

ANALISA GETARAN UNTUK MENGETAHUI TINGKAT KERUSAKAN BEARING MESIN GERINDA DUDUK

Mochammad Syahrul¹, Margianto², Unung Lesmanah³

¹.Mahasiswa Teknik Mesin, Universitas Islam Malang

^{2,3}.Dosen Teknik Mesin, Universitas Islam Malang

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang

Jalan Mayjen Haryono, 193 Malang 65144

E-mail : bx_4_71@yahoo.com

ABSTRACT

Maintenance management that most widely used in large companies are predictive maintenance. Predictive maintenance that most dominant in the machine vibration analysis is to detect bearing defect of the engine. However, vibration analysis is often dominated by an engineer to measure the vibration characteristics in the time domain and frequency domain which occurs in the radial direction.

Simplification method by looking at the value of displacement, velocity, and acceleration between the bearing vibration standards with reduced bearing clearance will be able to facilitate all the mechanics to determine the level of bearing defect.

Reducing bearing clearance at the time of testing is done by reducing the diameter of the bearing of 0.05 mm, 0.1 mm, 0.15 mm, and 0.2 mm with turner machine. Then measured vibration at each bearing left and right of each of these variables.

The results of these tests can generally be concluded that there is no relationship between bearing clearance with displacement bearing vibration, and there is a significant relationship between bearing clearance with the speed and acceleration of vibration that can be used as a reference to determine the level of the bearing defect. The higher value of vibration velocity and acceleration, then the level of bearing damage will higher.

Keywords: *predictive maintenance, bearings defect, bearing clearance, displacement, velocity, and acceleration vibration*

PENDAHULUAN

Dalam suatu industri dimana terdapat berbagai macam proses produksi yang menggunakan mesin yang beraneka macam. Perawatan atau *maintenance* yang dilakukan setiap perusahaan tentunya berbeda-beda dalam pelaksanaannya.

Predictive maintenance pada dasarnya merupakan perawatan tindakan pencegahan berdasarkan kondisi suatu mesin. Perawatan prediktif ini mengamati kondisi mekanis, efisiensi perawatan dan parameter-parameter lain dan berusaha mencari fungsi pendekatan waktu kegagalan dari mesin-mesin. Dengan mendeteksi kerusakan pada mesin lebih awal, maka bagian mesin yang mengalami kerusakan dapat dilakukan penjadwalan untuk dilakukan penggantian sehingga tidak sampai terjadi *breakdown machine* yang berakibat proses produksi terhenti untuk melakukan perbaikan.

Pengamatan prediktif untuk mendeteksi gangguan-gangguan dari mesin yang berputar

(bagian yang paling banyak di suatu pabrik) dilakukan dengan mengamati karakteristik getaran. Teknik pengamatan getaran ini tidak diragukan lagi sebagai teknik yang paling efektif untuk mendeteksi cacat mekanis pada mesin berputar.

Sumber getaran yang terdapat pada mesin industri di suatu pabrik paling banyak terdapat pada mesin yang berputar dan mesin dengan gerakan bolak balik seperti pada piston. Pada mesin yang berputar (*rotary*) mempunyai satu atau lebih elemen mesin yang berputar bersama-sama dengan poros, misalnya *bearing*, *impeller*, dan rotor. Untuk mesin yang seimbang/*balance* sempurna, rotor berputar pada sumbunya dan semua gayanya setimbang (*equal*). Namun pada umumnya mesin industri, terdapat ketidakseimbangan gaya-gaya. Selain ketidakseimbangan yang terjadi pada elemen berputar, getaran mungkin saja disebabkan oleh ketidaksetabilan media/fluida yang mengalir melalui mesin tersebut.

