

ANALISA GETARAN PADA BEARING BERBASIS KERUSAKAN BEARING

Arief Rachman¹, Budi Hartono¹, Dwi Yuliaji¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Ibn Khaldun Bogor

Corresponding author : ariefrachman1976@gmail.com

ABSTRACT

Bearing is one part of the machine element that plays an important role. The function of the bearing is to support a shaft so that the shaft can rotate without excessive friction. Research was done to find out the value of vibration in a critical rotation test tool to determine the extent to which a rotating axle with a certain speed of the axis rotation. This test used a critical rotation test apparatus on a bar of carbon iron with diameter size $D = 25.4$ mm with $L = 764$ mm by using coupling. From experiments used rotation of 200 to 1000 rpm, the first experiment using 1000 rpm obtained a result of vertical axis obtained 9.5 mm/s with new bearing testing was performed using 5 variations ie new bearings, abrasion, corrosion, without lubrication, clutch that is not straight. The second experiment using a abrasion bearing of 1000 rpm resulted from a vertical axis 7 mm/s. The third experiment using corrosion bearing with 1000 rpm rotation resulted from a vertical axis of 3.4 mm / s. The fourth experiment using a lubrication bearing with rpm 1000 obtained the result of a vertical axis 9.6 mm / s. The fifth experiment using a non-straight coupling yielded 14.1 mm/s. The greater the bearing rotation value leads to a large twisting angle so that it impacts most semantic vibration values on the bearing.

Keywords : vibration, bearing, critical rotation

1. PENDAHULUAN

Bantalan (*bearing*) merupakan salah satu bagian dari elemen mesin yang memegang peranan cukup penting karena fungsi dari bantalan yaitu untuk menumpu sebuah poros agar poros dapat berputar tanpa mengalami gesekan yang berlebihan. Bantalan harus cukup kuat untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik.

Dalam perancangan suatu alat dibutuhkan beberapa komponen pendukung. Teori komponen berfungsi untuk memberi landasan dalam perancangan ataupun pembuatan alat. Ketepatan dan ketelitian dalam pemilihan berbagai nilai atau ukuran dari komponen itu sangat mempengaruhi kinerja dari alat yang akan dirancang.

Mesin merupakan kesatuan dari berbagai komponen yang selalu berkaitan dengan elemen-elemen mesin yang bekerja sama satu dengan yang lainnya secara kompak sehingga menghasilkan suatu rangkaian gerakan yang sesuai dengan apa yang sudah direncanakan. Dalam merencanakan sebuah mesin harus memperhatikan faktor keamanan baik untuk mesin itu sendiri maupun bagi operatornya. Dalam pemilihan elemen-elemen dari mesin

juga harus memperhatikan kekuatan bahan, safety factor dan ketahanan dari berbagai komponen tersebut. Adapun elemen tersebut diantaranya adalah bantalan (*bearing*).

Getaran adalah suatu hal yang tidak diharapkan muncul dalam sebuah sistem kerja pada suatu instalasi mesin. Getaran yang berlebihan tentunya akan berpengaruh terhadap performa maupun umur kekuatan dari suatu komponen yang ada. Pengukuran getaran merupakan kegiatan yang paling umum di lakukan dalam perawatan prediktif. Untuk itu pembuatan dan pengukuran getaran alat peraga pada alignment poros motor listrik – pompa ini di lakukan untuk mengambil data tentang getaran yang mengambil beberapa variable pengukuran.

Dalam analisa getaran pada *bearing* ini mempunyai beberapa aspek pengukuran yaitu, getaran translasi, getaran interal dan getaran aksial yang dapat diketahui getaran yang terjadi pada instalasi tersebut dengan alat ukur yang di gunakan. Pada umumnya getaran sangat berpengaruh terhadap efisiensi kinerja mesin dan meringankan biaya pemeliharaan.

