

**ANALISA KARAKTERISTIK GETARAN TRUK MOLEN KAPASITAS
3-5 METER KUBIK BETON COR BERDASARKAN KECEPATAN
30;40;50 (KM/JAM) UNTUK DAERAH HORIZONTAL, LONGITUDINAL
DAN VERTIKAL BERDASARKAN TIME DOMAIN**

**Suriady Sihombing
Sibuk Ginting**

Program Studi Teknik Mesin Universitas HKBP Nommensen, Medan 20234

Abstract

Convenience and safety at a time when driving is a very needed by the users of transport services. Measurement of vibration is one way that can be done to monitor the level of comfort in driving and further by vibration analysis can be known exactly if any interruption occurred during in the course. Therefore, researchers want to find out how the analysis of the vibration characteristics of truck molen capacity 3-5 cubic meters of concrete cast based on the speed of 30; 40; 50 (Km/h) for Horizontal areas; Longitudinal and vertical based on time domain on line travel Toll-free from Belawan-Tanjung Morawa. Measurement of the overall response of vibration on engine block buffer tube mixer for diesel-fueled trucks molen capacity 3m³, 5m³ at a speed of 30 .40, 50 km/h axial direction, vertical and horizontal obtained the largest Deviations obtained at capacity 5m³ horizontal direction with the highest price 138 x 10-6 m (138 μm) at a time when seconds to 44 with a speed of 50 km/h lowest price, while the axial direction 4.5 x 10-6 m (4.5 μm) at the time of 12 seconds to speed of 30 km/h on the capacity 5m³. The greatest speed is obtained at 5m³ capacity horizontal direction represents the highest price 5.47 mm/sec at the time seconds to 44 with a speed of 50 km/h, while the lowest axial direction of 0.1 mm/sec at a time of 12 seconds to a speed of 40 km/h. The greatest acceleration is obtained at capacity 3m³ horizontal direction represents the highest price of 5.30 mm/sec² at the time of seconds to 40 with a speed of 50 km/h, while the lowest horizontal direction 1.55 mm/dtk² at the time of 12 seconds to a speed of 30 km/h at 5m³ capacity. So From standard ISO 10816-3 for the price of 5.47 mm/sec velocity vibration on engine block buffer tube mixer for diesel-fueled trucks molen capacity 3m³, 5m³ with the category of heavy machinery (large) included in Zone B young, green vibration from the engine well and can be operated without restrictions.

Key words: Truck Molen, Cast Concrete, Spedometer, Vibrometer and Time Domain.

I. PENDAHULUAN

Getaran merupakan salah satu efek yang terjadi akibat adanya gerak yang diakibatkan adanya perbedaan tekanan dan frekuensi. Dalam dunia otomotif ada banyak terdapat getaran yang terjadi, seperti getaran mesin baik yang kategori mesin kapasitas berat, mesin medium maupun mesin kapasitas ringan. Getaran mesin atau mesin yang bergetar adalah pergerakan bolak-balik dari sebuah mesin yang bekerja atau sebuah komponen mesin, Sehingga setiap komponen yang

bergerak bolak-balik atau berosilasi disebut bergetar. Getaran pada mesin bisa dalam beberapa bentuk. Sebuah komponen mesin bisa bergetar dengan kuat, kecil, cepat atau lambat, atau tanpa suara serta dapat juga menimbulkan panas. Getaran mesin tidak selamanya bisa menimbulkan kerusakan, namun ada beberapa getaran mesin yang memang dirancang untuk keperluan khusus seperti mesin penyaring (vibration screen), mesin pemadat (compactor). Mobil Truk Molen adalah salah satu jenis mesin alat transportasi berat yang sangat populer dipergunakan di kalangan dunia konstruksi di Indonesia, baik itu digunakan untuk bangunan di darat maupun bangunan dermaga di lautan. Kenyamanan dan keselamatan berkendara adalah suatu hal yang sangat diperlukan oleh para pengguna jasa angkutan. Pengukuran getaran adalah salah satu cara yang dapat dilakukan untuk memantapkan tingkat kenyamanan di dalam berkendara dan lebih jauh lagi dengan analisis getaran dapat diketahui dengan tepat apabila terjadi gangguan selama dalam perjalanan maupun saat pengoperasian. Oleh sebab itu peneliti ingin menganalisis karakteristik getaran truk molen kapasitas 3- 5 meter kubik beton cor berdasarkan kecepatan 30;40;50 (km/Jam) untuk Daerah Horizontal; Aksial dan Vertikal berdasarkan time domain pada jalur perjalanan Toll dari Amplas - Tanjung Morawa – Belawan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Getaran Bebas (Free Vibration)

Getaran bebas terjadi jika sistem berosilasi karena bekerjanya gaya yang ada dalam sistem itu sendiri (inherent) dan apabila tidak ada gaya luar yang bekerja,

Secara umum gerak harmonik dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$X = A \sin 2\pi t / \tau \quad \dots\dots\dots(2.1)$$

dimana : A adalah amplitudo osilasi yang diukur dari posisi setimbang massa, τ adalah periode dimana gerak diulang pada $t = \tau$, Gerak harmonik sering dinyatakan sebagai proyeksi suatu titik yang bergerak melingkar dengan kecepatan yang tetap pada suatu garis lurus seperti terlihat pada gambar 2,1 dengan kecepatan sudut garis OP sebesar ω , maka perpindahan simpangan x dapat dituliskan sebagai:

$$x = A \sin \omega t \dots\dots\dots(2.2)$$

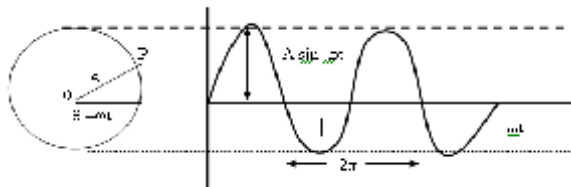
Oleh karena gerak berulang dalam 2π radian, maka didapat

$$\omega = 2\pi / \tau = 2\pi \cdot f \dots\dots\dots(2.3)$$

Dengan menggunakan notasi titik untuk turunannya, maka didapat :

$$\dot{x} = \omega A \cos \omega t = \omega A \sin (\omega t + \pi/2) \dots\dots\dots(2.4)$$

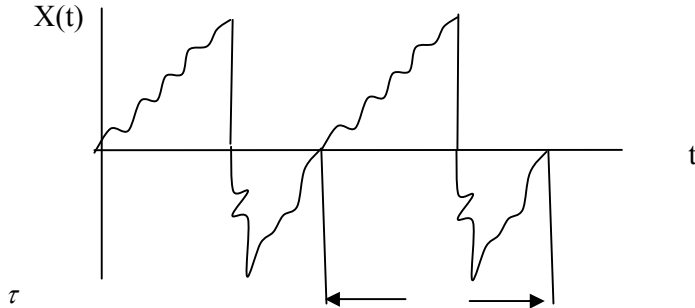
$$\ddot{x} = -\omega^2 A \sin \omega t = -\omega^2 A \sin (\omega t + \pi) \dots\dots\dots(2.5)$$



Gambar 2.1 Gerak harmonik sebagai proyeksi suatu titik yang bergerak pada lingkaran

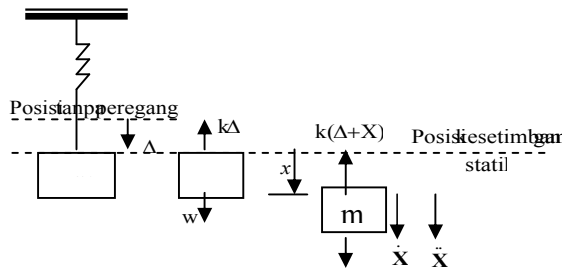
Sistem yang bergetar bebas akan bergetar pada satu atau lebih frekwensi naturalnya yang merupakan sifat dinamika yang dibentuk oleh distribusi massa dan kekakuannya.

