

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Besar masyarakat Indonesia kebanyakan memelihara ternak. Salah satu ternak yang dipelihara adalah sapi, kerbau, dan kambing. Yang banyak dipelihara yaitu sapi jenis suntikan, *sepertidiamondlimousind*, *braman cross*, *bostaurus* dan *fries holland*. Jenis sapi ini banyak disukai peternak karena pertumbuhannya relative cepat. Disamping itu, dalam pemeliharaannya membutuhkan waktu yang lebih sedikit dibanding dengan sapi jenis lainya, namun kebutuhan pakannya lebih banyak.

harinya. dan pakan tambahan juga harus diberikan untuk menambah gizi agar daging ternak lebih cepat berkembang. Pakan tambahan tersebut seperti bekatul, ramuan, sentrat, ketela, ampas tahu dan lainya. Peternak juga berinisiatif untuk mencampurkan rumput dengan pakan tambahan sebelum dicampur rumput harus dirajang (dicacah) terlebih dahulu, agar dalam proses pencampuran mudah dilakukan. Rumput yang sudah dirajang kemudian dicampur dengan bekatul, potongan ketela, sentrat, sedikit ramuan, garam dan diberi air secukupnya sesuai takaran.

Peternak setiap hari harus menyediakan rumput dalam jumlah yang cukup banyak untuk dirajang sebagai bahan pakan ternak. Dikalangan peternak di Indonesia mencacah rumput masih menggunakan sabit, sehingga apabila rumput dalam jumlah yang cukup banyak maka dibutuhkan waktu dan tenaga yang lebih banyak. Peternak membutuhkan alat bantu agar dalam proses mencacah atau merajang rumput dapat menghemat waktu dan tenaga yang dikeluarkan, sehingga dalam merajang atau mencacah diperlukan waktu yang singkat. Perkembangan teknologi pada masa sekarang ini sangat berkembang dengan pesatnya, banyak metode digunakan untuk mengetahui kelayakan suatu alat untuk dapat dipergunakan.

Getaran merupakan salah satu efek yang terjadi akibat adanya gerak yang diakibatkan adanya perbedaan tekanan dan frekuensi. 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. Sebuah komponen mesin

bisa bergetar dengan kuat, kecil, cepat atau lambat, atau tanpa suara serta menimbulkan panas. Getaran pada motor bensin merupakan faktor yang penting dalam pembuatan detail desain. Motor bensin adalah suatu alat yang memiliki kemampuan untuk merubah energi panas yang dimiliki oleh bahan bakar menjadi energi gerak.

Agar mengurangi resiko terjadinya gesekan pada masing-masing mata pisau. Salah satu cara untuk mengurangi efek getaran pada poros mata pisau dengan menggunakan bantalan, untuk membandingkan perbedaan getaran maka digunakan jenis bantalan Gelinding dan Peluncur.

### ➤ Jenis-jenis bantalan yang dipakai

Pada bantalan ini terjadi gesekan luncur antara poros dan bantalan karena permukaan poros yang berputar bersentuhan langsung dengan bantalan yang diam dan dapat menahan beban tegak lurus dengan poros

Bantalan yang dipakai yaitu:

- a. Bantalan Gelinding (*Ball roller bearing*) adalah salah satu jenis bantalan dengan ciri bola-bola atau ball sebagai elemen pemutarnya.



Gambar 1.1 Bantalan Gelinding

- b. Bantalan peluncur (*Needle Roller Bearing*) adalah jenis bantalan gelinding dengan yang dirancang untuk space yang kecil namun dengan kemampuan yang baik.



Gambar 1.2

## Bantalan Peluncur

### 1.2 Rumusan masalah

Dalam penelitian ini peneliti menggunakan Standart ISO 2372 untuk standart getaran berdasarkan kecepatan sebagai acuan yang dapat dilihat pada gambar berikut.

Dari Gambar 1.1 adalah standart ISO untuk getaran dikategorikan kepada 4 zona yaitu :

Ranges of vibration severity		Examples of quality judgment for separate classes of machines				
Vibration Velocity $V_{rms}$	in/s - peak	mm/s - rms	CLASS I	CLASS II	CLASS III	CLASS IV
	0.015	0.28	A	A	A	A
0.025	0.45	A	A	A	A	
0.039	0.71	A	A	A	A	
0.063	1.12	A	A	A	A	
0.099	1.80	A	A	A	A	
0.154	2.80	B	B	B	B	
0.248	4.50	B	B	B	B	
0.392	7.10	C	C	C	C	
0.617	11.2	D	D	D	D	
0.993	18.0	D	D	D	D	
1.54	28.0	D	D	D	D	
2.48	45.0	D	D	D	D	
3.94	71.0	D	D	D	D	

A - Good  
B - Acceptable  
C - still Acceptable  
D - Not Acceptable

#### ➤ Keteranganukuran:

1. Kelas I mesin berukuran kecil (bertenaga < 20HP)
2. Kelas II mesin berukuran menengah (bertenaga 20 – 100 HP)
3. Kelas III mesin berukuran besar (bertenaga > 100 HP) dipasang pada struktur dan pondasi (bantalan kaku)
4. Kelas IV mesin berukuran besar (bertenaga > 100 HP) dipasang pada struktur dan bantalan fleksible

