. Perbandingan vibrasi fin fan brower sebelum dan sesudah dilakukan perbaikan dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 3. Perbandingan Nilai Peak Vibrasi *Fin Fan Blower* sebelum dan sesudah dilakukan perbaikan

Active Point Vibrasi	Pk (In/Sec)	
	Sebelum perbaikan	Setelah perbaikan
MTS=Motor Top Radial South	0.1932	0.1025
MTE=Motor Top Radial East	0.2512	0.1389
MBS=Motor Bottom Radial South	0.1982	0.1263
MBE=Motor Bottom Radial East	0.1877	0.1122
MAX=Motor Bottom Axial	0.9265	0.1890
FBS=Fan Bottom Radial South	0.0486	0.0544
FBE=Fan Bottom Radial East	0.0851	0.0789
FAX=Fan Bottom Axial	0.2833	0.0809

Kesimpulan

Berdasarkan dari analisa hasil data vibrasi dari penyebab vibrasi, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat keadaan abnormal pada bagian *pulley* dan *belt* yang mengakibatkan *misalignment* dan terjadinya vibrasi yang tinggi. Setelah perbaikan *fin fan blower* terjadi penurunan fibrasi 70% dari sebelum dilakukan *predictive maintenance* atau pengecekan vibrasi peralatan secara berkala.

Referensi

- [1]. Triyatno, Joko (2015). Analisa perhitungan penggunaan daya dari kotoran sapi yang diolah menjadi biogas di desa suka rahmat kabupaten kutim. Jurnal media sains Kopertis Wilayah XI Kalimantan Vol.8 No.1 ISSN : 2355-9136.
- [2]. Higgs, Lindley R., Mobley, Keith R. *Maintenance Engineering Handbook, Sixth Edition*. McGraw-Hill. 2002
- [3]. *Air-Cooled Heat Exchangers*. GEA Luftkuhler. 2009
- [4]. *Improving Fan System Performance*. Lawrence Berkeley National Laboratory. 1989
- [5]. Mott, Robert L. *Machine Elements in Mechanical Design, Fifth Edition*. Pearson Prentice Hall. 2004