Pada getaran biasanya beberapa frekwensi yang berbeda ada secara bersama-sama, Sebagai contoh, getaran dawai biola terdiri dari frekwensi dasar f dan semua harmoniknya $2f, 3f$ dan seterusnya,, Contoh lain adalah getaran bebas sistem dengan banyak derajat kebebasan, dimana getaran pada tiap frekwensi natural memberi sumbangannya, Getaran semacam ini menghasilkan bentuk gelombang kompleks yang diulang secara periodik seperti gambar berikut



Gambar 2.2 Gerak periodik dengan periode τ .

Berkaitan dengan latar belakang diatas, penelitian ini mengkaji tentang analisis getaran yang merupakan sifat dinamika yang dibentuk oleh distribusi massa dan kekakuannya,



Gambar 2.3 Sistem pegas-massa dari diagram benda bebas

Hukum Newton kedua adalah dasar pertama untuk meneliti gerak system, pada gambar 2,3 terlihat perubahan bentuk pegas pada posisi kesetimbangan adalah Δ dan gaya pegas adalah $k\Delta$ yang sama dengan gaya gravitasi yang bekerja pada massa m ,

$$K\Delta = w = mg \quad \dots\dots\dots (2.6)$$

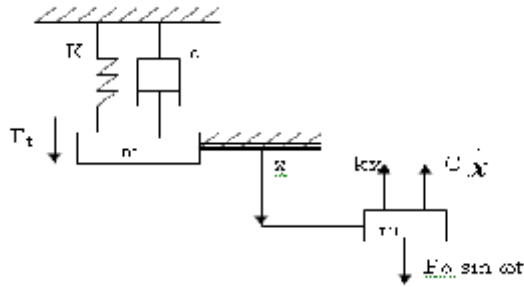
Hukum Newton II untuk gerak pada massa m :

$$m\ddot{x} = \Sigma F = w - k(\Delta + x) \quad \dots\dots\dots (2.7)$$

2.2 Getaran Paksa (Forced Vibration)

Eksitasi harmonik sering dihadapi dalam sistem rekayasa yang biasanya dihasilkan oleh ketidakseimbangan pada mesin –mesin yang berputar, Eksitasi harmonik dapat berbentuk gaya atau simpangan beberapa titik dalam system.

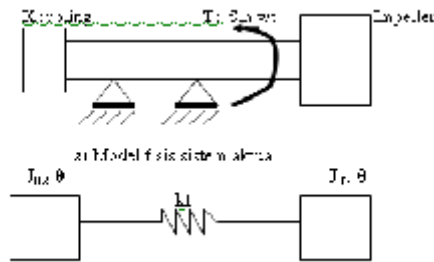
Getaran yang terjadi karena rangsangan gaya luar disebut getaran paksa.



Gambar 2.4. Sistem yang teredam karena kekentalan dengan eksitasi harmonik

2.3. Landasan Teori Pengujian Getaran Mesin

Getaran yang timbul pada truk molen kapasitas 3 –5 meter kubik pengangkut beton cor material bangunan yang didasarkan pada berdasarkan kecepatan 30;40;50 (km/Jam) untuk Daerah Horizontal ; Aksial dan Vertikal berdasarkan time domain pada jalur perjalanan Toll dari Amplas - Tanjung Morawa– Belawan didasarkan oleh putaran mesin ataupun motor melalui koupling sehingga dapat dianalisa sesuai dengan gerak yang timbul. Dalam kondisi ini dapat diasumsikan bahwa akan terjadi torsi yang dihasilkan motor melalui mekanisme coupling. Untuk memudahkan analisa gerak, maka Gambar 2.5 dapat disederhanakan menjadi:



Gambar 2.5 Model pendekatan getaran

Persamaan pada kondisi normal sesuai dengan hukum Newton yaitu

$$\Sigma M = J \ddot{\theta} \dots\dots\dots(2.8)$$

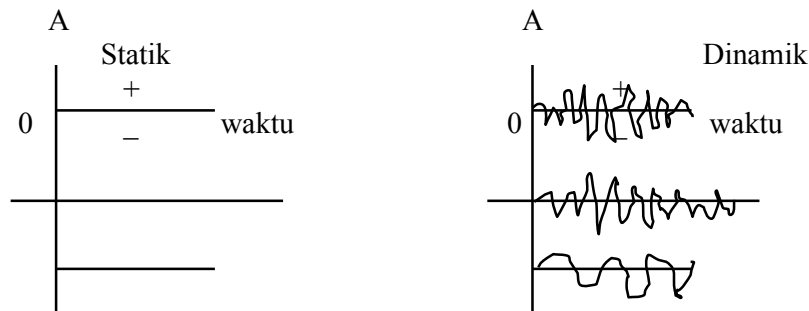
2.3.1. Pengolahan Data Vibrasi

2.3.1.1. Data Domain Waktu (Time Domain)

Pengolahan data time domain melibatkan data hasil pengukuran objek pemantauan sinyal getaran, tekanan fluida kerja, temperatur fluida kerja maupun aliran fluida kerja. Pada perakteknnya pengukuran tekanan dengan menggunakan sensor tekanan tipe *piezoelektrik* memungkinkan mengukur sifat tekanan yang

dinamik, sehingga dapat diamati perubahan tekanan dalam ruang bakar atau perubahan tekanan fluida kerja yang mengalir. Dalam kasus pengukuran temperatur dengan termometer yang konvensional karena karakteristik alat ukurnya, maka tidak dapat dilakukan pengukuran temperatur secara dinamik. Demikian pula halnya dengan pengukuran aliran fluida kerja, sehingga untuk memungkinkan pengukuran objek pemantauan berupa sinyal dinamik, maka diperlukan sensor yang memiliki karakteristik dinamik tertentu. Hasil pengukuran objek pemantauan dalam domain waktu dapat berupa sinyal :

- a. Sinyal statik yaitu sinyal yang karakteristiknya (misalkan amplitudo, arah kerja) yang tidak berubah terhadap waktu. Sinyal dinamik yaitu sinyal yang karakteristiknya berubah terhadap waktu sehingga tidak konstan. Sinyal dinamik yang sering ditemui dalam perakteknya berasal dari sinyal getaran, baik yang diukur menggunakan accelerometer, vibrometer, maupun sensor simpangan getaran .



Gambar 2. 6 Karakteristik Sinyal Statik dan Dinamik

Untuk keperluan pengolahan sinyal getaran dalam *Time Domain* , perlu diperhatikan karakteristik sinyal getaran yang dideteksi oleh masing – masing sensor *percepatan, kecepatan* dan simpangan getaran (*Displacement*).

III. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini subjek penelitian adalah 1 buah truk molen seperti terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.1 Truk Molen

Penelitian ini akan dilaksanakan di jalan Toll Amplas – Tanjung morawa – Belawan di Medan. Metode penelitian yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penetapan Tujuan dan Batasan Masalah
2. Pemasangan alat pada dudukan tabungbeton cor
3. Pemeriksaan kestabilan kendaraan dengan Sporing dan balancing secara keseluruhan.
4. Pemasangan vibrometer pada dudukan.
5. Pengujian dengan menggunakan vibrometer.
6. Pengumpulan data.
7. Pengolahan dan Analisa Data.
8. Kesimpulan dan Hasil

3.1 Peralatan Dan Metode

1 Vibrometer

Untuk melakukan pengukuran terhadap tingkat vibrasi yang terjadi pada dudukan tabung digunakan instrumen pengukur sinyal vibrasi, yaitu *vibrometer digitalHandheld 908B*, Setting instrumen pengukur vibrasi ini dilakukan pada saat akan melakukan pengukuran sinyal vibrasi.



Gambar 3.2 Vibrometer Handheld

3.2 Variabel Yang Diamati

1. Displacement atau simpangan dari tiga arah pengukuran,
2. Velocity atau kecepatan dari tiga arah pengukuran,
3. Acceleration atau percepatan dari tiga arah pengukuran

3.3. Teknik Pengukuran, Pengolahan Dan Analisa Data

3.3.1 Teknik Pengukuran

Penyelidikan sinyal vibrasi yang timbul akibat perubahan kecepatan truk molen dengan titik pengukuran searah sumbu horizontal, longitudinal dan vertical. Pengukuran dilakukan pada titik yang telah ditentukan dengan pengambilan data berdasarkan time domain.

Pengukuran kedua arah tadi dikarenakan sistem pengujian diasumsikan mempunyai 3 derajat kebebasan.

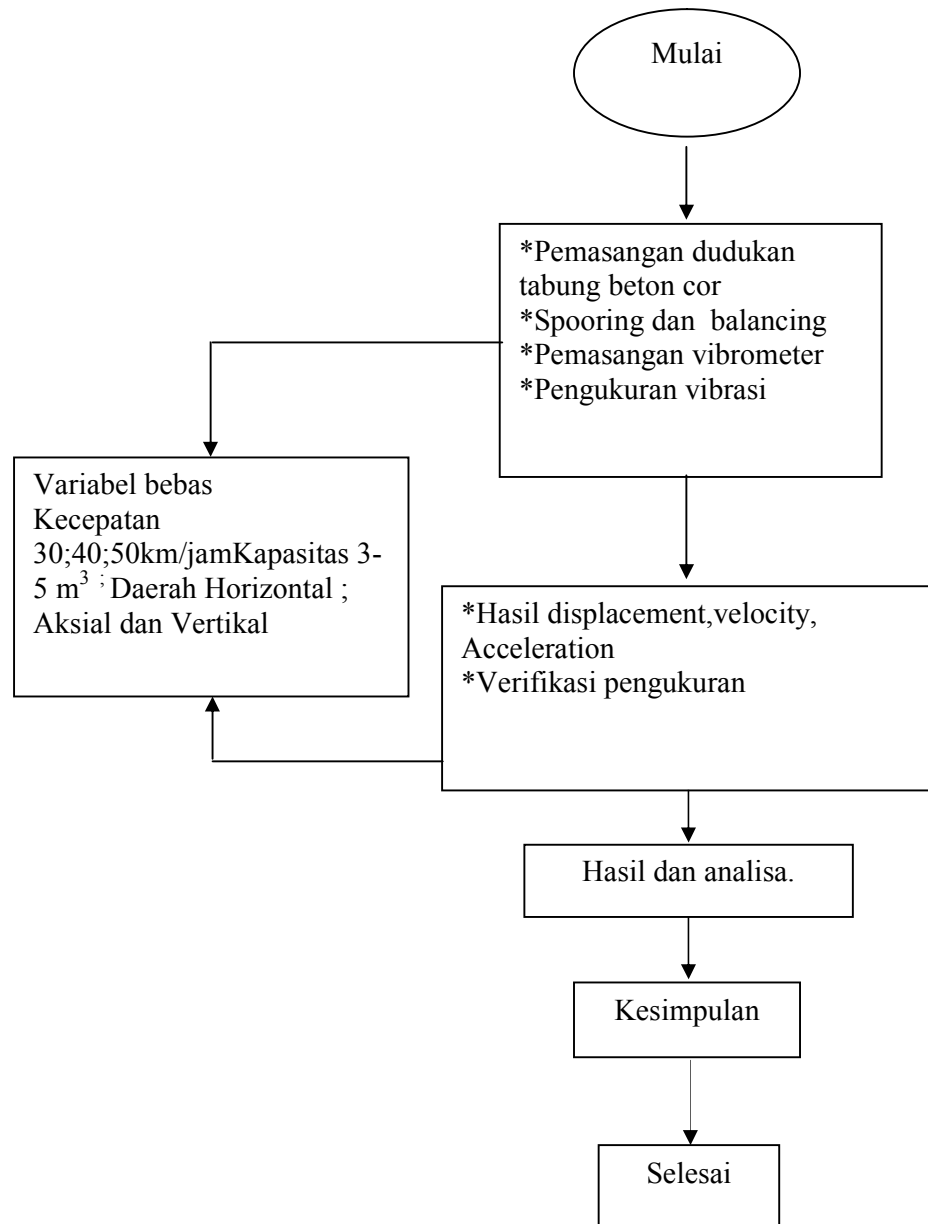
3.3.2. Pengolahan Dan Analisa Data

Vibrasi yang terjadi pada Truk molen dengan variasi data yang diperoleh akibat perubahan kecepatan dianalisa serta dibahas untuk memperoleh perilaku vibrasinya.

3.5. Kerangka konsep

Secara garis besarnya metode penelitian ini dapat digambarkan seperti pada

diagram alir berikut:



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pendahuluan

Pada penelitian ini se buah mobil truk molen dengan kapasitas 3 m³ dan 5 m³ berbahan bakar solar tahun pembuatan 2013 yang dioperasikan dengan kecepatan 30 km/jam ;40 km/jam dan 50 km/jam, pada jalan toll medan – tanjung morawa –belawan sepanjang 80 km. Dimana pengaruh kecepatan kendaraan dan getaran mekanis yang terjadi pada truk molen tersebut, dapat diketahui berdasarkan getaran yang timbul, apakah masih sesuai dengan batas-batas vibrasi mesin yang baik ataukah masih dalam batas-batas toleransi yang diizinkan.

Dalam pengambilan data sistem pengujian yang dilakukan adalah mengukur seberapa besar respon getaran truk molen berbahan bakarsolaryang timbul pada pemberiankecepatan 30 km/jam ;40 km/jam dan 50 km/jam, pada jalan toll medan – tanjung morawa –belawan sepanjang 80 km.