#### ➤ Keteranganwarna

1. Zona I berwarna hijau, getaran dari mesin sangat baik dan dibawah getaran yang di izinkan.

2. Zona II hijau muda, getaran dari mesin baik dan dapat dioperasikan tanpa larangan.
3. Zona III berwarna merah muda, getaran dari mesin masih dalam batas toleransi dan hanya dioperasikan untuk waktu yang terbatas.
4. Zona IV berwarna merah, getaran dari mesin sudah dalam batas berbahaya dan bias terjadi kerusakan sewaktu-waktu.

### **1.3 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah penelitian yang penulis lakukan meliputi :

1. Mengukur getaran pada bantalan mesin pencacah rumput dengan jenis bantalan gelinding, peluncur pada putaran 1500 rpm dan 1550 rpm untuk kapasitas produk 50 kg/ jam.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

### **1.4.1 Tujuan Umum**

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk menganalisa getaran pada pemakaian variasi bantalan pada mesin pencacah rumput pakan ternak multi fungsi.

### **1.4.2 Tujuan Khusus**

Mendapatkan besarnya vibrasi pada Mesin pencacah rumput pakan ternak multi fungsi berdasarkan time domain arah horizontal, vertikal dan longitudinal dengan menggunakan motor bensin, dengan variasi bantalan gelinding, bantalan peluncur.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari pembuatan mesin pencacah rumput adalah membantu masyarakat dalam proses pengolahan pakan ternak supaya lebih efisien waktu dan tenaga. Mesin pencacah rumput pakan ternak ini dapat memberikan manfaat bagi peternak skala kecil atau skala besar yang dapat meringankan pekerjaan, memudahkan pencacahan rumput sehingga pakan ternak dapat terpenuhi.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Defenisi Mesin Pencacah Rumput Pakan Ternak**

Mesin ini merupakan mesin serbaguna untuk perajang hijauan, khususnya digunakan untuk merajang rumput pakan ternak. Pencacahan ini dimaksudkan untuk mempermudah ternak dalam memakan, disamping itu juga untuk memperirit rumput. Mesin pencacah rumput pakan ternak hasil modifikasi ini menggunakan motor bensin sebagai sumber tenaga penggerak. Mesin ini mempunyai system transmisi tunggal yang berupa sepasang pulley dengan perantara v-belt. Saat motor bensin dinyalakan, maka putaran motor bensin akan langsung ditransmisikan ke pulley yang dipasang seporos dengan motor bensin. Mesin pencacah rumput ini terdapat beberapa bagian utamaseperti; motor penggerak, poros, casing, system transmisi dan pencacah rumput.

#### **2.2. Getaran**

Getaran adalah gerakan bolak-balik dalam suatu interval waktu tertentu. getaran berhubungan dengan gerak osilasi benda dan gaya yang berhubungan dengan gerak tersebut. Semua benda yang mempunyai massa dan elastisitas mampu bergerak, jadi kebanyakan mesin dan struktur rekayasa (engineering) mengalami gerakan sampai derajat tertentu dan rancangannya biasanya memerlukan pertimbangan sifat osilasinya. Vibrasi dapat terjadi karena adanya massa, kekakuan, dan gaya yang berasal dari dalam (gaya yang dihasilkan oleh mesin tersebut), serta gaya yang berasal dari luar mesin. pada suatu pemesinan, vibrasi yang berlebih disebabkan oleh gaya yang berubah baik besar maupun arahnya. Kondisi mesin dan masalah mekanikal yang terjadi pada mesin-mesin berputar dapat ditentukan dengan pengukuran karakteristik vibrasi. Gerakan setiap getaran tentu mempunyai kecepatan yang berbeda. Angka yang menyatakan banyaknya getaran dalam setiap detik disebut frekuensi. Jadi frekuensi suatu getaran adalah banyaknya getaran yang dilakukan oleh suatu benda dalam setiap detik (sekon) atau dapat dikatakan satuan dari frekuensi adalah herzt (Hz). Banyak pengertian tentang getaran yang dikemukakan oleh para ahli, pendapat-pendapat tersebut antara lain:

1. Menurut J.M Harrington, getaran adalah gerakan osilasi disekitar sebuah titik.
2. Menurut J.F Gabriel, vibrasi adalah getaran, yang dapat disebabkan oleh getaran udara atau getaran mekanik, misalnya mesin atau alat-alat mekanisme lainnya

### **2.2.1. Karakteristik Getaran**

Kondisi suatu mesin dan masalah-masalah mekanik yang terjadi dapat diketahui dengan mengukur karakteristik getaran pada mesin tersebut. Karakteristik-karakteristik getaran yang penting antara lain.