Dalam penelitian ini akan menguji kekuatan bearing yang mempengaruhi

kestabilan pada mesin, sehingga diperlukan penelitian beberapa jenis getaran pada bearing seperti getaran translasi, getaran internal, dan getaran aksial dengan menggunakan alat penguji getaran *Vibration Meter*. Adapun tujuan penelitian ini ialah : Untuk memperoleh karakteristik getaran *bearing*. Untuk mengetahui jenis kerusakan pada *ball bearing* berdasarkan vertikal dan horizontal.

3. METODE PENELITIAN

Tempat untuk melaksanakan serta penelitian bertempat di Lab. Mekanika Struktur Universitas Ibn Khaldun Bogor. Waktu pelaksanaan pada bulan maret sampai bulan November tahun 2017.

▪ Alat dan Bahan

▪ Alat

Satu set alat uji putaran keritis yaitu poros, *bearing*, motor penggerak, pengatur kecepatan, alat ukur getaran, kunci ring-pas, seperangkat computer.

▪ Bahan

Satu poros besi carbon dengan panjang 1000 mm dan diameter 25,4 mm, satu pcs kopling, dua pcs rumah *bearing*, delapan pcs *bearing* dengan *type ball bearing*, dan satu buah alat ukur getaran.



Gambar 1 Alat Uji Putaran Kritis

Prosedur Pengambilan Data

Pengambilan data atau pengumpulan data di lakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian.

1. Jumlah *bearing* yang di gunakan 8 pcs.
2. Merek *bearing* yang di gunakan fbj.
3. Mengambil getaran di sumbu Vertikal, Horizontal, dan Aksial.
4. waktu pengujian selama 1 jam/1 variasi data.
5. Analisis dan diskusi

Tabel 1. Matrik pengujian

Putaran	Variasi Pengujian (mm/s)		
	Sumbu Vertikal	Sumbu Horizontal	Sumbu aksial
200			
300			
400			
500			
600			
700			
800			
900			
1000			
1100			
1200			
1300			
1400			
1500			

▪ Pengolahan data

Pengolahan data merupakan manipulasi data ke bentuk yang lebih informative atau berupa informasi.

1. Perhitungan manual dan grafik.
2. Menghitung getaran secara manual

3. HASIL DAN BAHASAN

▪ Getaran Pada *Electric Motor*

Dari hasil eksperimen yang di lakukan didapat data berupa besarnya getaran yang terjadi pada sumbu vertikal, horizontal, dan aksial pada *bearing* 1 dan 2 dengan variasi data yg pertama dengan *bearing* baru, kedua dengan *bearing* tanpa pelumasan, dan ketiga *bearing* abrasi

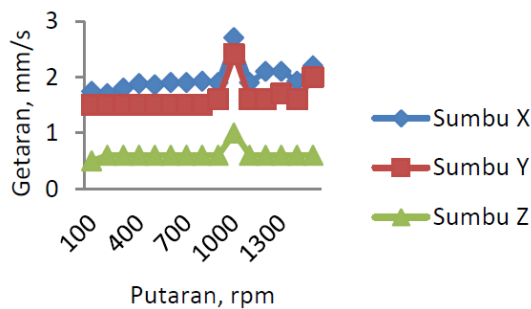
▪ Hasil Pengukuran Nilai Getaran Pada *Electric Motor*

Berikut ini adalah tabel hasil pengukuran getaran pada electric motor tanpa ada *bearing* dan poros dengan bahan poros carbon steel dengan diameter 25.4 (mm) dan panjang poros 1000 (mm). dapat di lihat pada tabel 2.

Tabel 2 Pengukuran Nilai Getaran Pada Elektric Motor Hasil

Putaran, rpm	Getaran, mm/s		
	Sumbu X	Sumbu Y	Sumbu Z
100	1,74	1,5	0,5
200	1,7	1,5	0,6
300	1,8	1,5	0,6
400	1,88	1,5	0,6
500	1,86	1,5	0,6
600	1,9	1,5	0,6
700	1,9	1,5	0,6
800	1,92	1,5	0,6
900	1,9	1,6	0,6
1000	2,7	2,4	1
1100	1,9	1,6	0,6
1200	2,1	1,6	0,6
1300	2,1	1,7	0,6
1400	1,92	1,6	0,6
1500	2,2	2	0,6