Kerusakan suatu mesin industri yang beroperasi secara terus menerus akan

menyebabkan kerugian yang besar, karena dapat menyebabkan kerusakan mesin yang lebih kompleks. Namun apabila kerusakan mesin tersebut teridentifikasi terlebih dahulu, maka dapat di rencanakan dan dipersiapkan terlebih dahulu untuk perbaikannya sehingga tidak menyebabkan kerusakan yang lebih parah. Kebanyakan mesin-mesin industri modern beroperasi pada putaran/kecepatan tinggi dengan menggunakan bantalan duduk/*bearing*, dimana kerusakan awal akan terjadi pada *bearing* ini. Dengan mengetahui tanda-tanda awal kerusakan *bearing* ini, maka manajemen dapat menentukan rencana perbaikan untuk penggantian *bearing*. Namun sedikit sekali dari team *maintenance* yang belum mengetahui analisa getaran dari suatu *bearing*, melalui tulisan ini diharapkan akan mempermudah team *maintenance* untuk melakukan pengecekan getaran mesin dan mempermudah analisa kerusakan *bearing* suatu mesin. Penulis akan membandingkan nilai getaran pada *bearing* yang standart dengan *bearing* pada beberapa tingkat kerusakan pada *bearing* (perbedaan *clearance*).

Analisa vibrasi menggunakan alat analisis getaran portable untuk melihat nilai *displacement*, *velocity*, dan *acceleration* getaran. Sedangkan mesin yang dianalisis adalah mesin gerinda duduk untuk mengetahui tingkat kerusakan *bearing* dengan melihat perbandingan analisa getaran antara *bearing* yang bagus dan *bearing* dengan beberapa tingkat kerusakan pada bantalan bola (perbedaan *clearance*).

Tujuan dari penulisan ini adalah untuk menganalisa getaran yang terjadi pada mesin gerinda duduk untuk mengetahui tingkat kerusakan pada *bearing*. Sehingga dapat diketahui perbandingan getaran antara *bearing* yang normal dengan *bearing* pada beberapa tingkat kerusakan *bearing*.

Sedangkan manfaat dari penulisan ini diharapkan dapat dijadikan acuan dan pertimbangan pada saat melakukan analisa vibrasi untuk mengetahui tingkat kerusakan *bearing* pada mesin yang lain. Dengan mengetahui nilai kecepatan serta percepatan getarannya maka akan dapat mengetahui tingkat kerusakan *bearing* suatu mesin. Sehingga setiap mekanik dapat memonitoring getaran dari mesin pada *bearing* kemudian melaporkannya untuk dilakukan perbaikan sebelum terjadi kerusakan yang lebih parah.

Persamaan regresi dipergunakan untuk mengetahui hubungan antara variabel bebas dan variabel tak bebas sehingga kita dapat memprediksi

kondisi variabel bebas dengan melihat nilai variabel tak bebas.

Rumus regresi linear sederhana:

$$Y = a + b(x)$$

Dimana :

a = konstanta

b = koefisien regresi

Y = variabel dependent (variabel tak bebas)

X = Variabel independen (variabel bebas)

Untuk mencari rumus a dan b dapat digunakan metode *Least Square* sbb:

$$b = \frac{n\sum XY - \sum X \cdot \sum Y}{n\sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$a = \frac{\sum Y - b\sum X}{n}$$

Koefisien korelasi

Untuk mencari koefisien relasi dapat digunakan rumusan korelasi *Pearson* yaitu :

$$r = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{[n(\sum X^2) - (\sum X)^2]^{1/2} [n(\sum Y^2) - (\sum Y)^2]^{1/2}}$$

Keterangan :

1. Jika $r = 0$ atau mendekati 0 maka hubungan kedua variabel lemah
2. Jika $r = (-1)$ maka hubungan sangat kuat dan bersifat tidak searah.
3. Jika $r = (+1)$ maka hubungan sangat kuat dan bersifat searah.

Koefisien Determinasi

Koefisien Determinasi dilambangkan dengan r^2 , merupakan kuadrat dari koefisien korelasi. Koefisien ini dapat digunakan untuk menganalisis apakah variabel yang diduga / diramal (Y) dipengaruhi oleh variabel (X) atau seberapa variabel independen (bebas) mempengaruhi variabel dependen (tak bebas)

Kesalahan Standar Estimasi

Untuk mengetahui ketepatan persamaan estimasi dapat digunakan dengan mengukur besar kecilnya kesalahan standar estimasi. Semakin kecil nilai kesalahan standar estimasi maka semakin tinggi ketepatan persamaan estimasi dihasilkan untuk menjelaskan nilai variabel yang sesungguhnya.