Data yang diambil dari variasi *kecepatan* ini diukur pada *blok mesin penyangga tabung mixer*

4.1.1 Pengukuran respon getaran pada blok mesin penyangga tabung mixer untuk truk molen berbahan bakar solar

Pengukuran respon getaran diambil pada kecepatan 30 km/jam arah horizontal dititik P-01 dilakukan dengan mengambil besarnya harga *displacement (simpangan)* , *velocity (kecepatan)* , *Acceleration (Percepatan)* untuk arah *horizontal , Aksial (longitudinal) dan vertical* , data pengukuran dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Hasil pengukuran respon getaran truk molen kapasitas 3 m³dengan kecepatan 30 km/jampada arah horizontal P-01 ; Aksial P-02 dan vertikal P-03

No	Waktu (detik)	Aksial			Vertical			Horizontal		
		Dis	Vel	Acc	Dis	Vel	Acc	Dis	Vel	Acc
1	12	4,5	0,25	2,20	6,7	1,90	5,5	14,3	1,28	5,8
2	16	4,5	0,70	3,51	7,5	1,80	8,5	14,5	1,33	8,2
3	20	4,8	1,68	3,22	9,8	1,95	9,0	14,8	2,56	9,5
4	24	5,5	2,68	3,00	10,5	1,85	10,5	15,5	2,61	10,5
5	28	6,7	2,70	4,00	12,7	2,20	11,5	16,7	4,83	11,5
6	32	5,7	2,65	2,94	15,5	2,25	12,5	15,7	2,94	12,5
7	36	6,9	2,70	3,51	16,9	2,45	23,0	16,9	2,94	23,7
8	40	7,5	2,67	3,51	17,5	2,70	24,0	14,5	3,13	24,5
9	44	8,0	2,67	4,36	18,1	2,40	24,0	18,0	3,24	24,5
10	48	9,6	2,35	3,80	19,6	2,40	25,0	14,6	4,45	24,0
Rata-rata		6,37	2,1	3,41	13,48	2,19	15,3	15,5	2,93	15,48

Harga respon getaran pada Tabel 4.1 adalah penjumlahan harga rata-rata yang didapat dari pengukuran langsung simpangan,kecepatan dan percepatan dibagi jumlah pengujian,

Berdasarkan analisa perhitungan getaran didapat berdasarkan :

$$\text{Simpangan : } x = A \cdot \sin \omega t \rightarrow A = \frac{x}{\sin \omega t} \quad (4.1)$$

$$\text{Kecepatan : } \dot{x} = \omega A \cos \omega t \rightarrow A = \frac{\dot{x}}{\omega \cos \omega t} \quad (4.2)$$

$$\text{Percepatan : } \ddot{x} = -\omega^2 A \sin \omega t \rightarrow A = \frac{\ddot{x}}{-\omega^2 \sin \omega t} \quad (4.3)$$

Disubstitusikan persamaan 4,1 ke pers, 4,3 akan didapat :

$$\ddot{x} = -x \omega^2 \dots\dots\dots(4.4)$$

Adapun tanda negative menyatakan bahwa arah percepatan berlawanan dengan arah simpanganya .

Sehingga didapat frekuensi dalam bentuk kecepatan sudut :

$$\omega = -\sqrt{\frac{\ddot{x}}{x}} \quad (4.5)$$

Untuk A sebagai harga simpangan maksimum mempunyai harga yang sama pada simpangan (*displacement*), Kecepatan (*velocity*), dan percepatan (*acceleration*), sehingga berlaku hubungan : $A_1 = A_2 = A_3$ (4.6)

Sehingga didapat :

$$\frac{x}{\sin \omega t} = \frac{\dot{x}}{\omega \cos \omega t} = \frac{\ddot{x}}{\omega^2 \sin \omega t}$$

Sehingga :

$$\frac{x}{\dot{x}} = \frac{\sin \omega t}{\omega \cos \omega t}$$

Maka :

$$\omega t = \arctan \frac{x \omega}{\dot{x}} \quad (4.7)$$

Kecepatan sudut untuk masing-masing arah dapat dihitung dari Tabel 4,1 yaitu :
Arah aksial

Kecepatan sudutnya : $\omega = \sqrt{\frac{\ddot{x}}{x}} = \sqrt{\frac{3.41 \times 10^{-2}}{6.37 \times 10^{-6}}} = \sqrt{5353.22}$
 $= 73,165 \text{ rad/s}$

$$\omega t = \arctan \frac{x \omega}{\dot{x}} = \arctan \frac{6.37 \times 10^{-6} \times 73.165}{2.1 \times 10^{-2}}$$

$$= \arctan 0,0221 = 1,266 \text{ rad}$$

Sehingga diperoleh perioda : $t = \frac{\omega t}{\omega} = \frac{1,266}{73,165} = 0,0173 \text{ s}$

Amplitudo adalah $A = \frac{x}{\sin \omega t} = \frac{6,37 \times 10^{-6}}{\sin 73,165 \times 0,0173} = 38,6 \times 10^{-4} \text{ m}$

Dengan cara yang sama dapat dicari dan ditabelkan sebagai Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Amplitudokapasitas 3 m³ dengan kecepatan 30 km/jam pada arah horizontal P-01 ; Aksial P-02 dan Vertikal P-03

	Arah		
	Aksial	Vertikal	Horizontal
ω (rad/s)	73,165	106,53	99,935
ωt (rad)	1,266	3,7495	3,023
t (s)	0,0173	0,03517	0,031
A (m)	$38,64 \times 10^{-3}$	$63,97 \times 10^{-4}$	$5,25 \times 10^{-3}$

Dari Tabel 4.2 diatas dapat diperoleh simpangan dari rumus :

$$\text{Arah aksial : } x = A \sin \omega \tau = 38,64 \times 10^{-3} \sin 73,165 \tau$$

$$\dot{x} = A\omega \cos \omega \tau = 28,27 \times 10^{-1} \cos 73,165 \tau$$

$$\ddot{x} = -\omega^2 A \sin \omega \tau = -206,8 \sin 73,165 \tau$$

$$\text{Arah vertikal : } y = A \sin \omega \tau = 63,97 \times 10^{-4} \sin 106,53 \tau$$

$$\dot{y} = A\omega \cos \omega \tau = 68,14 \times 10^{-2} \cos 106,53 \tau$$

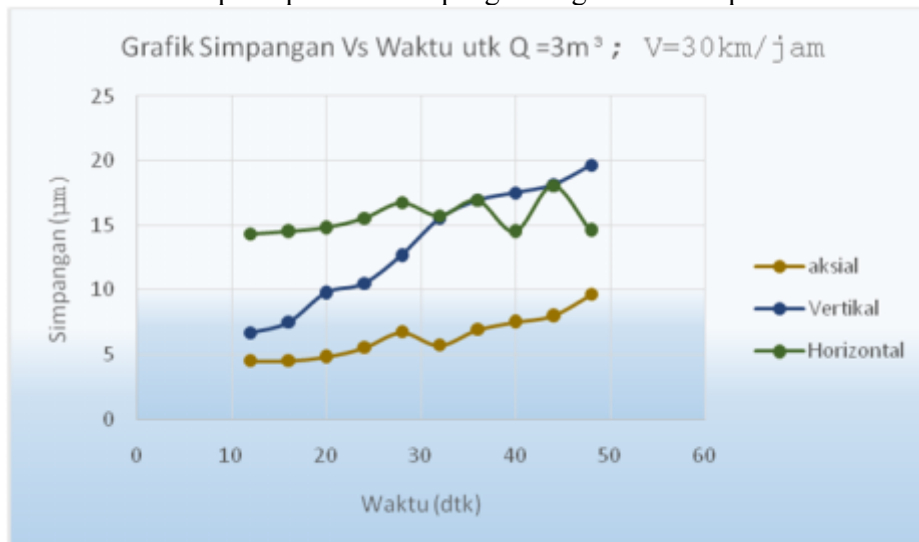
$$\ddot{y} = -\omega^2 A \sin \omega \tau = -72,59 \sin 106,53 \tau$$

$$\text{Arah horizontal : } Z = A \sin \omega \tau = 5,25 \times 10^{-3} \sin 99,935 \tau$$