Berikut ini adalah hasil pengukuran getaran yang terjadi pada motor *electric* tanpa ada *bearing* dan poros, dapat di lihat pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik hubungan putaran terhadap getaran pada electric motor sumbu X, Y, Z

Pada grafik di atas yang di tunjukan pada warna biru yaitu sumbu x, hasil dari pengambilan data pada sumbu X yang paling besar pada putaran 1000 yaitu 2,7 mm/s, pada sumbu Y berwarna merah yang paling besar putaran 1000 dengan nilai 2,4 mm/s, dan pada sumbu Z berwarna hijau yang paling besar putaran 1000 yaitu 1 mm/s, hasil yang paling besar terdapat pada sumbu X putaran 1000 dengan nilai 2,7 mm/s dan yang kecil terdapat pada sumbu Z dengan putaran 1000 sebesar 1 mm/s.

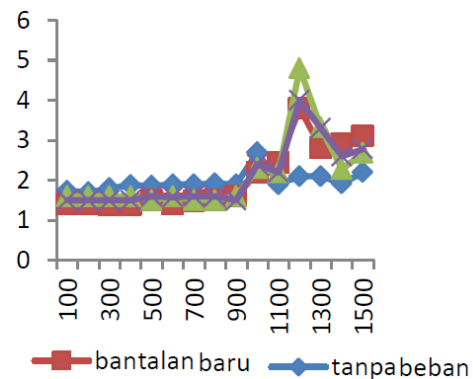
▪ **Hasil dan Bahasan Getaran pada *electric Motor* dengan Beban Terpasang.**

Berikut ini adalah tabel hasil pengukuran getaran pada *electric motor* dengan beban terpasang bahan poros carbon steel dengan diameter 25.4 (mm) dan panjang poros 1000 (mm). dapat di lihat pada tabel 3

Tabel 3. Nilai getaran sumbu X pada electric motor dengan pemasangan beban untuk berbagai kondisi bantalan

Putaran, rpm	Electric motor tanpa beban	Kondisi bantalan		
		Baru	Tanpa pelumas	Abrasi
100	1,74	1,4	1,6	1,5
200	1,7	1,4	1,6	1,5
300	1,8	1,38	1,6	1,5
400	1,88	1,38	1,6	1,5
500	1,86	1,5	1,5	1,6
600	1,9	1,4	1,6	1,58
700	1,9	1,48	1,5	1,6
800	1,92	1,5	1,5	1,6
900	1,9	1,6	1,6	1,5
1000	2,7	2,2	2,3	2,4
1100	1,9	2,44	2,2	2,2
1200	2,1	3,8	4,8	4
1300	2,1	2,82	3,32	3,3
1400	1,92	2,9	2,28	2,6
1500	2,2	3,1	2,68	2,78

Berikut ini adalah hasil pengukuran getaran yang terjadi pada *electric motor* dengan pemasangan beban untuk berbagai kondisi bantalan, dapat di lihat pada gambar 3.



Gambar 3. Grafik nilai getaran sumbu X pada electric motor dengan pemasangan beban untuk berbagai kondisi bantalan

Grafik diatas menunjukkan nilai tertinggi pada motor di putaran 1200 rpm yaitu sebesar 2,1 mm/s, sedangkan getaran tertinggi terdapat pada bantalan tanpa pelumasan dengan nilai 4,8 mm/s, di putaran 1200 rpm yang terendah terdapat pada bantalan baru dengan nilai 3,8 mm/s pada putaran 1200 rpm, kemudian pada bantalan abrasi nilai karakteristik getaran tidak terlalu jauh di sekitar 4 mm/s pada putaran 1200 rpm ini membuktikan bahwa bantalan tanpa pelumasan memiliki nilai karakteristik getaran yang paling tinggi sehingga dapat membuat kerusakan dalam waktu tertentu.