Dan sebaliknya, semakin besar nilai kesalahan standar estimasi maka semakin rendah ketepatan persamaan estimasi yang dihasilkan untuk menjelaskan nilai variabel dependen yang sesungguhnya. Kesalahan standar estimasi diberi

symbol S_e yang dapat ditentukan dengan rumus berikut:

$$S_e = \frac{\sqrt{(\sum Y^2 - a \sum Y - b \sum XY)}}{n - 2}$$

METODE PENELITIAN

Jenis, Tempat dan Waktu Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen, yaitu cara yang digunakan untuk mencari hubungan sebab akibat dari beberapa variabel yang sengaja dimunculkan dengan menyisihkan variabel lain yang bisa mempengaruhinya. Variabel independent dalam penelitian ini adalah *clearance* dari *bearing* motor gerinda duduk, sedangkan variabel dependent yaitu amplitudo, kecepatan, dan percepatan getaran hasil pengukuran menggunakan *tranduser*.

Dalam penelitian analisa getaran ini penulis mengambil tempat penelitian di Workshop Primary Processing PT. HM Sampoerna, Tbk. Pelaksanaan penelitian pada tanggal 01 Maret 2013 sampai 13 Maret 2013.

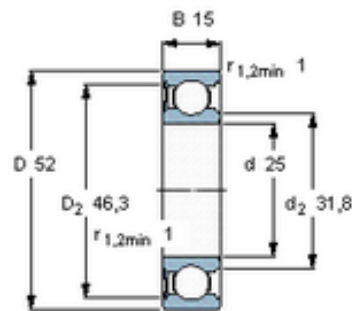
Peralatan yang Digunakan

Peralatan yang digunakan pada pengujian adalah

- Mesin Gerinda duduk merk Metabo D 72622
Spesifikasi :
Type : D 72622 (09200000)
RPM : 3000 rpm
Voltage : 220 V
Daya : 900 watt
Ukuran gerinda : D200 x 32 x D32
- Bearing tipe 6205 2Z
Spesifikasi :
Diameter dalam : 25 mm
Diameter luar : 52 mm
Tebal : 15 mm



d	25mm	single row, for high temperati
D	52mm	Deep groove ball bearings
B	15mm	
C ₀	7,8kN dynamic	Basic load ratings
MAX	212µm	Radial internal clearance
Bearing	6205-2Z/VA201	Designations
MIN	120µm	Radial internal clearance
Weight	0,13KG	
Type:		Deep groove ball bearings



- Peralatan bantu yang dipergunakan yaitu Tranduser untuk mengukur getaran, Leonova untuk menyimpan dan melihat data hasil pengukuran yang dilakukan oleh tranduser, Micrometer inside untuk mengukur diameter dalam dari bearing, dan Laptop serta software leonova untuk menampilkan data dari alat Leonova agar didapat data yang lebih jelas dan mudah dibaca.

Prosedur Pengujian

Pengujian yang digunakan untuk mengetahui tingkat kerusakan *bearing* motor gerinda duduk, ini adalah menggunakan cara pengujian untuk menganalisa getaran pada *bearing* motor untuk mengetahui tingkat kerusakan *bearing* dengan mengurangi *clearance* pada *bearing* (0.05mm ; 0.1mm; 0.15mm; 0.2mm;) dibandingkan dengan *bearing* standart. Dengan tahapan sebagai berikut :

1. Menentukan motor gerinda duduk yang akan dipakai sebagai pengujian, yaitu motor gerinda duduk merk Metabo D 72622.
2. Menyiapkan *bearing* motor gerinda tersebut, tipe *bearing* : 6205 2Z sebanyak 10 pc.
 - 2 pc *bearing* dengan *clearance* standart
 - 2 pc *bearing* dengan pengurangan diameter dalam bearing 0.05mm dengan cara dibubut.
 - 2 pc *bearing* dengan pengurangan diameter dalam bearing 0.1mm dengan cara dibubut.
 - 2 pc *bearing* dengan pengurangan diameter dalam bearing 0.15mm dengan cara dibubut.
 - 2 pc *bearing* dengan pengurangan diameter dalam bearing 0.2mm dengan cara dibubut.
 - Melakukan pembongkaran mesin gerinda duduk untuk mengganti bearing motor kanan dan kiri dengan bearing yang standart dan setelah pengurangan 0.05mm, 0.1mm, 0.15mm, 0.2mm pada diameter dalamnya.
3. Melakukan pengukuran getaran pada bearing standart dan setelah pengurangan 0.05mm, 0.1mm, 0.15mm, 0.2mm pada diameter dalamnya menggunakan tranduser dan alat

leonova pada arah horizontal dan vertikal (tidak memungkinkan pengukuran arah axial) untuk bearing sebelah kanan dan kiri.