$$\dot{Z} = A\omega \cos \omega \tau = 5,24 \times 10^{-1} \cos 99,935 \tau$$

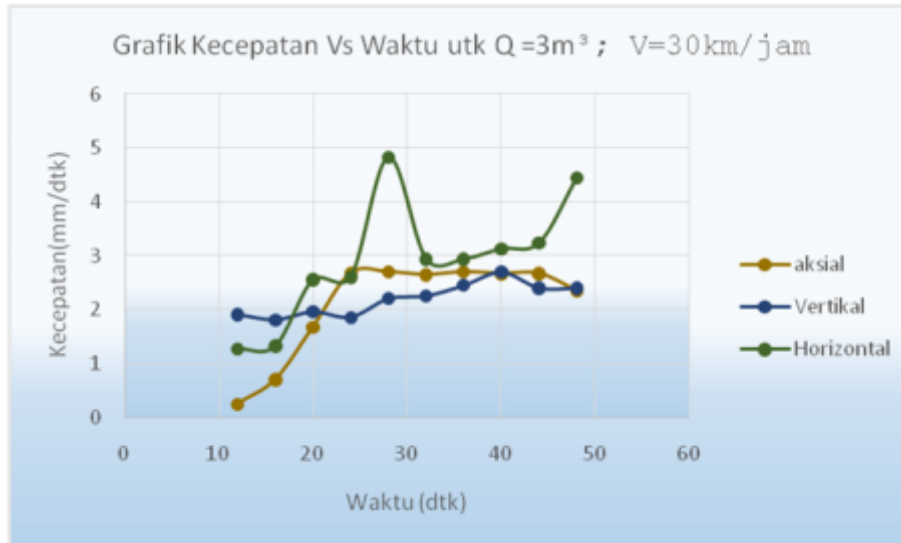
$$\ddot{Z} = -\omega^2 A \sin \omega \tau = -52,4 \sin 99,935 \tau$$

Dari Tabel 4.1 dapat diplot data simpangandengan waktu seperti Gambar 4.1



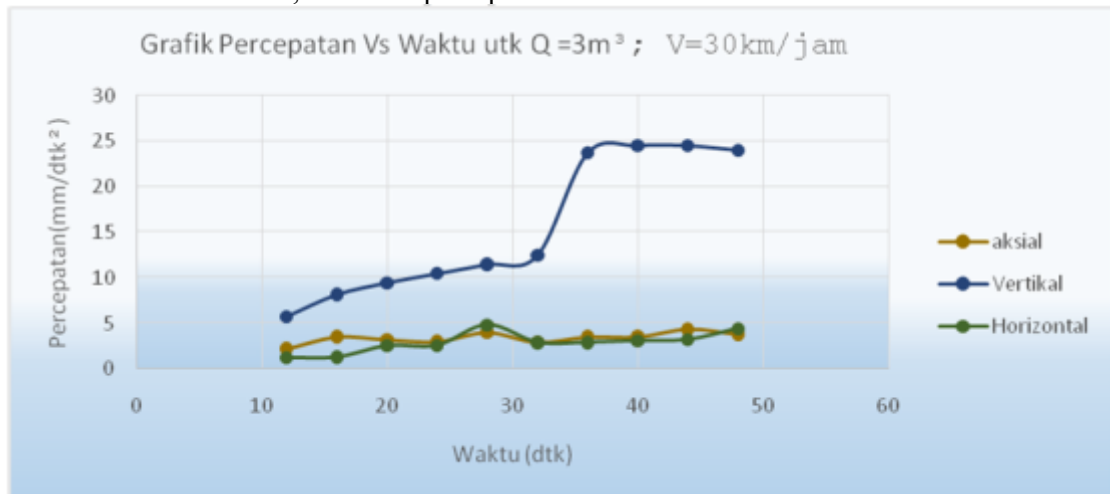
Gambar 4.1 Hubungan Simpangan dengan Waktu pada $Q = 3m^3$; $V = 30 \text{ km/jam}$.

Dari Gambar 4.1 dapat dilihat bahwa untuk kapasitas $Q = 3m^3$; $V = 30 \text{ km/jam}$ simpangan arah Vertikal merupakan harga tertinggi $19,6 \times 10^{-6} \text{ m}$ ($19,6 \mu\text{m}$) pada saat detik ke 48 , sedangkan arah aksial $9,6 \times 10^{-6} \text{ m}$ pada saat detik ke 48 dan arah horizontal $18,0 \times 10^{-6} \text{ m}$ pada saat detik ke 44. Selanjutnya dari Tabel 4.1 dapat diplot data kecepatan dengan waktu seperti Gambar 4.2



Gambar 4.2 Hubungan kecepatan dengan Waktu pada $Q = 3m^3$; $V = 30$ km/jam

Dari Gambar 4.2 dapat dilihat bahwa untuk kapasitas $Q = 3m^3$; $V = 30$ km/jam kecepatan arah Horizontal merupakan harga tertinggi 4,83 mm/dtk pada saat detik ke 28 , sedangkan arah aksial 2,7 mm/dtk pada saat detik ke 28 dan 36 dan arah horizontal 2,7 mm/dtk pada pada saat detik ke 40.



Gambar 4.3 Hubungan percepatan dengan Waktu pada $Q = 3m^3$; $V = 30$ km/jam

Dari Gambar 4.3 dapat dilihat bahwa untuk kapasitas $Q = 3m^3$; $V = 30$ km/jam Percepatan arah vertical merupakan harga tertinggi 25 mm/dtk² pada saat detik ke 48 , sedangkan arah aksial 4,36 mm/dtk² pada saat detik ke 44 dan arah horizontal 24,5 mm/dtk² pada pada saat detik ke 40 dan 44

4.1.2 Pengukuran keseluruhan respon getaran pada blok mesin penyangga tabung mixer untuk truk molen berbahan bakarsolar kapasitas $3 m^3$ pada kecepatan 30 ,40, 50 km/jam arah aksial, vertikal dan horizontal .

Tabel 4.3 Hasil pengukuran respon getaran truk molen kapasitas 3 m³ dengan kecepatan 40 km/jam, pada arah horizontal P-01 ; Aksial P-02 dan vertikal P-03