▪ **Hasil dan Bahasan Nilai Getaran Bantalan Bola Radial Pada Berbagai Kondisi**

Dari hasil eksperimen yang di lakukan didapat data berupa besarnya getaran yang terjadi pada sumbu vertikal, horizontal, dan aksial pada *bearing* 1 dan 2 dengan variasi data yg pertama dengan *bearing* baru, kedua dengan *bearing* tanpa pelumasan, dan ketiga *bearing* abrasi.

▪ **Hasil dan Bahasan Getaran Bantalan Bola Radial**

Berikut ini adalah tabel hasil pengukuran getaran pada *electric motor* dengan beban terpasang bahan poros carbon steel dengan diameter 25.4 (mm) dan panjang poros 1000 (mm). dapat di lihat pada tabel 4.

a. Getaran sumbu X bantalan 1 dengan berbagai kondisi

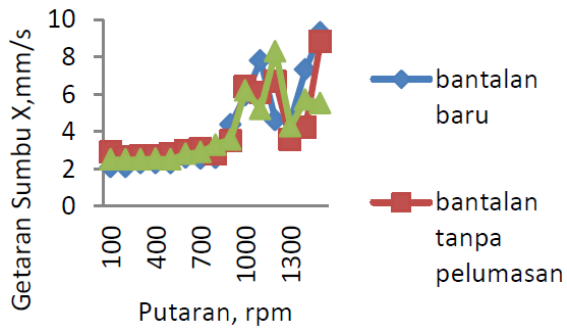
Tabel 4 Getaran sumbu X bantalan 1 dengan berbagai kondisi bantalan

Putaran, rpm	Kondisi bantalan		
	Baru	Tanpa pelumas	Abrasi
100	2,1	2,9	2,5
200	2,1	2,66	2,5
300	2,3	2,7	2,5
400	2,3	2,7	2,54
500	2,3	2,8	2,5
600	2,6	3	2,8
700	2,54	3,08	2,9
800	2,58	2,8	3,3
900	4,38	3,5	3,58
1000	5,94	6,4	6,2
1100	7,8	6,1	5,2
1200	4,6	6,68	8,3
1300	4,6	3,56	4,28
1400	7,32	4,24	5,72
1500	9,3	8,82	5,52

Berikut ini adalah hasil pengukuran getaran yang terjadi pada motor *elektric* tanpa ada *bearing* dan poros , dapat di lihat pada gambar 4

Pada grafik di atas yang di tunjukan pada warna biru yaitu bantalan baru, hasil dari pengambilan data pada bantalan baru meningkat di putaran 1100 yaitu 7,8 mm/s grafiknya menurun lagi di putaran 1200 yaitu 4,6 mm/s dan nilai terbesar di putaran 1500 yaitu 9,3 mm/s, pada bantalan tanpa pelumasan berwarna merah meningkat pada putaran 1200 yaitu 6,68 mm/s menurun di putaran 1300 yaitu 3,56 mm/s, dan pada bantalan abrasi berwarna hijau meningkat diputaran 1200 yaitu 8,3 mm/s turun kembali diputaran 1300 yaitu 4.3 mm/s, hasil yang paling besar terdapat pada bantalan baru diputaran 1500 yaitu 9,3 mm/s, dan nilai

terdapat pada bantalan abrasi diputaran 1500 yaitu 5.25 mm/s.



Gambar 4 Grafik getaran sumbu X bantalan 1 dengan berbagai kondisi bantalan

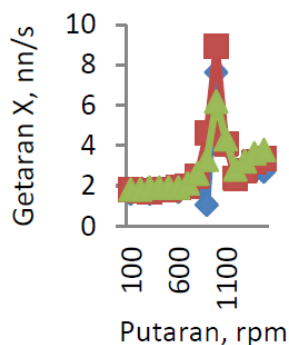
b. Getaran Y bantalan 1 dengan berbagai kondisi

Berikut ini adalah tabel hasil pengukuran getaran pada *electric motor* dengan beban terpasang bahan poros carbon steel dengan diameter 25.4 (mm) dan panjang poros 1000 (mm). dapat di lihat pada tabel 5