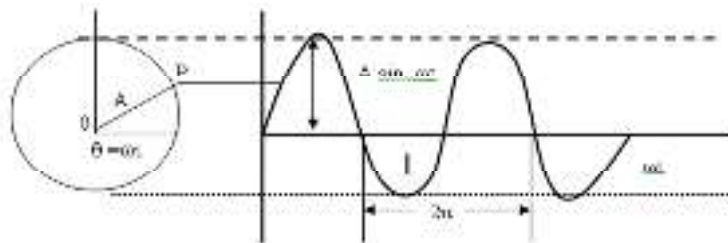
1. Frekuensi getaran
2. Perpindahan getaran (*vibration displacement*)
3. Kecepatan getaran (*vibration velocity*)
4. Percepatan getaran (*vibration acceleration*)
5. Phase getaran

### **2.2.2. Jenis Getaran**

1. Getaran Bebas (*free Vibration*)

Getaran bebas terjadi jika sistem beresonansi karena bekerjanya gaya yang ada dalam sistem itu sendiri (interent) dan apabila tidak ada gaya luar yang bekerja. Secara umum gerak harmonik dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$x = A \sin 2\pi t / \tau$$



Gambar 2.1 Gerak harmonik sebagai proyeksi suatu titik yang bergerak pada lingkaran. Gerak harmonik sering dinyatakan sebagai proyek suatu titik yang bergerak melingkar dengan kecepatan yang tetap pada suatu garis lurus seperti terlihat pada gambar 2.1 dengan kecepatan sudut dari OP sebesar  $\omega$ , maka perpindahan simpangan  $x$  dapat dituliskan sebagai :

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

Oleh karena gerak berulang dalam  $2\pi$  radian, maka didapat :

$$\omega = 2\pi / T = 2\pi \cdot f \quad (2.3)$$

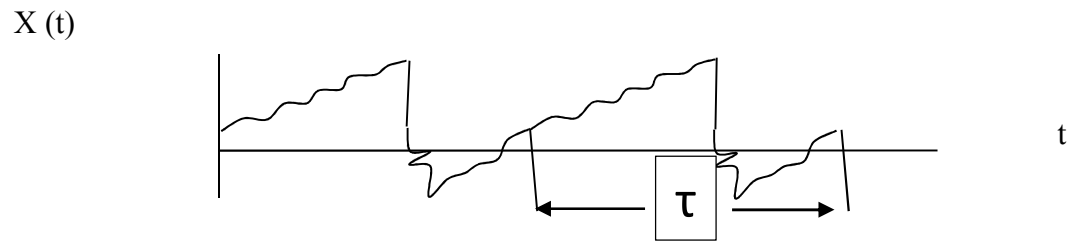
dengan menggunakan nota titik untuk turunannya, maka didapat :

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

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

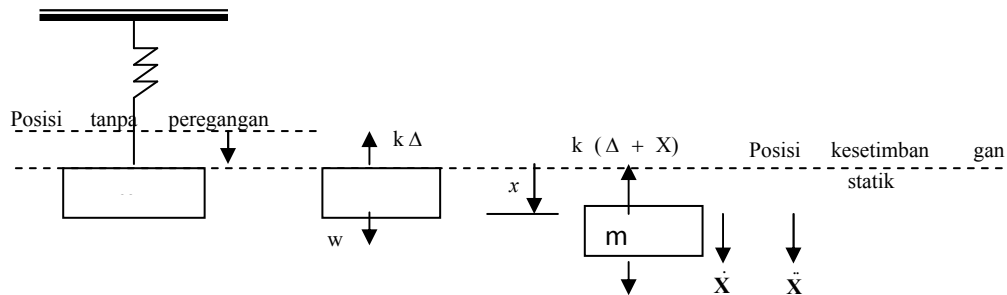
Sistem yang bergetar bebas akan bergetar pada satu atau lebih frekuensi naturalnya yang merupakan sifat dinamika yang dibentuk oleh distribusi massa dan kekakuannya. Pada getaran biasanya beberapa frekuensi yang berbeda ada secara bersama-sama. Sebagai contoh, getaran diawali bila terdiri dari frekuensi dasar  $f$  dan semua harmoniknya  $2f$ ,  $3f$  dan seterusnya. Contoh lain adalah getaran bebas sistem dengan banyak derajat kebebasan,

dimana getaran pada tiap frekuensi natural memberi sumbangannya. Getaran semacam ini menghasilkan bentuk gelombang kompleks yang diulang secara periodic seperti gambar berikut:



Gambar 2.2 Gerak periodeic dengan periode  $\tau$

Berkaitan dengan latarbelakang diatas, penelitian ini mengkaji tentang analisa 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 2.2 terlihat perubahan bentuk pegas pada posisi kesetimbangan adalah  $\Delta$  dan gaya pegas adalah  $\Delta$  yang sama dengan gaya gravitasi yang bekerja pada massa  $m$ .

$$K\Delta = w = mg \tag{2.6}$$

Hukum Newton II untuk gerak pada massa ( $m$ ) :