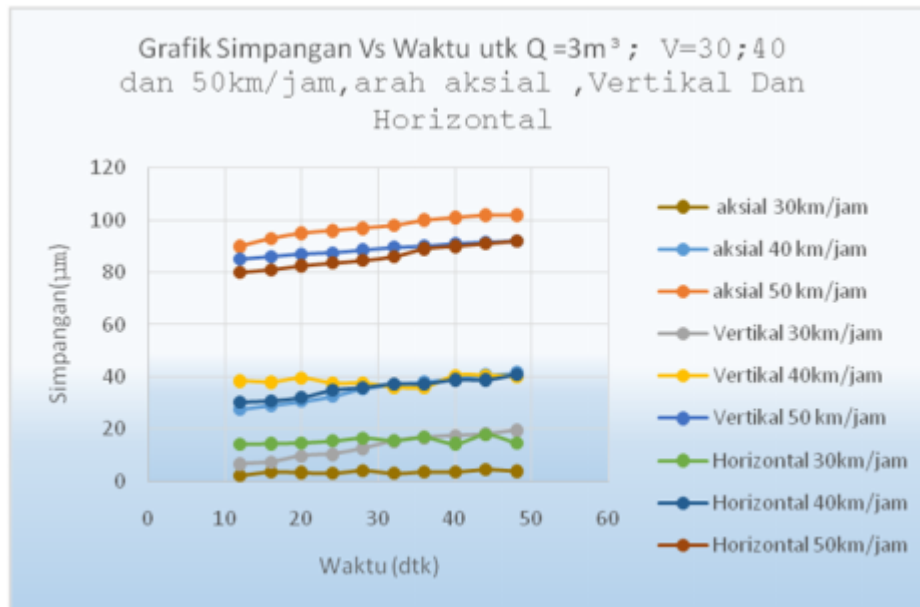
No	Waktu (detik)	Aksial			Vertikal			Horizontal		
		Dis	Vel	Acc	Dis	Vel	Acc	Dis	Vel	Acc
1	12	27,5	0,10	2,75	38,5	0,15	3,25	30,50	0,15	3,00
2	16	29,0	0,20	2,67	38,0	0,20	3,12	31,00	0,20	3,10
3	20	30,5	0,30	2,67	39,5	0,30	3,42	32,25	0,35	3,30
4	24	32,5	0,40	3,02	37,5	0,35	3,50	35,05	0,40	3,45
5	28	35,5	0,40	3,17	37,5	0,40	3,50	36,00	0,40	3,50
6	32	37,0	0,50	3,17	36,0	0,45	4,10	37,50	0,60	3,50
7	36	38,0	0,60	3,22	36,0	0,70	4,17	37,50	0,80	3,60
8	40	39,6	0,85	3,32	40,5	0,75	4,20	39,00	0,90	3,60
9	44	40,6	0,90	3,40	40,5	1,00	4,25	39,00	1,00	3,70
10	48	41,5	1,05	3,60	40,0	1,10	4,25	41,00	1,00	3,80
Rata-rata		35,17	0,53	3,09	38,5	0,54	3,78	35,83	0,58	3,46

Tabel 4.4 Hasil pengukuran respon getaran truk molen kapasitas 3 m³ dengan kecepatan 50 km/jam, pada arah horizontal P-01 ; Aksial P-02 dan vertikal P-03.

No	Waktu (detik)	Aksial			Vertikal			Horizontal		
		Dis	Vel	Acc	Dis	Vel	Acc	Dis	Vel	Acc
1	12	90	2,35	2,17	85	2,10	2,25	80	2,00	2,20
2	16	93	2,45	2,25	86	2,10	2,37	81	2,10	2,32
3	20	95	2,50	2,30	87	2,35	2,47	82,5	2,25	2,45
4	24	96	2,65	2,35	87,5	2,40	2,50	83,5	2,35	2,45
5	28	97	2,65	2,45	88,5	2,65	2,50	84,5	2,45	2,48
6	32	98	2,75	2,60	89,5	2,70	2,60	86	2,50	2,48
7	36	100	2,75	2,70	90	2,70	2,75	89	2,60	2,55
8	40	101	2,80	2,70	91	2,80	2,75	90	2,75	2,55

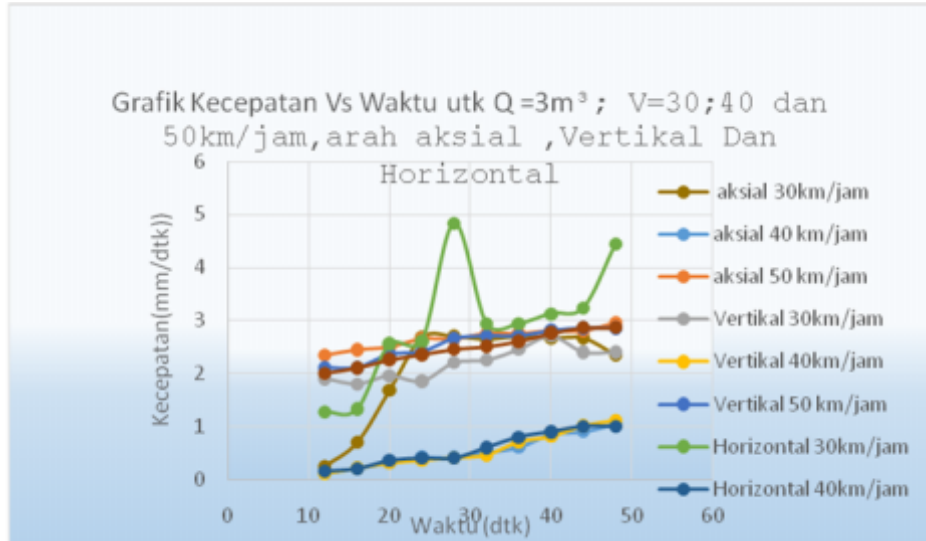
9	44	102	2,80	2,85	91,5	2,85	2,87	91	2,85	2,60
10	48	102	2,95	2,85	92	2,85	2,90	92	2,85	2,75
Rata-rata		97,5	2,67	2,52	88,8	2,55	2,59	85,95	2,47	2,48

Selanjutnya dari Tabel 4.1; 4.2 dan 4.3 dapat diplot data simpangan dengan waktu seperti Gambar 4.4



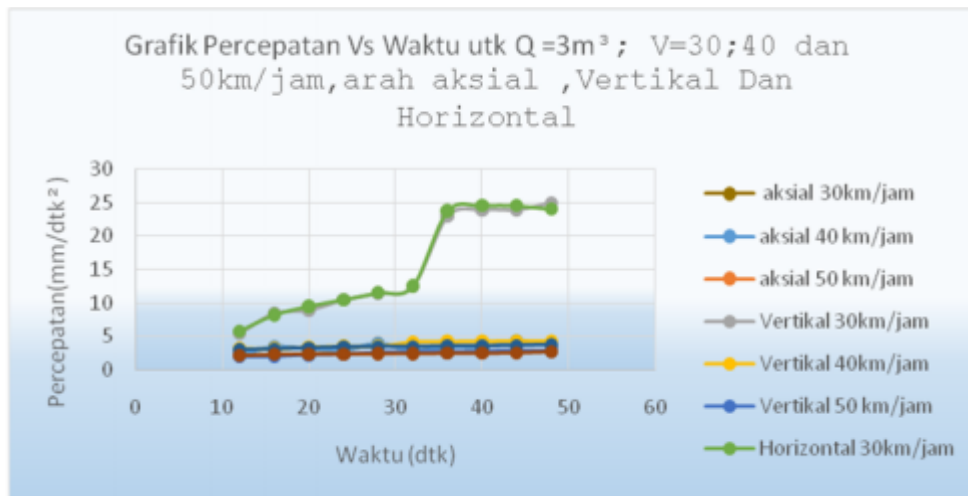
Gambar 4.4 Hubungan Simpangan dengan Waktu pada $Q = 3m^3$; $V = 30 ; 40 ; 50$ km/jam untuk arah aksial, vertikal dan horizontal.

Dari Gambar 4.4 dapat dilihat bahwa untuk kapasitas $Q = 3m^3$; $V = 30 ; 40$ dan 50 km/jam simpangan terbesar diperoleh arah aksial merupakan harga tertinggi 102×10^{-6} m ($102 \mu m$) pada saat detik ke 48 dengan kecepatan 50 km/jam, sedangkan terendah arah aksial $4,5 \times 10^{-6}$ m pada saat detik ke 12 dengan kecepatan 30 km/jam .



Gambar 4.5 Hubungan Kecepatan dengan Waktu pada $Q=3m^3$; $V=30;40;50$ km/jam untuk arah aksial, vertikal dan horizontal

Dari Gambar 4.5 dapat dilihat bahwa untuk kapasitas $Q=3m^3$; $V=30;40$ dan 50 km/jam kecepatan terbesar diperoleh arah horizontal merupakan harga tertinggi 4,45 mm/dtk pada saat detik ke 48 dengan kecepatan 30 km/jam, sedangkan terendah arah aksial 0,1 mm/dtk pada saat detik ke 12 dengan kecepatan 40 km/jam.



