

ANALISIS DATA VIBRASI KELAYAKAN SHAFT KOMPRESSOR DI PERUSAHAAN INDUSTRI TENAGA LISTRIK

Mawardi*¹

*¹, Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Al Azhar Medan, Jln. Pintu Air IV No.214, Kwala Bekala, Medan, Sumatera Utara- 201422

Email : *¹ mawardi.ipc@gmail.com

Artikel Info

Artikel Historis :

Terima 19 Juni 2021

Terima dan di revisi 12 Agustus 2021

Disetujui 25 Agustus 2021

Kata Kunci : Kompresor, Vibration, Unbalance, Amplitudo, Displacement Velocity, Acceleration

Abstrak

Teknik pengolahan data pada penelitian ini berdasarkan data vibrasi rata-rata. Bahwa terdapat sebuah *shaft* turbin gas yang masih layak pakai dan akan dipasang komponen komponennya, baik di *compressor section*, *turbin section* dan *combustion section*. Dari hasil pantauan di lapangan dan pengolahan data melalui pengujian vibrasi yang dilakukan dengan menggunakan alat khusus *vibrasi* bahwasanya *shaft* tidak layak pakai atau *unbalance*. Pengukuran Kompresor titik 1 F rendah arah *Axial*, nilai *velocity axial* rendah (t) = 0.02 *secon* dan nilai (X) = 4.2606 mm/s, Amplitudo (A) = 0.01356885 mm, *Displacement* (X) = - 0.0000416262 mm dan *Acceleration* (X) = - 4104179241 mm. Pengukuran *compressor* titik 1 F rendah arah *Horizontal* nilai *velocity* (X) = 4.032861 mm/s, Amplitudo (A) = 0.012843572 mm, *Displacement* (X) = - 0.0000424684 mm dan *Acceleration* (X) = 4.187211783 mm.

Keywords :

Compressor, Vibration, Unbalance, Amplitude, Displacement Velocity, Acceleration

Abstract

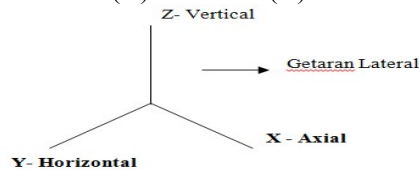
The processing technique of data in this research is based on the average of vibration data. A shaft of the gas turbine is still suitable for use, and its components will be installed, both in the compressor section, turbine section, and combustion section. From the results of field monitoring and data processing through vibration testing carried out using special vibration tools, the shaft is unfit for use or unbalanced. Compressor measurement point 1 Flow Axial direction, low axial velocity value (t) = 0.02 second and value (X) = 4.2606 mm/s, Amplitude (A) = 0.01356885 mm, Displacement (X) = - 0.0000416262 mm and Acceleration (X) = - 4104179241 mm. Compressor measurement point 1 F low horizontal direction velocity value (X) = 4.032861 mm/s, Amplitude (A) = 0.012843572 mm, Displacement (X) = - 0.0000424684 mm and Acceleration (X) = 4.187211783mm

PENDAHULUAN

Secara visual vibrasi adalah gerakan bolak balik dari suatu mesin, yang dapat dirasa dengan tangan atau oleh seluruh tubuh kita, yang dikenal sebagai getaran. Vibrasi termasuk di dalam bidang Material & Struktur (MS) dan juga Bidang Teknik Pemeliharaan & Perawatan (TPP). Ruang lingkup uji vibrasi meliputi Uji Material (Material Testing) dan Uji Struktur (*Structural Testing*). *Signal vibrasi* tersebut

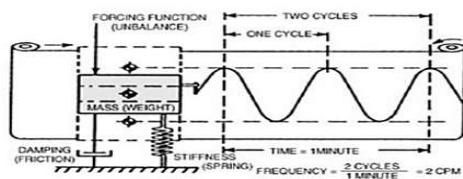
akan menganalisis tingkat kesehatan pada suatu mesin. Analisa getaran merupakan salah satu alat yang sangat bermanfaat sebagai prediksi awal terhadap adanya masalah pada mekanika, elektrikal dan proses pada peralatan, mesin-mesin dan sistem proses yang kontinu di sebuah perusahaan industri. Sehingga analisa getaran saat ini menjadi pilihan teknologi *predictive maintenance* yang paling sering digunakan [1]. Di samping manfaatnya dalam hal *predictive*

maintenance, teknik analisa getaran juga digunakan sebagai teknik untuk mendiagnosis, yang dapat diaplikasikan antara lain untuk *acceptance testing*, pengendalian mutu, mendeteksi bagian yang mengalami kelonggaran, pengendalian kebisingan, mendeteksi adanya kebocoran, desain dan rekayasa mesin, dan optimasi produksi. Secara umum Posisi benda yang akan diukur vibrasinya ada 3 sudut, diantaranya *Vertical* (Z), *Horizontal* (Y) dan *Axial* (X).