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

dan karena  $k\Delta = w$ , maka diperoleh :

$$m \ddot{x} = -kx \quad (2.8)$$

Frekuensi lingkaran  $\omega_n^2 = k/m$ , sehingga persamaan (2.8) dapat ditulis :

$$\ddot{x} + \omega_n^2 x = 0 \quad (2.9)$$

Sehingga persamaan umum persamaan differensial linier orde kedua yang homogen :

$$X = A \sin \omega_n t + \beta \cos \omega_n t \quad (2.10)$$

Periode natural osilasi dibentuk dari :

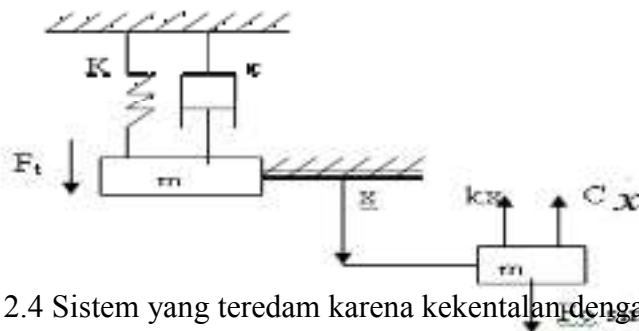
$$\omega_n \tau = 2\pi \text{ atau } \tau = 2\pi \sqrt{m/k} \quad (2.11)$$

dan frekwensi natural adalah :

$$f_n = 1/\tau = 1/2\pi \sqrt{k/m} \quad (2.12)$$

## 2. Getaran Paksa (*Forced Vibration*)

Eksitasi harmonik sering dihadapi dalam sistem rekayasa yang biasanya dihasilkan oleh ke tidak seimbangan pada mesin –mesin yang berputar. Eksitasi harmonic dapat berbentuk gaya atau simpangan beberapa titik dalam sistem. Getaran yang terjadi karena rangsangan gaya luar disebut getaran paksa.



Gambar 2.4 Sistem yang teredam karena kekentalan dengan eksitasi harmonik.

Persamaan differensialnya adalah :

$$m \ddot{x} + c \dot{x} + kx = F_0 \sin \omega t \quad (2.13)$$

Solusi khusus persamaan keadaan tunak (*steady state*) dengan frekwensi  $\omega$  yang sama dengan frekuensi eksitasi dapat diasumsikan berbentuk :

$$x = X \sin (\omega t - \Phi) \quad (2.14)$$

dengan  $x$  adalah amplitude osilasi dan  $\phi$  adalah perbedaan fase simpangan terhadap gaya eksitasi, sehingga diperoleh :

$$x = \frac{fo}{\sqrt{(k - m \omega^2)^2 + (c \omega)^2}} \quad (2.15)$$

dan,

$$\phi = \tan^{-1} \cdot \frac{c \omega}{k - m \omega^2} \quad (2.16)$$

$$\tan \phi = \frac{c \omega / k}{1 - m \omega^2 / k} \quad (2.17)$$

Persamaan-persamaan selanjutnya dapat dinyatakan dalam besaran-besaran sebagai berikut :

$$\omega_n = \sqrt{k / m} = \text{frekuensi osilasi tanpa redaman.}$$

$$C_c = 2 m \omega_n = \text{redaman kritis.}$$

$$\zeta = C / C_e = \text{factor redaman}$$

$$C \omega / k = C / C_e = C_e \omega / k = 2 \zeta = \frac{w}{\omega_n}$$

Jadi persamaan amplitudo dan fasa yang non dimensional akan menjadi :

$$\frac{Xk}{Fo} = 1 / \sqrt{\left(1 - \left(\frac{w}{\omega_n}\right)^2\right)^2 + \left(2 \zeta \left(\frac{w}{\omega_n}\right)\right)^2} \quad (2.18)$$

$$\tan \phi = \frac{2 \zeta (w / \omega_n)}{1 - (w / \omega_n)^2} \quad (2.19)$$

Maka keterangan :

$$\omega = \text{Kecepatan sudut (rad/s)}$$

### 2.3. Motor Bensin

Motor Bensin adalah suatu alat yang memiliki kemampuan untuk merubah energi panas yang dimiliki oleh bahan bakar menjadi energi gerak. Berdasarkan fungsinya maka terminologi bensin pada Caterpillar biasa digunakan sebagai sumber tenaga atau penggerak utama (*Prime Power*) pada Machine, Generator-Set, Kapal (*Marine*) ataupun berbagai macam peralatan industri lainnya. Pemanasan udara, digabungkan dengan induksi bahan bakar menghasilkan pembakaran, yang menciptakan gaya yang diperlukan untuk

menjalankan engine. Udara, yang berisi oksigen, diperlukan untuk membakar bahan bakar. Bahan bakar menghasilkan tenaga. Saat dikabutkan, bahan bakar terbakar dengan mudah dan dengan efisien. Bahan bakar harus terbakar dengan cepat, dalam proses yang teratur untuk menghasilkan tenaga panas.

Udara + Bahan Bakar + Panas = Pembakaran  
Pembakaran ditentukan oleh tiga hal, yaitu:

- Volume udara
- Jenis bahan bakar yang digunakan
- Jumlah campuran bahan bakar dan udara.