Gambar 4. 6 Hubungan Percepatan dengan Waktu pada $Q=3m^3$; $V=30;40;50$ km/jam untuk arah aksial, vertikal dan horizontal

Dari Gambar 4.6 dapat dilihat bahwa untuk kapasitas $Q=3m^3$; $V=30;40$ dan 50 km/jam percepatan terbesar diperoleh arah horizontal merupakan harga tertinggi

24 mm/dtk² pada saat detik ke 48 dengan kecepatan 30 km/jam, sedangkan terendah arah aksial 2,17 mm/dtk² pada saat detik ke 12 kecepatan 50 km/jam.

Tabel 4.7 Hasil pengukuran respon getaran truk molen kapasitas 5 m³ dengan kecepatan 30 km/jam pada arah horizontal P-01 ; Aksial P-02 dan vertikal P-03

No	Waktu (detik)	Aksial			Vertikal			Horizontal		
		Dis	Vel	Acc	Dis	Vel	Acc	Dis	Vel	Acc
1	12	90	2,00	2,65	85	2,15	2,00	80	2,20	1,55
2	16	95	2,10	3,05	85,5	2,15	2,10	81,5	2,55	1,55
3	20	90	2,15	3,25	86	2,25	2,20	83	2,55	1,67
4	24	95	2,25	3,35	87	2,40	2,35	85	2,75	1,67
5	28	98	2,45	3,35	88	2,55	2,45	90	2,95	2,00
6	32	99	2,55	3,50	89	2,75	2,45	92	3,05	2,10
7	36	100	2,70	3,50	90,5	2,95	2,50	95	3,25	2,25
8	40	104	2,95	3,55	92,5	3,05	2,50	97	3,35	2,30
9	44	106	3,05	3,55	96	3,15	2,60	98	3,35	2,40
10	48	107	3,15	3,65	97	3,25	2,70	99	3,45	2,65
Rata-rata		98,4	2,54	3,34	89,65	2,67	2,39	90,05	2,95	2,01

Tabel 4.8 Hasil pengukuran respon getaran truk molen kapasitas 5 m³ dengan kecepatan 40 km/jam pada arah horizontal P-01 ; Aksial P-02 dan vertikal P-03.

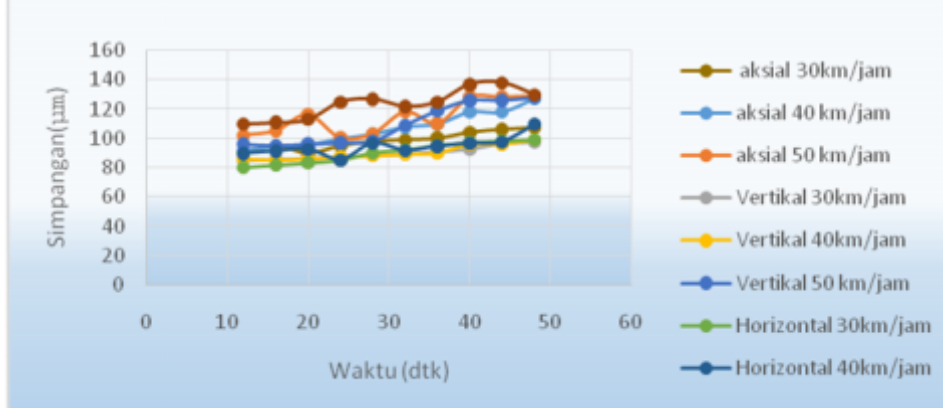
No	Waktu (detik)	Aksial			Vertikal			Horizontal		
		Dis	Vel	Acc	Dis	Vel	Acc	Dis	Vel	Acc
1	12	92	3,00	2,66	86	2,25	2,10	90	2,25	2,55
2	16	95	3,10	3,15	85	3,15	2,20	91,5	2,55	2,55
3	20	96	3,15	3,25	86	2,25	2,20	93	2,55	2,67
4	24	100	3,25	3,35	87	3,40	2,35	85,5	3,25	2,67
5	28	103	4,45	3,36	88	2,55	2,45	97	3,95	3,00
6	32	108	4,55	3,56	89	2,65	2,45	92	3,05	3,10
7	36	110	3,70	3,54	90	2,95	2,70	95	3,25	4,25
8	40	118	3,95	3,55	96	3,25	2,50	97	3,35	4,30

9	44	118	4,05	4,55	96	3,15	2,65	98	3,95	4,40
10	48	127	4,15	4,65	99	4,25	2,70	110	3,95	4,55
Rata-rata		106,7	3,74	3,25	90,2	2,98	2,43	94,9	3,21	3,4

Tabel 4.9 Hasil pengukuran respon getaran truk molen kapasitas 5 m³ dengan kecepatan 50 km/jam pada arah horizontal P-01 ; Aksial P-02 dan vertikal P-03.

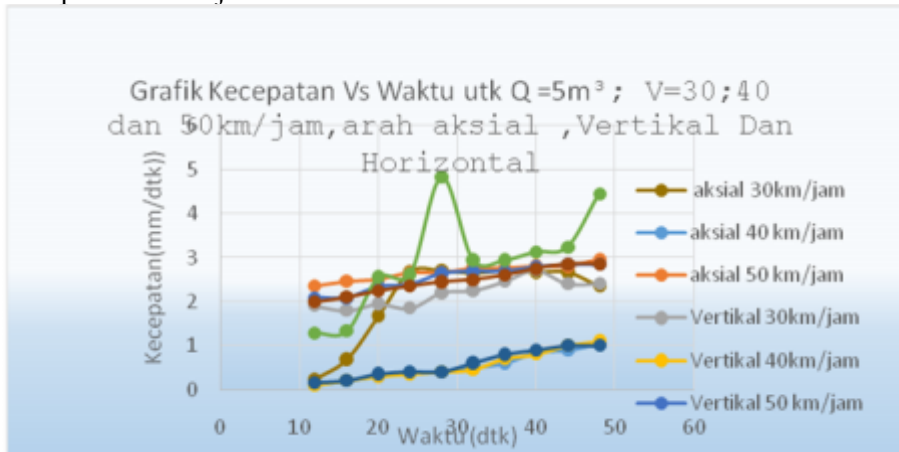
No	Waktu (detik)	Aksial			Vertikal			Horizontal		
		Dis	Vel	Acc	Dis	Vel	Acc	Dis	Vel	Acc
1	12	102	4,00	3,16	96	4,25	3,17	110	4,25	3,55
2	16	105	4,10	3,15	95	4,15	3,26	111	4,55	3,55
3	20	116	4,15	3,25	96	4,25	3,20	113	4,58	3,67
4	24	100	4,25	3,40	97	4,40	3,35	125	4,25	4,67
5	28	103	4,45	3,36	98	4,55	3,45	127	4,95	4,00
6	32	118	4,55	3,56	109	5,15	4,45	122	4,07	4,10
7	36	110	4,70	3,54	119	5,44	4,70	125	4,25	5,25
8	40	128	5,35	3,55	126	5,25	5,50	137	4,35	5,30
9	44	128	5,05	4,55	126	5,15	5,65	138	5,47	4,40
10	48	129	4,15	4,95	128	5,26	5,77	130	5,45	4,59
Rata-rata		113,9	4,47	3,65	109	4,78	4,25	123,8	4,62	4,31