4. Mencatat hasil pengujian.
5. Data hasil pengujian akan dianalisa dengan analisa regresi untuk mengetahui hubungan antara *clearance* (pada pengujian dengan melakukan pengurangan diameter dalam bearing) sebagai variabel independen (variabel bebas) dan *displacement*, *velocity*, serta *acceleration* sebagai variabel dependen (variabel tak bebas).
6. Pengambilan kesimpulan dari hasil analisa getaran untuk mengetahui tingkat kerusakan bearing mesin gerinda duduk.

PEMBAHASAN

Hasil pengukuran getaran arah horizontal bearing sebelah kanan

Tabel 1. Hasil pengukuran getaran arah horizontal bearing sebelah kanan

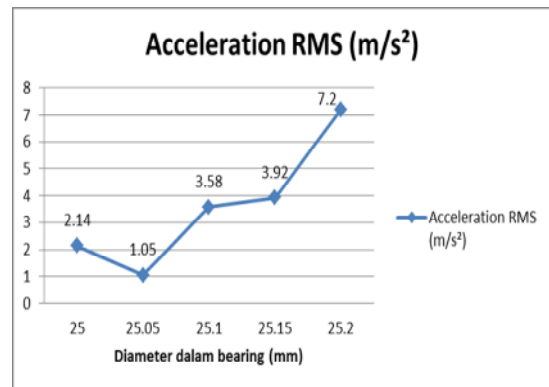
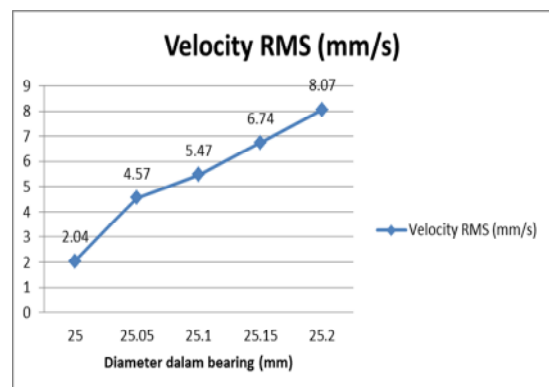
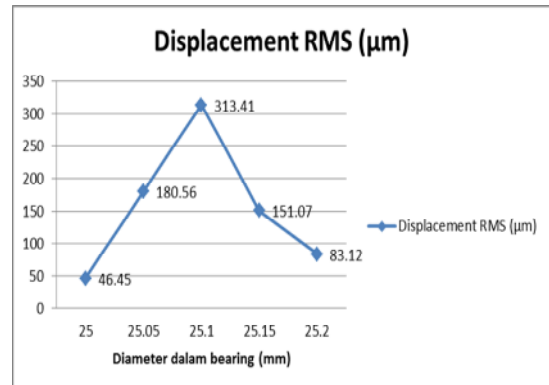
No	Waktu pengambilan	Diameter dalam bearing (mm)	Clearance (mm)	Displacement (RMS) μm	Velocity RMS (mm/s)	Acceleration RMS (m/s^2)
1	07/03/2013 17:50:47	25	Standart	46.45	2.04	2.14
2	08/03/2013 20:00:39	25,05	Dikurangi 0,05	180.56	4.57	1.05
3	09/03/2013 11:40:42	25,10	Dikurangi 0,1	313.41	5.47	3.58
4	11/03/2013 17:10:43	25,15	Dikurangi 0,15	151.07	6.74	3.92
5	13/03/2013 16:35:37	25,20	Dikurangi 0,20	83.12	8.07	7.20