## **BAB III**

### **B METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Mesin**

##### **3.1.1 Mesin Pencacah Rumput**



Gambar 3.1 Rancangan Mesin Pencacah Rumput Pakan Ternak

Keterangan gambar :

- |                                 |                          |
|---------------------------------|--------------------------|
| 1. Mesin penggerak              | 4. Pully                 |
| 2. Sabuk pully                  | 5. Tutup Ruang Cacah     |
| 3. Rangka mesin Pencacah Rumput | 6. Corong Keluar Cacahan |

### 3.2. Alat

1. Vibrometer

Untuk melakukan pengukuran terhadap tingkat vibrasi yang terjadi pada dudukan mesin generator digunakan instrumen pengukur sinyal vibrasi, yaitu vibro meter digital. Handheld 908B. Seting instrumen pengukur vibrasi ini dilakukan pada saat akan melakukan pengukuran sinyal vibrasi



Gambar 3.2 Vibrometer

Keteranggambar :

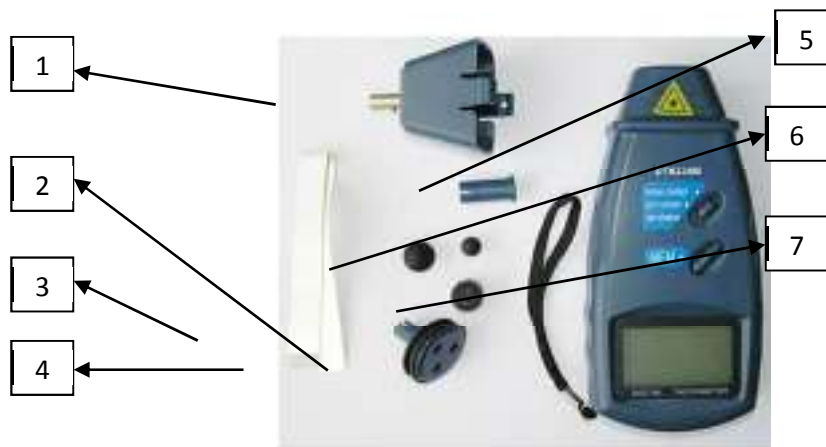
1. Power key
2. Sound key
3. Filter key
4. Input connector
5. Held key
6. Function key
7. Acceleromotor
8. Metric imperial conversion key
9. Battery coverico compertmeant
10. Jack for RS 232C interface
11. Display
12. Jack for the headphone

## 2. Tachometer

Kata tachometer berasal dari kata Yunani *tachos* yang berarti kecepatan dan metron yang berarti untuk mengukur. Tachometer adalah sebuah alat pengujian yang dirancang untuk

mengukur kecepatan putaran rotasi dari suatu objek, seperti alat pengukur dalam sebuah mobil yang mengukur *Revolution Per Minute* (RPM) dari poros engkol mesin. Perangkat ini pada masa sebelumnya dibuat dengan dial, jarum yang menunjukkan pembacaan saat ini dan tanda-tanda yang menunjukkan tingkat yang aman dan berbahaya. Pada masa kini telah diproduksi tachometer digital yang memberikan pembacaan numerik tepat dan akurat dengan hasilnya ditampilkan pada layar LCD berupa angka dibandingkan dengan menggunakan dial dan jarum.

Prinsip kerja alat ini adalah dari inputan data berupa putaran diubah oleh sensor sebagai suatu nilai frekuensi kemudian frekuensi tersebut dimasukkan kedalam rangkaian *frekuensi to voltage converter* ( $f$  to  $V$ ) hasil keluarannya berupa tegangan, yang kemudian digunakan untuk menggerakkan jarum pada tachometer analog atau dimasukkan ke *analog to digital converter* (ADC) pada tachometer digital untuk diubah menjadi data digital dan ditampilkan pada display



Gambar 3.3 Tachometer Digital

Keterangan gambar :

1. Contact measuring device
2. Battery compartment
3. Surface speed wheel adapter
4. Digital LCD screen
5. Shock Pulse Meter