Tabel 5. Getaran Sumbu Y bantalan 2 dengan abrasi berbagai kondisi bantalan

Putaran, rpm	Kondisi bantalan		
	Baru	Tanpa pelumas	Abrasi
100	0,7	0,9	0,8
200	0,9	0,9	0,8
300	0,9	1	0,7
400	0,9	1,1	0,88
500	1	1	1
600	1,1	1,1	1
700	0,98	1,3	1,2
800	1,14	1,18	1,3
900	1,2	0,88	1,2
1000	1,2	1,466	1,3
1100	1,5	3,34	1,6
1200	2,3	3,34	2,7
1300	2,12	2,48	3,3
1400	2	2,42	2,18
1500	2,2	2,68	2,6

Berikut ini adalah hasil pengukuran getaran yang terjadi pada motor *elektric* tanpa ada *bearing* dan poros , dapat di lihat pada gambar 5



Gambar 5. Grafik getaran sumbu Y bantalan 1 untuk berbagai kondisi bantalan

Grafik diatas yang berwarna merah menunjukkan bantalan tanpa pelumasan pada putaran 900 rpm dengan nilai 4,6 mm/s, kemudian dibawahnya yang berwarna hijau menunjukkan bantalan abrasi berada di pada putaran 900 rpm yaitu 3,28 mm/s, kemudian grafik yang berwarna biru menunjukkan bantalan baru pada putaran 900 rpm yaitu 1,06 menunjukkan bahwa bantalan baru mendapatkan nilai terendah.

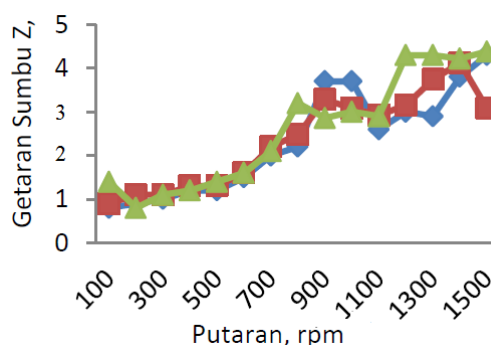
c. Getaran sumbu Z bantalan 1 dengan berbagai kondisi

Berikut ini adalah tabel hasil pengukuran getaran pada *electric motor* dengan beban terpasang bahan poros carbon steel dengan diameter 25.4 (mm) dan panjang poros 1000 (mm). dapat di lihat pada tabel 6

Tabel 6 Getaran sumbu Z bantalan 1 dengan berbagai kondisi bantalan

Putaran, rpm	Kondisi bantalan		
	Baru	Tanpa pelumas	Abrasi
100	0,8	0,9	1,4
200	0,9	1,1	0,8
300	1	1,1	1,1
400	1,2	1,3	1,2
500	1,2	1,3	1,4
600	1,5	1,6	1,6
700	2	2,2	2,1
800	2,2	2,48	3,2
900	3,7	3,28	2,86
1000	3,7	3,08	3
1100	2,6	2,92	2,9
1200	3	3,16	4,3
1300	2,9	3,74	4,3
1400	3,8	4,12	4,22
1500	4,3	3,08	4,38

Berikut ini adalah hasil pengukuran getaran yang terjadi pada motor *elektrik* tanpa ada *bearing* dan poros , dapat di lihat pada gambar 6



Gambar 6 Grafik getaran sumbu Z bantalan 1 untuk berbagai kondisi bantalan

Grafik diatas yang berwarna merah menunjukkan bantalan tanpa pelumasan pada putaran 1100 rpm dengan nilai 2,92 mm/s, kemudian dibawahnya yang berwarna hijau menunjukkan bantalan abrasi berada di pada putaran 1100 rpm yaitu 2,9 mm/s, kemudian grafik yang berwarna biru menunjukkan bantalan baru pada putaran 1100 rpm yaitu 2,6 menunjukkan bahwa bantalan baru mendapatkan nilai terendah.