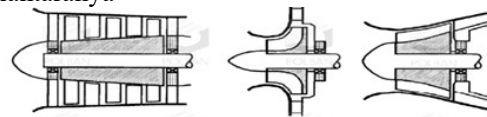
Gambar 1. Arah pengambilan data *shaft* kompresor

Gambar 1 pada posisi A dan C, gaya sentripetal menurut arah *vertikal* adalah nol. Pada posisi B dan D, gaya sentripetal adalah *positif maximum* (*upper limit*) dan *negatif maximum* (*lower limit*). Lihat Gambar 1. Akibat dari gaya-gaya ini jika kita pandang pada arah vertikal (posisi B dan D), maka titik putar piringan akan tergeser ke atas dan ke bawah karena elastisitasnya, searah dengan gaya yang diteritanya. Pergeseran ini disebut *displacement* yang besarnya tergantung dari elastisitas material dan bobot pemberat. Oleh karena piringan terus berputar, maka pergeseran ini akan berlangsung terus menerus secara bolak balik yang disebut vibrasi. Secara matematis vibrasi mempunyai karakteristik yang disebut parameter-parameter vibrasi.. Waktu yang dibutuhkan untuk satu siklus disebut sebagai periode getaran. Jumlah siklus pada suatu selang waktu tertentu disebut sebagai frekuensi getaran



Gambar 3 Siklus Vibrasi.

Dalam dunia industri turbin gas diklasifikasikan menjadi 2 bagian yaitu turbin gas poros tunggal (*Single Shaft*), digunakan untuk menggerakkan generator Listrik yang menghasilkan energi listrik untuk kebutuhan industri dan turbin gas poros ganda, yang terdiri dari turbin bertekanan tinggi dan bertekanan rendah dan digunakan untuk menggerakkan beban yang berubah pada sebuah *compressor*. Prinsip kerjanya adalah, Udara dimampatkan lebih dahulu lalu dipakai untuk proses pembakaran bahan bakar [1]. Gas hasil pembakaran dengan entalpi yang tinggi inilah nantinya yang dijadikan fluidanya untuk bekerja. sisa gas pembakarannya bisa dibuang ke udara luar. Pada instalasi tenaga uap turbin menggerakkan generator, daya yang dengan daya generator harus sama besar. Sangat berbeda dengan turbin gas, dimanah daya yang dihasilkan turbin sebagian dimanfaatkan untuk menggerakkan kompresor dan sebagian lagi untuk menggerakkan generator listrik dengan perbandingan 3:2:1 [2]. Setiap Turbin gas memiliki kompresor dan turbin . Komponen tersebut dirancang untuk mesin yang bekerja secara berkelanjutan. Jenis kompresor pada turbin gas biasanya dipengaruhi dari bentuk turbin gas tersebut. Ada 3 tipe kompresor, diantaranya



Gambar 4. kompresor arah aliran *Axial* dan *radial*

Kompresor Stator, merupakan bagian *casing* dari gas turbin yang terdiri dari :

1. *inlet casing* merupakan bagian dari *inlet*, *bellmouth* dan selanjutnya masuk ke *inlet guide vane*
2. *Forwod compressor casing*, didalamnya terdapat 4 *compressor blade*
3. *Aft Casing* didalamnya terdapat *compressor blade* 5-10
4. *Discharge casing* berfungsi sebagai keluarnya udara yang dikompresi. *Bladenya* ditingkat 11 sampai 17.