Tabel hasil perhitungan regresi antara diameter dalam bearing (variabel bebas) dengan masing-masing variabel tak bebas untuk bearing motor sebelah kanan pada pengukuran arah horizontal diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 2. Tabel hasil perhitungan regresi pada pengukuran arah horizontal bearing sebelah kanan

No.	Nilai	Displacement	Velocity	Accelerometer
1	b	87.7	28.46	25.98
2	a	-2046.348	-708.968	-648.52
3	r	0.067	0.984	0.882
4	r^2	0.0045	0.968	0.778
5	Se	68.73	0.27	0.732

Berikut grafik dari nilai ketiga variabel tak bebas untuk bearing motor sebelah kanan arah horizontal:



Dari hasil perhitungan regresi serta grafik ketiga variabel tak bebas di atas pada pengukuran arah horizontal bearing sebelah kanan. Ada 2 variabel tak bebas yang dapat dijadikan acuan pada saat pengambilan data getaran untuk mengetahui kerusakan bearing motor, yaitu *velocity* dan *acceleration*.

Hasil pengukuran getaran arah vertikal bearing sebelah kanan

Tabel 3. Hasil pengukuran getaran arah vertikal bearing sebelah kanan

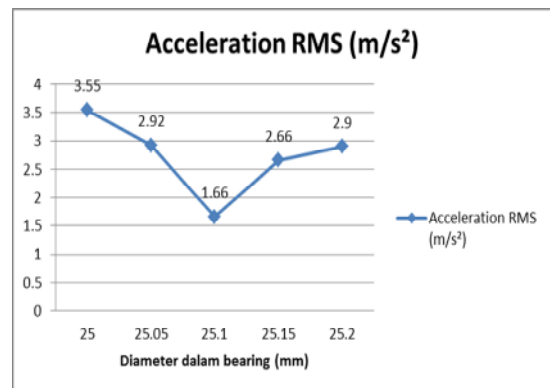
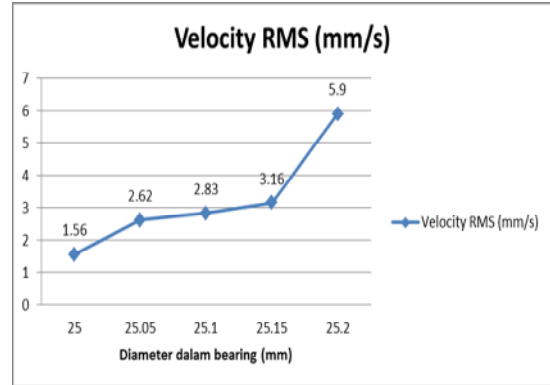
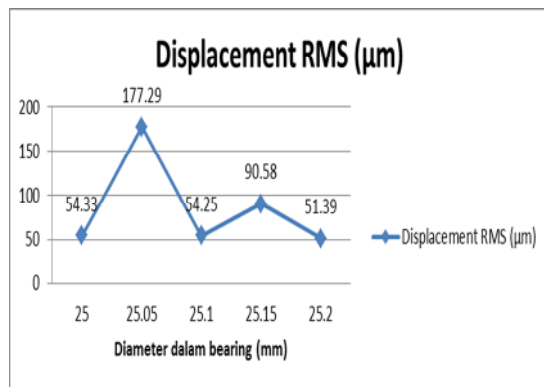
No	Waktu pengambilan	Diameter dalam bearing (mm)	Clearance (mm)	Displacement (RMS) (μm)	Velocity (RMS) (mm/s)	Acceleration (RMS) (m/s^2)
1	7/3/2013 17:52	25	Standart	54.33	1.56	3.55
2	8/3/2013 20:02	25,05	Dikurangi 0,05	177.29	2.62	2.92
3	9/3/2013 11:51	25,10	Dikurangi 0,1	54.25	2.83	1.66
4	11/3/2013 17:11	25,15	Dikurangi 0,15	90.58	3.16	2.66
5	13/03/2013 16:36:15	25,20	Dikurangi 0,20	51.39	5.9	2.9

Tabel hasil perhitungan regresi antara diameter dalam bearing (variabel bebas) dengan masing-masing variabel tak bebas untuk bearing motor sebelah kanan pada pengukuran arah vertikal diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 4. Tabel hasil perhitungan regresi pada pengukuran arah vertikal bearing sebelah kanan