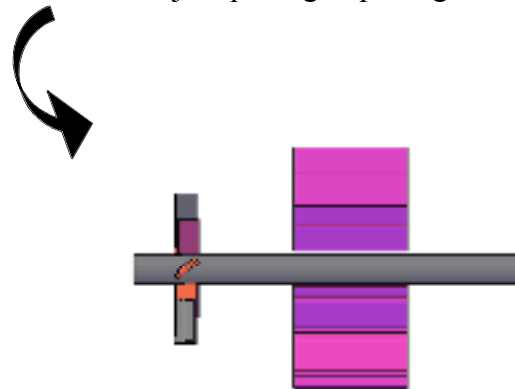
6. Measure button
7. Memory call butto

### 3.3 Mata Pisau

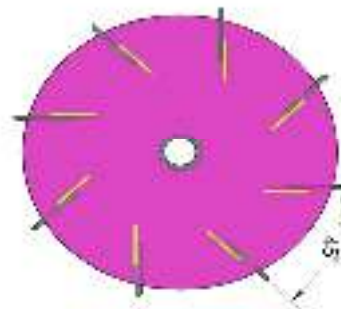
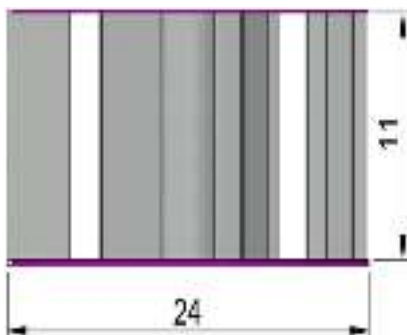
Menurut Sutowo et al. (2011) untuk mencacah rumput pakan ternak dibutuhkan pisau potong, dimana pisau potong yang digunakan haruslah mempunyai kekuatan serta ketajaman yang sesuai agar dapat mencacah rumput menjadi potongan-potongan kecil.



*Mata pisau*



*Pand. Atas Mata pisau*



*Pandangan depan Mata pisau*

*Pand. Atas Mata pisau*

### ***Gambar 3.4. mata pisau***

#### **3.4. Motor Bensin**

Mesin bensin atau mesin otto dari Nikolaus otto adalah sebuah tipe mesin pembakaran dalam yang menggunakan nyala busi untuk proses pembakaran, dirancang untuk menggunakan bahan bakar bensin atau yang sejenis.



Gambar 3.5 Motor Bensin

Spesifikasi:

Tipe mesin : Tipe Mesin Air Cooled, 4 stroke, OHV, 25° inclinde, single cylinder, horizontal shaft

Isi Silinder : 163 cm<sup>3</sup>

Diameter x langkah: 68.0 x 45.0 mm

Rasio Kompresi : 9.0 : 1

Tenaga Output Kotor : 4kW (5.5HP)/3600 rpm

Tenaga Output Bersih: 3.6 kW (4.8 HP)/3600 rpm

Torsi Maksimum : 10.3 N.m (1.05 kgf.m 7.6 lbf.ft)/2500 min-1 rpm

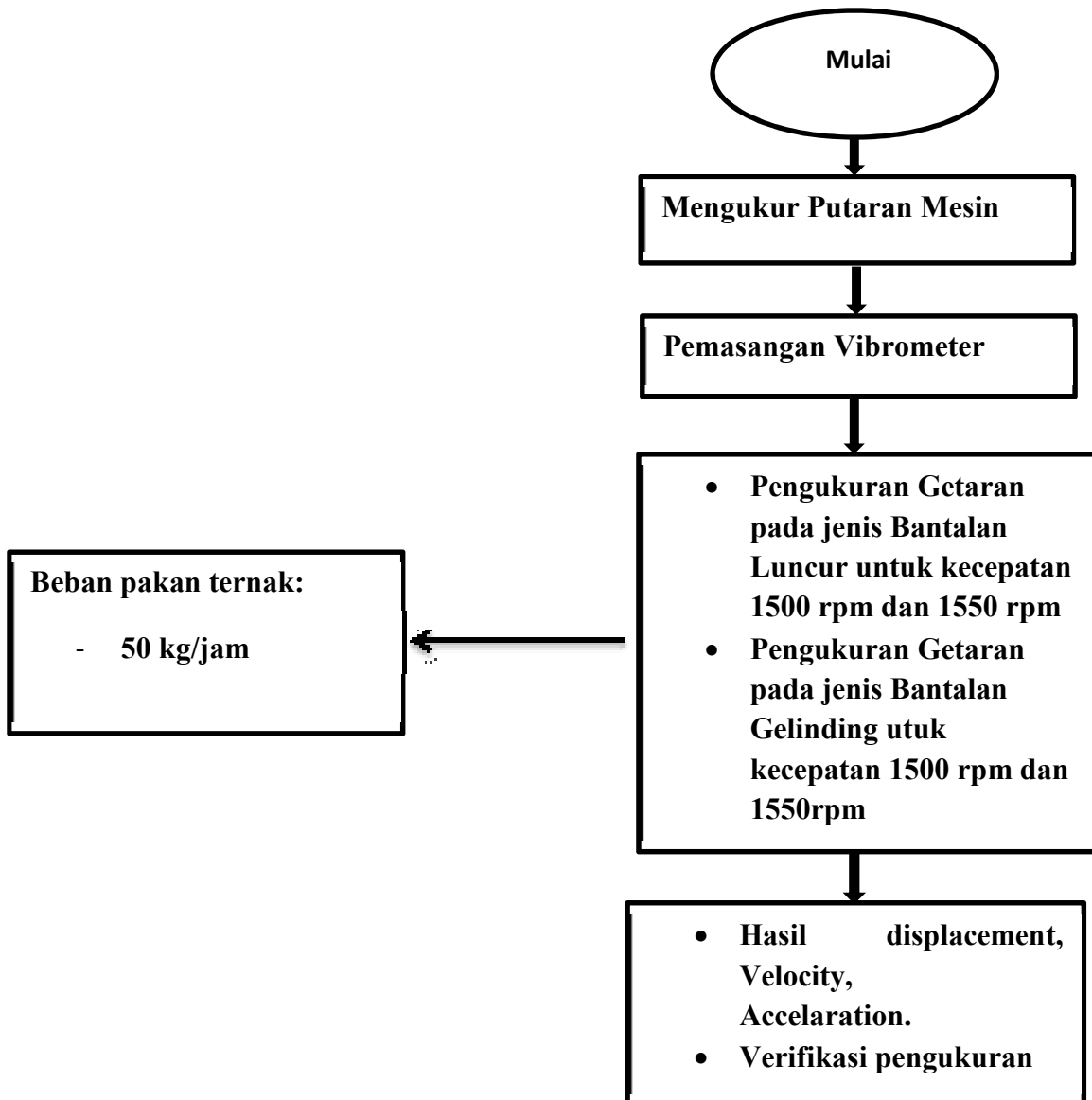
Kapasitas Tangki Bahan Bakar : 3.1 *Liters Gasoline Oktan 86 or higher*