METODE PENELITIAN

Teknik pengolahan data pada penelitian ini berdasarkan data vibrasi rata-rata. Total datanya ada 150 data. 150 data ini sama dengan 3 detik waktu ketukan palu baik ketukan rendah maupun ketukan yang tinggi. Untuk 1 data memerlukan waktu = 0,02 detik. Sumber getaran (*Vibration Source*) adalah *Vibro Turbin Compressor*. Dimana Totalnya ada 12 Titik uji. 2 titik uji di Ruang Bakar (*Combustion Chamber*), tujuh (7) titik uji di bagian kompresor (*compressor section*) dan 3 titik uji di bagian turbin (*turbine section*), dengan putaran mesin 3000 R.p.m. Setiap titik diuji sampai tiga kali, pada posisi *Axial*, *Horizontal* dan *Vertical*. Dalam hal ini ada 3 bagian pada unit *Vibro Turbin Compressor*

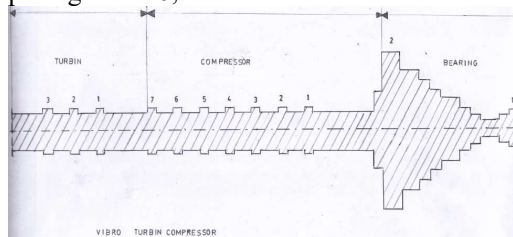
1. Bagian *bearing* / ruang bakar (*Combustion Chamber*) ada 2 disc yang diambil datanya.
2. Bagian Kompresor ada 7 disc yang diambil datanya
3. Bagian Turbin ada 3 disc yang diambil datanya.[4]

Untuk lebih jelas berikut ini adalah gambar 5 *vibro turbin compressor* yang ada di lokasi uji yang menjadi objek bahan teliti.



Gambar 5. As *Vibro Turbin Compressor*

Dalam gambaran sketsa bagian-bagian yang menjadi titik objek penelitian dapat kita lihat pada gambar 6, berikut



Gambar 6. Sketsa Potongan sederhana *shaft vibro turbin kompresor*

Adapun peralatan yang digunakan pada penelitian ini antara lain :

1. Laser *Vibration*
2. Lab Jack
3. *Hammer*
4. Laptop
5. Kabel data
6. Alat bantu



Gambar 6 Titik dan Metode Pengumpulan Data

Pada bagian kompresor ada 3 posisi pengambilan data yaitu:

1. Titik *Axial* :
 - a. Ketukan Rendah sebanyak 3 x ketukan palu
 - b. Ketukan Tinggi sebanyak 9 x ketukan palu
2. Titik *Horizontal*
 - a. Ketukan Rendah sebanyak 3 x Ketukan palu
 - b. Ketukan Tinggi sebanyak 9 x ketukan palu
3. Titik *Vertical*
 - a. Ketukan Rendah sebanyak 3 x ketukan palu
 - b. Ketukan Tinggi sebanyak 9 x ketukan palu.

Masing masing posisi diuji sebanyak 3 kali, tujuannya untuk untuk melihat dan

menghasilkan karakteristik vibrasi yang akurat dan harmoni

HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode pengambilan data pada kompresor titik 1 ini ada 3 posisi yang dilakukan untuk mendapatkan hasil yang ideal yaitu :

1. Ketukan rendah Arah *Axial*
2. Ketukan rendah arah Horizontal
3. Ketukan rendah arah vertikal [5]

Dengan menggunakan palu pada tiap titik. Ketukan rendah terdiri dari 3 ketukan lambat. kurang lebih : 0.02 detik. Untuk total keseluruhan 150 data yang diambil memerlukan waktu sekurang kurangnya 3 detik (3 ketukan). 1 ketukan memerlukan waktu 1 detik.

Rendah Arah Vertikal, berikut:

Tabel 1 Pengukuran Titi 1 F rendah vertikal

N	t(s)	Velocity (mm/s)	Amplitude (mm)	Displacement (mm)	Acceleration (mm/s ²)
		$\dot{X} = \omega.A.C \cos \omega t$	$A = \dot{X} / \omega.C \cos \omega t$	$X = A0.Sin \omega t$	$\ddot{X} = -\omega^2.A0.Sin \omega t$
1	0.0	4.368	0.013912	-	-
2	477	418	4.26455E-05	4.204675	607

Tabel 2 Pengukuran Titik 1 arah horizontal

N	t (s)	Velocity (mm/s)	Amplitude (mm)	Displacement (mm)	Acceleration (mm/s ²)
		$\dot{X} = \omega.A.C \cos \omega t$	$A = \dot{X} / \omega.C \cos \omega t$	$X = A0.Sin \omega t$	$\ddot{X} = -\omega^2.A0.Sin \omega t$
1	0.0	4.0328	0.012843	-	-
2	61	572	4.24684E-05	4.187211	783