No.	Nilai	Displacement	Velocity	Accelerometer
1	b	-185.18	18.44	-3.12
2	a	4733.586	-459.63	81.05
3	r	-0.272	0.902	-0.359
4	r^2	0.074	0.813	0.129
5	Se	34.489	0.466	0.427

Berikut grafik dari nilai ketiga variabel tak bebas untuk bearing motor sebelah kanan arah vertikal:



Dari hasil perhitungan regresi serta grafik ketiga variabel tak bebas di atas pada pengukuran arah vertikal bearing sebelah kanan. Ada 2 variabel tak bebas yang dapat dijadikan acuan pada saat pengambilan data getaran untuk mengetahui kerusakan bearing motor, yaitu *velocity* dan *acceleration*.

Hasil pengukuran getaran arah horizontal bearing sebelah kiri

Tabel 5. Hasil pengukuran getaran arah horizontal bearing sebelah kiri

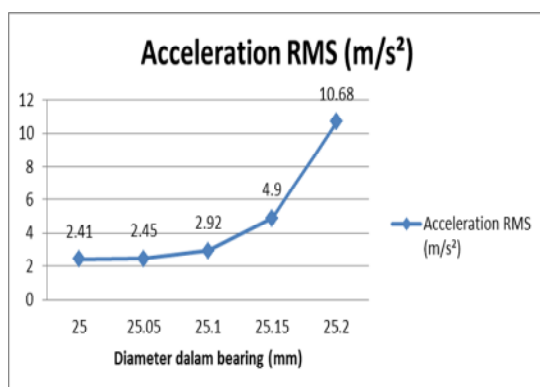
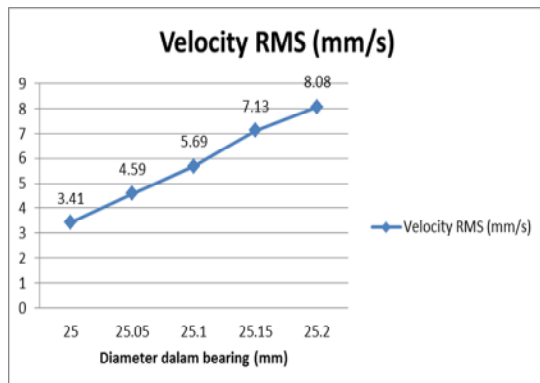
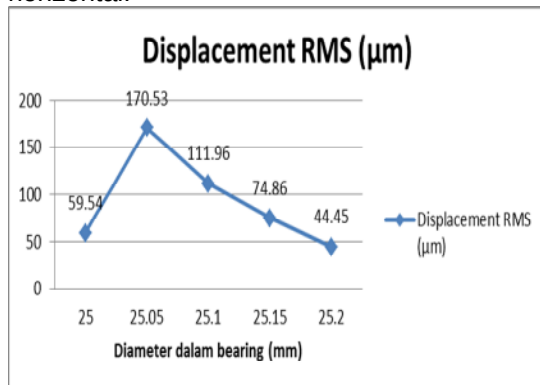
No	Waktu pengambilan	Diameter dalam bearing (mm)	Clearance (mm)	Displacement (RMS) (μm)	Velocity (RMS) (mm/s)	Acceleration (RMS) (m/s^2)
1	7/3/2013 17:57	25	Standart	59.54	3.41	2.41
2	8/3/2013 20:09	25,05	Dikurangi 0,05	170.53	4.59	2.45
3	11/3/2013 7:17	25,10	Dikurangi 0,1	111.96	5.69	2.92
4	11/3/2013 17:15	25,15	Dikurangi 0,15	74.86	7.13	4.9
5	13/03/2013 16:40:11	25,20	Dikurangi 0,20	44.45	8.08	10.68

Tabel hasil perhitungan regresi antara diameter dalam bearing (variabel bebas) dengan masing-masing variabel tak bebas untuk bearing motor sebelah kiri pada pengukuran arah horizontal diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 6. Tabel hasil perhitungan regresi pada pengukuran arah horizontal bearing sebelah kiri

No.	Nilai	Displacement	Velocity	Accelerometer
1	b	-251.7	23.76	37.98
2	a	6409.94	-590.596	-948.626
3	r	-0.395	0.998	0.855
4	r ²	0.155	0.997	0.732
5	Se	30.893	0.0668	1.211

Berikut grafik dari nilai ketiga variabel tak bebas untuk bearing motor sebelah kiri arah horizontal:



Dari hasil perhitungan regresi serta grafik ketiga variabel tak bebas di atas pada pengukuran arah horizontal bearing sebelah kiri. Ada 2 variabel tak bebas yang dapat dijadikan acuan pada saat pengambilan data getaran untuk mengetahui kerusakan bearing motor, yaitu *velocity* dan *acceleration*.