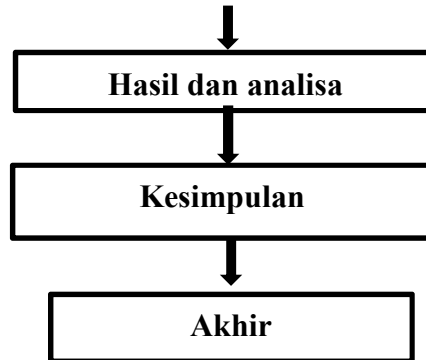


Sistem Pengapian : *transistorized Magneto Ignition*  
Tipe Busi : BPR6ES, (NGK) W20EPR-U(DENSO)  
Sistem Penyalaan : *Recoil starter*  
Pembersih Udara : *Semi dry type*

### 3.5. Diagram Alir Penelitian

Secara garis besarnya, metodenelitian ini dapat digunakan seperti pada diagram alir dibawah ini ;





### 3.6. Tempat Dan Waktu Penelitian

Tempat pelaksanaan pembuatan alat mesin pencacah rumput dilakukan Laboratorium Proses Produksi Fakultas Teknik prodi Mesin Universitas HKBP Nommensen Medan.

Waktu analisis dan penyusunan tugas akhir ini diperkirakan selama 2 bulan sampai dinyatakan selesai oleh pembimbing.

Table 3.1 Jadwal Penelitian

NO	UraianKegiatan	Jadwal/Bulan							
		Tahun 2021			Tahun 2022				
		10	11	12	1	2	3	4	5
1	Pengajuan judul	■	■						
2	Studi literature		■	■					
3	Perumusan masalah		■	■					
4	Pembuatan desain mesin			■	■				
5	Pengumpulan data penelitian				■	■			
6	Penyusunan skripsi					■			
7	Sidang / Sarjana					■	■		

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Analisa dan Perhitungan

Tabel 4.1 Pengukuran hasil respon getaran pada bantalan gelinding dengan putaran 1500 rpm dengan beban kapasitas rumput 50 kg.

No	Waktu (detik)	Longitudinal			Vertikal			Horizontal		
		Dis x $\mu\text{m}$	Vel $\dot{x}$ mm/s	Acc $\ddot{x}$ mm/s <sup>2</sup>	Dis x Mm	Vel $\dot{x}$ mm/s	Acc $\ddot{x}$ mm/s <sup>2</sup>	Dis x $\mu\text{m}$	Vel $\dot{x}$ mm/s	Acc $\ddot{x}$ mm/s <sup>2</sup>
1	10	21.5	0.75	2.37	31.8	0.86	2.95	24.50	0.85	2.75
2	20	22.4	0.90	2.39	32.0	0.90	2.85	25.00	0.90	2.80
3	30	24.5	1.04	2.40	32.5	1.00	3.02	26.25	1.05	2.90
4	40	25.6	1.10	2.62	31.5	1.05	3.10	28.05	1.10	3.05
5	50	29.5	1.17	2.87	31.5	1.10	3.10	29.00	1.10	3.20
6	60	30.0	1.26	2.89	30.0	1.15	3.70	30.50	1.20	3.26
7	70	31.7	1.30	2.91	30.0	1.30	3.87	31.50	1.40	3.37

8	80	32.6	1.55	3.02	33.5	1.40	3.90	32.00	1.60	3.34
9	90	34.6	1.60	3.10	34.9	1.68	3.85	32.00	1.70	3.40
10	100	36.7	1.65	3.27	34.0	1.80	3.99	37.06	2.78	3.47
Rata-rata		28.91	1.232	2.784	32.17	1.224	3.433	29.58	1.368	3.154

Tabel 4.1 Pengukuran hasil respon getaran pada putaran 1500 rpm mesin pencacah rumput dengan beban 50 kg.