Tabel 3 Penguran titi 1 tinggi vertical

N	t(s)	Velocity (mm/s)	Amplitude (mm)	Displacement (mm)	Acceleration (mm/s ²)
		$\dot{X} = \omega.A.C \cos \omega t$	$A = \dot{X} / \omega.C \cos \omega t$	$X = A0.Sin \omega t$	$\ddot{X} = -\omega^2.A0.Sin \omega t$
1	0.0	4.3684	0.013912	-	-
2	77	418	4.26455E-05	4.204675	607

Tabel 4 Titik 1 Compressor arah axial

N	t(s)	Velocity (mm/s)	Amplitude (mm)	Displacement (mm)	Acceleration (mm/s ²)
		$\dot{X} = \omega.A.C \cos \omega t$	$A = \dot{X} / \omega.C \cos \omega t$	$X = A0.Sin \omega t$	$\ddot{X} = -\omega^2.A0.Sin \omega t$
1	0.0	3.7212	0.011851	-	-
2	18	073	4.15064E-05	4.092362	808

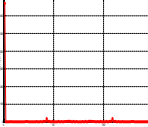
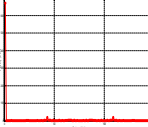
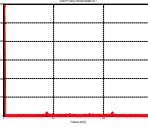
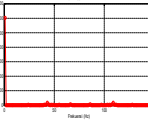
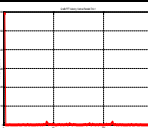
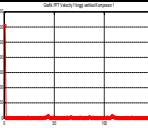
Tabel 5. Pengukuran Titik 1 Tinggi Horizontal

N	t(s)	Velocity (mm/s)	Amplitude (mm)	Displacement (mm)	Acceleration (mm/s ²)
		$\dot{X} = \omega.A.C \cos \omega t$	$A = \dot{X} / \omega.C \cos \omega t$	$X = A0.Sin \omega t$	$\ddot{X} = -\omega^2.A0.Sin \omega t$
1	0.0	4.3325	0.013797	-	-
2	18	898	4.24246E-05	4.182892	229

Tabel 6 Pengukuran Titik 1 F Tinggi

N	t(s)	Velocity (mm/s)	Amplitude (mm)	Displacement (mm)	Acceleration (mm/s ²)
		$\dot{X} = \omega.A.C \cos \omega t$	$A = \dot{X} / \omega.C \cos \omega t$	$X = A0.Sin \omega t$	$\ddot{X} = -\omega^2.A0.Sin \omega t$
1	0.	3.817	0.01215	-	-
02	108	6457	4.27592E-05	4.21588	9991

Tabel 7 Karakteristik Getaran

Keterangan	Karakteristik Getaran	Arah	Ketukan rendah	Ketukan Tinggi	Hasil
Pada posisi frekwensi 5 Hz kecepatan (velocity) mencapai : 600 mm/s. selanjut menurun pd frekuensi 50Hz, kecepatan menjadi kurang lebih 5mm/2.kemudian turun lagi velocity dan naik kembali di 105 Hz. dst.	Velocity	Axial			Unbalance
		Horizontal			Unbalance
		Vertical			Unbalance

KESIMPULAN

Kompresor, bahwa *shaft* tidak layak untuk digunakan lagi. Kemungkinan akan terjadi sesuatu yang tidak diinginkan pada saat beroperasi di pasang di areal turbin. Pengukuran *compressor* titik 1 F rendah arah *Axial*, *Shaft* ini sudah dilakukan *service* berkala dan *maintenance* tidak bisa difungsikan lagi. Usia pakai juga sangat mempengaruhi kondisi *shaft* dalam kinerjanya selama beroperasi. *Material shaft* terhadap usia pakai sangat berperan dalam menentukan keberhasilan kerja *shaft* turbin.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] General Electric Company, Schenectaday, NY. USA, Gas Turbine Manual Book, 1897
- [2] Maherwan P Boyce, Gas Turbine Engineering Book , Gulf Professional Publishing, 2002.
- [3] <https://www.academia.edu/28768850/Dasar-Dasar-Analisis-Vibrasi-Apa-itu-Vibrasi>, Artikel diakses 30 April 2021.
- [4] Suhardjono, Analisa Sinyal Getaran untuk Menentukan Jenis dan Tingkat Kerusakan Bantalan Bola (Ball Bearing),

<https://jurnalmesin.petra.ac.id/index.php/mes/issue/view/2858>, Vol 6 2004.

- [5] Nazaruddin1, Mario Dovani, “Analisis Suara pada Rotordinamik akibat Unbalance, Misalignment and Loseness” Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIV (SNTTM XIV), Banjarmasin, 7-8Oktober 2015