Hasil pengukuran getaran arah vertikal bearing sebelah kiri

Tabel 7. Hasil pengukuran getaran arah vertikal bearing sebelah kiri

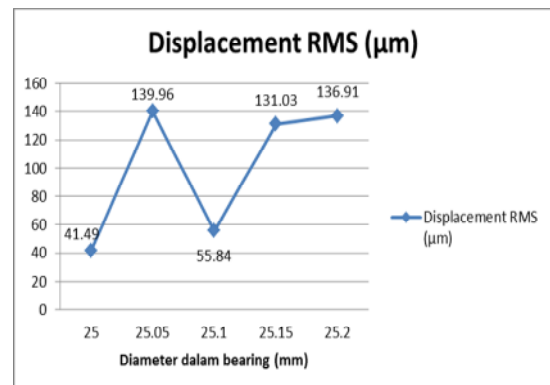
No	Waktu pengambilan	Diameter dalam bearing (mm)	Clearance (mm)	Displacement (RMS) (µm)	Velocity (RMS) (mm/s)	Acceleration (RMS) (m/s ²)
1	7/3/2013 17:58	25	Standart	41.49	1.36	1.99
2	8/3/2013 20:11	25,05	Dikurangi 0,05	139.96	2.08	1.91
3	11/3/2013 7:22	25,10	Dikurangi 0,1	55.84	2.85	1.73
4	11/3/2013 17:19	25,15	Dikurangi 0,15	131.03	3.98	4.84
5	13/03/2013 16:41:37	25,20	Dikurangi 0,20	136.91	6.14	3.57

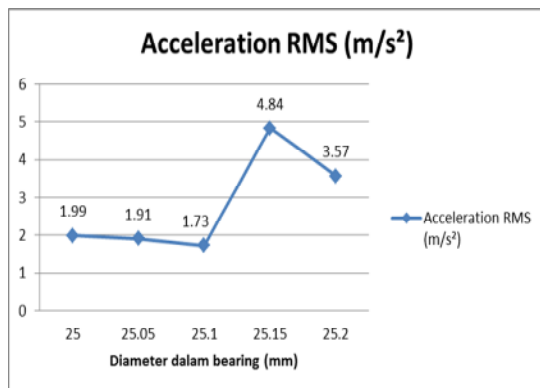
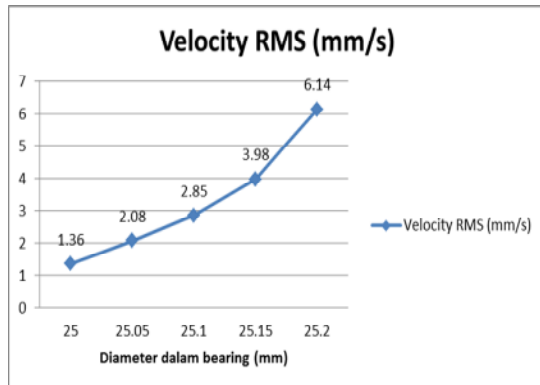
Tabel hasil perhitungan regresi antara diameter dalam bearing (variabel bebas) dengan masing-masing variabel tak bebas untuk bearing motor sebelah kiri pada pengukuran arah vertikal diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 8. Tabel hasil perhitungan regresi pada pengukuran arah vertikal bearing sebelah kiri

No.	Nilai	Displacement	Velocity	Accelerometer
1	b	363.82	22.92	12.18
2	a	-9030.84	-572.01	-302.91
3	r	0.597	0.969	0.71
4	r ²	0.356	0.939	0.504
5	Se	25.779	0.307	0.636

Berikut grafik dari nilai ketiga variabel tak bebas untuk bearing motor sebelah kiri arah vertikal:





Dari hasil perhitungan regresi serta grafik ketiga variabel tak bebas di atas pada pengukuran arah vertikal bearing sebelah kiri. Ada 2 variabel tak bebas yang dapat dijadikan acuan pada saat pengambilan data getaran untuk mengetahui kerusakan bearing motor, yaitu *velocity* dan *acceleration*.