▪ Hasil dan Bahasan Getaran Bantalan Bola Radial 2

Berikut ini adalah tabel hasil pengukuran getaran pada *electric motor* dengan beban terpasang bahan poros carbon steel dengan diameter 25.4 (mm) dan panjang poros 1000 (mm). dapat di lihat pada tabel 7

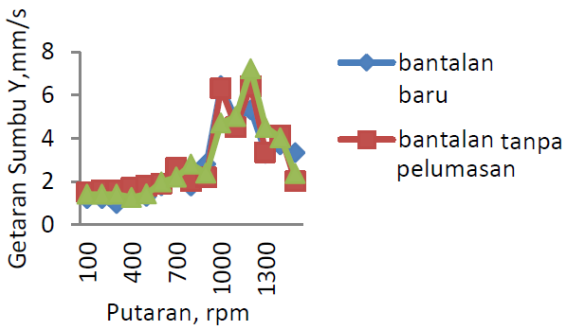
a. Getaran sumbu X bantalan 2 dengan berbagai kondisi

Tabel 7 Getaran sumbu X bantalan 2 dengan berbagai kondisi bantalan

Putaran, rpm	Kondisi bantalan		
	Baru	Tanpa pelumas	Abrasi
100	1,2	1,5	1,4
200	1,2	1,6	1,4
300	0,98	1,6	1,4
400	1,3	1,7	1,26
500	1,3	1,8	1,42
600	1,8	1,9	1,98
700	2,3	2,62	2,2
800	1,78	2	2,8
900	2,8	2,18	2,38
1000	6,42	6,3	4,7
1100	4,9	4,5	5
1200	5,3	6,4	7,2
1300	3,3	3,36	4,5
1400	3,68	4,14	4,02
1500	3,32	2	2,36

Berikut ini adalah hasil pengukuran getaran yang terjadi pada motor *elektrik* tanpa

ada *bearing* dan poros , dapat di lihat pada gambar 7



Gambar 7 Grafik getaran sumbu X bantalan 2 untuk berbagai kondisi bantalan

Grafik diatas yang berwarna merah menunjukkan bantalan abrasi pada putaran 1300 rpm dengan nilai 4,5 mm/s, kemudian dibawahnya yang berwarna hijau menunjukkan bantalan tanpa pelumasan berada di pada putaran 1.300 rpm yaitu 3,36 mm/s, kemudian grafik yang berwarna biru menunjukkan bantalan baru pada putaran 1300 rpm yaitu 3.3 menunjukkan bahwa bantalan baru mendapatkan nilai terendah.

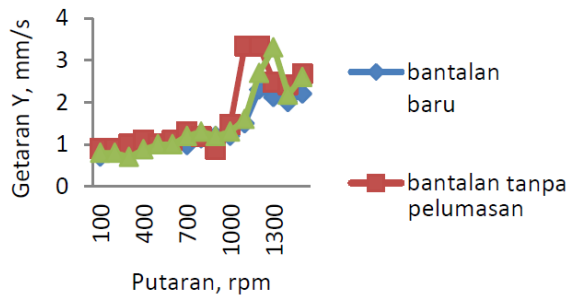
b. Getaran sumbu Y bantalan 2 dengan berbagai kondisi

Berikut ini adalah tabel hasil pengukuran getaran pada *electric motor* dengan beban terpasang bahan poros carbon steel dengan diameter 25.4 (mm) dan panjang poros 1000 (mm). dapat di lihat pada tabel 8

Tabel 8 Getaran sumbu Y bantalan 2 dengan berbagai kondisi bantalan

Putaran, rpm	Kondisi bantalan		
	Baru	Tanpa pelumas	Abrasi
100	0,7	0,9	0,8
200	0,9	0,9	0,8
300	0,9	1	0,7
400	0,9	1,1	0,88
500	1	1	1
600	1,1	1,1	1
700	0,98	1,3	1,2
800	1,14	1,18	1,3
900	1,2	0,88	1,2
1000	1,2	1,466	1,3
1100	1,5	3,34	1,6
1200	2,3	3,34	2,7
1300	2,12	2,48	3,3
1400	2	2,42	2,18
1500	2,2	2,68	2,6