Grafik Simpangan Vs Waktu utk Q=5 m³; V=30;40 dan 50km/jam, arah aksial, Vertikal Dan Horizontal



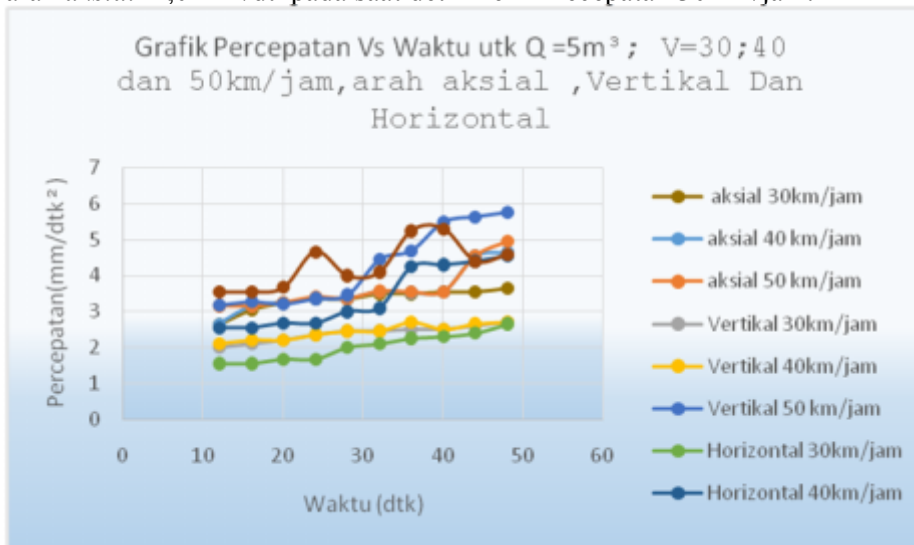
Gambar 4.7 Hubungan Simpangan dengan Waktu pada $Q = 5 \text{ m}^3$; $V = 30 ; 40 ; 50 \text{ km/jam}$ untuk arah aksial, vertikal dan horizontal

Dari Gambar 4.7 dapat dilihat bahwa untuk kapasitas $Q = 5 \text{ m}^3$; $V = 30 ; 40$ dan 50 km/jam Simpangan terbesar diperoleh arah horizontal merupakan harga tertinggi $138 \times 10^{-6} \text{ m}$ ($138 \mu\text{m}$) pada saat detik ke 44 dengan kecepatan 50 km/jam , sedangkan terendah arah aksial $80 \times 10^{-6} \text{ m}$ ($80 \mu\text{m}$) pada saat detik ke 12 kecepatan 30 km/jam .



Gambar 4.8 Hubungan kecepatan dengan Waktu pada $Q = 5 \text{ m}^3$; $V = 30 ; 40 ; 50 \text{ km/jam}$ Untuk arah aksial, vertikal dan horizontal

Dari Gambar 4.8 dapat dilihat bahwa untuk kapasitas $Q = 5 \text{ m}^3$; $V = 30 ; 40$ dan 50 km/jam kecepatan terbesar diperoleh arah horizontal merupakan harga tertinggi 5.47 mm/dtk pada saat detik ke 44 dengan kecepatan 50 km/jam , sedangkan terendah arah aksial $2,0 \text{ mm/dtk}$ pada saat detik ke 12 kecepatan 30 km/jam .



Gambar 4.9 Hubungan Percepatan dengan Waktu pada $Q = 5 \text{ m}^3$; $V = 30 ; 40 ; 50 \text{ km/jam}$ untuk arah aksial, vertikal dan horizontal

Dari Gambar 4.9 dapat dilihat bahwa untuk kapasitas $Q = 5 \text{ m}^3$; $V = 30$; 40 dan 50 km/jam percepatan terbesar diperoleh arah horizontal merupakan harga tertinggi $5,30 \text{ mm/dtk}^2$ pada saat detik ke 40 dengan kecepatan 50 km/jam , sedangkan terendah arah *horizontal* $1,55 \text{ mm/dtk}^2$ pada saat detik ke 12 kecepatan 30 km/jam .

V. KESIMPULAN

Hasil penelitian yang dilaksanakan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pengukuran keseluruhan respon getaran pada *blok mesin penyangga tabung mixer* untuk truk molen berbahan bakarsolar kapasitas 3 m^3 , 5 m^3 pada kecepatan 30 , 40 , 50 km/jam arah aksial, vertikal dan horizontal diperoleh :
 - Simpangan terbesar diperoleh pada kapasitas 5 m^3 arah horizontal dengan harga tertinggi $138 \times 10^{-6} \text{ m}$ ($138 \mu\text{m}$) pada saat detik ke 44 dengan kecepatan 50 km/jam , sedangkan harga terendah arah *aksial* $4,5 \times 10^{-6} \text{ m}$ ($4,5 \mu\text{m}$) pada saat detik ke 12 kecepatan 30 km/jam pada kapasitas 5 m^3
 - Kecepatan terbesar diperoleh pada kapasitas 5 m^3 arah horizontal merupakan harga tertinggi $5,47 \text{ mm/dtk}$ pada saat detik ke 44 dengan kecepatan 50 km/jam , sedangkan terendah arah *aksial* $0,1 \text{ mm/dtk}$ pada saat detik ke 12 kecepatan 40 km/jam .
 - Percepatan terbesar diperoleh pada kapasitas 3 m^3 arah horizontal merupakan harga tertinggi $5,30 \text{ mm/dtk}^2$ pada saat detik ke 40 dengan kecepatan 50 km/jam , sedangkan terendah arah *horizontal* $1,55 \text{ mm/dtk}^2$ pada saat detik ke 12 kecepatan 30 km/jam pada kapasitas 5 m^3
2. Dari standart ISO 10816-3 untuk harga velocity $5,47 \text{ mm/dt}$ getaran pada *blok mesin penyangga tabung mixer* untuk truk molen berbahan bakarsolar kapasitas 3 m^3 , 5 m^3 dengan kategori Mesin Berat (large Machine) dimasukkan pada Zona B berwarna hijau muda, getaran dari mesin baik dan dapat dioperasikan tanpa larangan

DAFTAR KEPUSTAKAAN

Acoustical System And Technologies, Saint Petersburg, Russia, 2004.

Bagiasna, K., “ *Analisis Sinyal Getaran*,” PT. Krakatau Engineering.

Barkov, A. V, Barkova, N.A, “ Artificial Inteligence System For Machine Condition and Diagnosties by vibration,” *Proccedings of the Saint Peterburg*, USA, 199

Bodre, R, ” *The Principles of Vibration theory and Analysis*,” DLI Engineering Corp Bainbridge Island, W A 98110.

B.H Amstead, *Teknologi Mekanik* jilid 1 dan 2, Penerbit Erlangga, 1986.

Dynamometer, < [http://www. Asynchronous dynamometer.com](http://www.Asynchronousdynamometer.com) >

Dynaseq, Monitoring group, 12 Juli 2006, , [http:// www. Dynaseq.co.uk](http://www.Dynaseq.co.uk).

>.Vibration Testing Equipment For “mechanical Teknology”

Jensen, Chenoweth, *Kekuatan Bahan Terapan*, Edisi Keempat, Erlangga, Jakarta 1991.

William W, Seto, “”Getaran Mekanis”” Penerbit Erlangga, 1997.