KESIMPULAN

Hasil dari pengujian untuk menganalisa tingkat kerusakan bearing mesin gerinda duduk dengan variabel bebasnya perbedaan clearance bearing (perbedaan diameter dalam bearing) dapat disimpulkan beberapa hal berikut:

1. Tidak terdapat hubungan yang erat antara clearance yang dalam hal ini diwakili oleh perubahan diameter dalam bearing dengan variabel tak bebas *displacement*, dengan nilai korelasi yang mendekati angka 0 dan standart estimasi yang cukup besar.
2. Terdapat hubungan yang erat antara clearance yang dalam hal ini diwakili oleh perubahan diameter dalam bearing dengan variabel tak bebas *velocity*, dengan nilai korelasi yang mendekati angka 1 dan standart estimasi yang kecil.
3. Terdapat hubungan yang erat antara clearance yang dalam hal ini diwakili oleh perubahan

diameter dalam bearing dengan variabel tak bebas *acceleration*, dengan nilai korelasi yang mendekati angka 1 dan standart estimasi yang kecil.

4. Hubungan variabel bebas yang dalam hal ini diwakili oleh perubahan diameter dalam bearing dengan variabel tak bebas *velocity* dan *acceleration* terlihat bahwa semakin besar clearance bearing maka akan semakin besar pula nilai *velocity* dan *acceleration*. Sehingga apabila pada saat pengecekan getaran di mesin lain, kita dapat melihat tingkat kerusakan bearing dengan melihat nilai yang *velocity* dan *acceleration* kemudian membandingkannya dengan hasil pengujian sehingga diperoleh seberapa besar *clearancenya* dan dapat dijadikan indikator untuk penggantian bearing tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Thomson, William T., Professor Emeritus, ***Teori Getaran Dengan Penerapan***, Jakarta (1992): Penerbit Erlangga.
- Hidayat, R Lullus Lambang G., M.T, ***Perawatan Prediktif Penerapan Getaran Mekanis***, Surakarta (2009): Penerbit Lembaga Pengembangan Pendidikan (LPP) UNS dan UPT Penerbitan dan Percetakan UNS (UNS Press).
- Vierck, Robert K, ***Analisis Getaran***, Bandung (1995): Penerbit PT. Eresco.
- Seto, William W., B.S. in M.E., M.S., ***Getaran Mekanis***, Jakarta (1997): Penerbit Erlangga
- Mcconnel ,Kenneth G., ***Vibration Testing***, New York (1995): John Wiley & Sons,Inc,
- Munaf, Dicky Rezadi, ***Analisis Getaran***, Bandung (1995): Penerbit PT. Eresco.
- Berry, James E., P.E., ***How To Implement An Effective Condition Monitoring Program Using Vibration Analysis***, third edition: Charlotte (2002): Penerbit: Technical Associates Of Charlotte, P.C.
- http://id.wikipedia.org/wiki/Regresi_Linier_Sederhana
- <http://fajarnoverdi.blogspot.com/2012/03/analisa-regresi-dan-korelasi.html>
- <http://setabasri01.blogspot.com/2011/04/uji-regresi-berganda.html>
- <http://teorionlinejurnal.files.wordpress.com/2012/10/aplikasi-regresi-sederhana-dengan-spss.pdf>
- <http://teorionline.files.wordpress.com/2012/01/eview-s-regresi-sederhana.pdf>
- <http://ma-dasar.lab.gunadarma.ac.id/wp-content/uploads/2010/01/Modul-Regresi-Linier-Sederhana.pdf>

http://nha_fadillah.mywapblog.com/mengenal-jenis-bearing.xhtml
<http://indrasetiawan17.wordpress.com/2011/06/23/pengertian-bearings-seals-and-gaskets/>