Berikut ini adalah hasil pengukuran getaran yang terjadi pada motor *electric* tanpa ada *bearing* dan poros , dapat di lihat pada gambar 8



Gambar 8 Grafik getaran sumbu Y bantalan 2 untuk berbagai kondisi bantalan

Grafik diatas yang berwarna merah menunjukkan bantalan tanpa pelumasan pada putaran 1400 rpm dengan nilai 2,42 mm/s, kemudian dibawahnya yang berwarna hijau menunjukkan bantalan abrasi berada di pada putaran 1400 rpm yaitu 2,18 mm/s, kemudian grafik yang berwarna biru menunjukkan bantalan baru pada putaran 1400 rpm yaitu 2 menunjukkan bahwa bantalan baru mendapatkan nilai terendah.

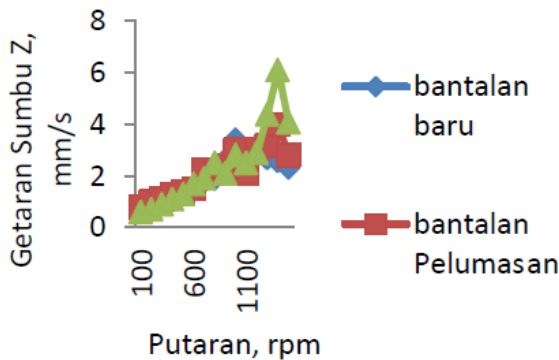
c. Getaran pada sumbu Z bantalan 2 dengan berbagai kondisi

Berikut ini adalah tabel hasil pengukuran getaran pada *electric motor* dengan beban terpasang bahan poros carbon steel dengan diameter 25.4 (mm) dan panjang poros 1000 (mm). dapat di lihat pada tabel 9

Tabel 4.8 Getaran sumbu Z bantalan 2 dengan berbagai kondisi bantalan

Putaran, rpm	Kondisi bantalan		
	Baru	Tanpa pelumas	Abrasi
100	0,7	0,8	0,6
200	0,9	1	0,7
300	1,02	1,1	0,9
400	1,3	1,3	1,1
500	1,3	1,4	1,3
600	1,5	1,5	1,68
700	1,8	2,22	1,9
800	1,9	2,1	2,5
900	2,6	2,4	2,1
1000	3,4	3	2,8
1100	2,3	2,1	2,5
1200	2,8	3	2,9
1300	2,68	3,16	4,38
1400	2,58	4	6,1
1500	2,32	2,8	4,08

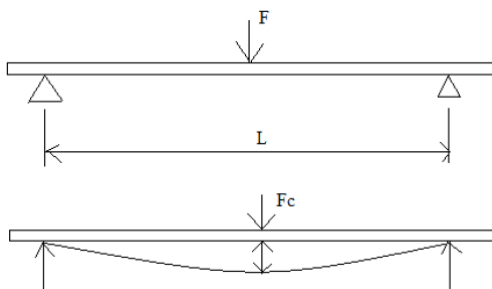
Berikut ini adalah hasil pengukuran getaran yang terjadi pada motor *elektric* tanpa ada *bearing* dan poros , dapat di lihat pada gambar 9



Gambar 9 Grafik getaran sumbu Z bantalan 2 untuk berbagai kondisi bantalan

Grafik diatas yang berwarna merah menunjukkan bantalan tanpa pelumasan pada putaran 1200 rpm dengan nilai 3 mm/s, kemudian dibawahnya yang berwarna hijau menunjukkan bantalan abrasi berada di pada putaran 1200 rpm yaitu 2,9 mm/s, kemudian grafik yang berwarna biru menunjukkan bantalan baru pada putaran 1200 rpm yaitu 2,8 menunjukkan bahwa bantalan baru mendapatkan nilai terendah.

▪ **Perhitungan Frekuensi Natural**



Frek. Natural

$$\omega_n = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$F = \text{Berat Poros} = 3.9 \text{ kg} = 3.9 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 = 39 \text{ N}$$

$$k = \text{Kekakuan N/m} = 4.26363 \times 10^5 \text{ N/m}$$

$$m = \text{massa kg} = 3.9 \text{ kg}$$

$$\delta = \text{defleksi} = \frac{f \cdot l^3}{48EL} = 0.254 \text{ m}$$

$$k = \frac{f}{\delta} = 0.254 \text{ m}$$

$$k = \frac{48EL}{L^3}$$

$$I = \frac{\pi}{64} D^4 \quad D = \text{Diameter Poros}$$

$$k = \frac{48 \times 2 \times 10^{11} \times 2.24 \times 10^{-8}}{(0.796)^3} = 4.26363 \times 10^5 \text{ N/m}$$

Frek. Natural =

$$\omega_n = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$= \sqrt{\frac{4.26363 \times 10^5 \text{ N/m}}{3.9 \text{ kg}}} = 330.6 \text{ rad/s}$$

Putaran kritis $\omega_{cr} = \omega_n$

$$\omega_{cr} = \frac{2\pi}{60} = 330.6 \text{ rad/s}$$

$$N_{cr} = \frac{330.6 \times 60}{2\pi} = 3157.3 \text{ rpm}$$

4. SIMPULAN & SARAN

▪ **Simpulan**

Dari hasil karakteristik dan analisa data diperoleh Simpulan antara lain :
 Getaran tertinggi terdapat pada bantalan tanpa pelumasan dengan nilai 4,8 mm/s, di putaran 1200 rpm yang terendah terdapat pada bantalan baru dengan nilai 3,8 mm/s pada putaran 1200 rpm, kemudian pada bantalan abrasi nilai karakteristik getaran tidak terlalu jauh di sekitar 4 mm/s pada putaran 1200 rpm ini membuktikan bahwa bantalan tanpa pelumasan memiliki nilai karakteristik getaran yang paling tinggi sehingga dapat membuat kerusakan pada bantalan dalam waktu yang singkat, membuktikan bahwa bantalan tanpa pelumasan penyebab cepatnya pada bantalan.

▪ **Saran**

- Untuk menentukan umur *bearing* pada penelitian selanjutnya.
- Penyebab kerusakan *bearing* banyak factor, maka dari itu banyak yang harus diteliti umur *bearing*

5. DAFTAR PUSTAKA

[1] Thomson, William T., Prasetyo, Lea, *Teori Getaran dengan Penerapan*, Edisi Kedua, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1986.

- [2] Gatot Aribowo, Proposal Tugas Akhir “*Pengukuran dan Analisa Getaran Mekanis Dengan Variasi Konstanta Pegas dan Putaran Motor Penggetar Tanpa Peredam*” , Teknik Mesin Universits Wahid Hasyim Semarang 2016.
- [3] Penerbit Andi, Dasar-dasar Getaran Mekanis, Pengarang Tungga BK
- [4] Setio Budi, Uud Saputra, Hardiansyah, Makalah *Bearing* elemen mesin, Universitas Bina Darma 2014.
- [5] *FA Study of parameter that Affect pivoted shoe journal bearing performance*
- [6] Muamar Angga, 6 jenis *bearing Automotive Equipment*, 8 maret 2017
- [7] Abidin, Zainal., 1996, *Vibration Monitoring Balancing/Alignment*, LPM-ITB, Bandung.Abidin, Zainal., 2007, *Mailing List*.
- [8] Anonim., 1995, *panduan Pratikum Fenomena Dasar Mesin Two-Plane Balanching*, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- [9] J.L Meriam and L.G Kraige, engineering Machanics,”*Dynamis* Jhons Willey & Sons, inc, 1977.
- [10] *Ferdinand P.Beer and E.Russel jhonston, Jr, Vectoor Mechanics for Engineers,”Dynamics”, Mc Graw-Hill Book Company, 1977*
- [11] Girindra Gayatri, Mengenal alat ukur getaran (*vibration meter*),senin, 20 oktober 2014
- [12] Diterbitkan oleh Milbun, Jenis kerusakan *bearing* , 10 november 2015