Harga responden getaran pada Tabel 4.1 adalah penjumlahan harga rata-rata yang didapat dari pengukuran langsung simpangan, kecepatan dan percepatan dibagijumlah 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 kepers 4.3 akan didapat :

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

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)

$$\text{Sehingga didapat : } \frac{x}{\sin \omega t} = \frac{\dot{x}}{\omega \cos \omega t} = \frac{\ddot{x}}{\omega^2 \sin \omega t}$$

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

$$\text{Maka: } \omega t = \text{arc. tan } \frac{x \omega}{\dot{x}} \quad (4.7)$$

Kecepatan sudut untuk masing-masing arah dapat dihitung dari Tabel 4.1 yaitu :

1. Arah longitudinal

Diketahui rata-rata :

$$\text{Acc } \ddot{x} = 2.784 \text{ mm/s}^2$$

$$\text{Dis } x = 2.891 \text{ } \mu\text{m}$$

$$\text{Kecepatan sudutnya : } \vec{\omega} = \sqrt{\frac{\ddot{x}}{x}} = \frac{\sqrt{2.784 \times 10^{-2}}}{28.91 \times 10^{-6}} = \sqrt{962,988}$$

$$= 31,0320 \text{ rad/s}$$

$$\vec{\omega} t = \text{arc. tan } \frac{x \vec{\omega}}{\dot{x}} = \text{arc. tan } \frac{28,91 \times 10^{-6}}{1,232 \times 10^{-2}} \times 31,0320$$

$$= \text{arc tan } 0,0728 = 4,1637 \text{ rad/s}$$

Sehingga diperoleh perioda:

$$t = \frac{\omega t}{\omega} = \frac{4,1637}{31,0320} = 0,1341 \text{ s}$$

Amplitudo adalah  $A = \frac{x}{\sin \omega t}$

$$A = \frac{28,91 \times 10^{-6}}{\sin 31,0320 \times 0,1341} = 3,98 \times 10^{-4} \text{ m}$$

2. Arah Vertikal

$$\text{Kecepatan sudutnya : } \vec{\omega} = \sqrt{\frac{\bar{x}}{X}} = \frac{\sqrt{3,4333 \times 10^{-2}}}{32,17 \times 10^{-6}} = \sqrt{1,067,2365}$$

$$= 1,032 \text{ rad/s}$$

$$\vec{\omega} t = \arctan \frac{X \vec{\omega}}{X} = \arctan \frac{32,17 \times 10^{-6}}{1,224 \times 10^{-2}} \times 1,032$$

$$= \arctan 0,0027 = 0,1546 \text{ rad/s}$$

Sehingga diperoleh perioda:

$$t = \frac{\omega t}{\omega} = \frac{0,1546}{1,032} = 0,1498 \text{ s}$$

Amplitudo adalah  $A = \frac{x}{\sin \omega t}$

$$A = \frac{32,17 \times 10^{-6}}{\sin 1,032 \times 0,1498} = 35,22 \times 10^{-4} \text{ m}$$

3. Arah horizontal

$$\text{Kecepatan sudutnya : } \vec{\omega} = \sqrt{\frac{\bar{x}}{x}} = \frac{\sqrt{3,154 \times 10^{-2}}}{29,58 \times 10^{-6}} = \sqrt{1,066}$$

$$= 1,0324$$

$$\vec{\omega}t = \text{arc. tan} \frac{x\vec{\omega}}{x} = \text{arc. tan} \frac{29,58 \times 10^{-6}}{1,368 \times 10^{-2}} \times 1,0324$$

$$= \text{arc tan } 0,0022 = 0,1260 \text{ rad/s}$$

Sehingga diperoleh perioda:

$$t = \frac{\varpi t}{\varpi} = \frac{0,1260}{1,0324} = 0,1220 \text{ s}$$

$$\text{Amplitudo adalah } A = \frac{x}{\text{Sin } \varpi t}$$

$$A = \frac{29,58 \times 10^{-6}}{\sin 1,0324 \times 0,1220} = 134,5 \times 10^{-4} \text{ m}$$

Tabel 4.2 Nilai masing-masing arah amplitudo.

Simbol	Arah		
	Longitudinal	Vertikal	Horizontal
$\varpi$ (rad/s)	31,0320	1,032	1,0324
$\varpi t$ (rad)	4,1637	0,1546	0,1260
t (s)	0,1341	0,1498	0,1220
A (m)	$3,98 \times 10^{-4}$	$35,22 \times 10^{-4}$	$134,5 \times 10^{-4}$

Dari Tabel 4.1 diatas dapat diperoleh *simpangan* dari rumus :

$$\text{Arah Longitudinal : } x = A \sin \omega \tau = 3,98 \times 10^{-4} \sin 4,1637 \tau$$

$$\dot{x} = A\omega \cos \omega \tau = 123,5 \times 10^{-4} \cos 4,1637 \tau$$

$$\ddot{x} = -\omega^2 A \sin \omega \tau = 0,383 \times 10^{-4} \sin 4,1637 \tau$$

$$\text{Arah vertikal : } y = A \sin \omega \tau = 35,22 \times 10^{-4} \sin 0,1546 \tau$$

$$\dot{y} = A\omega \cos \omega \tau = 36,34 \times 10^{-4} \cos 0,1546 \tau$$

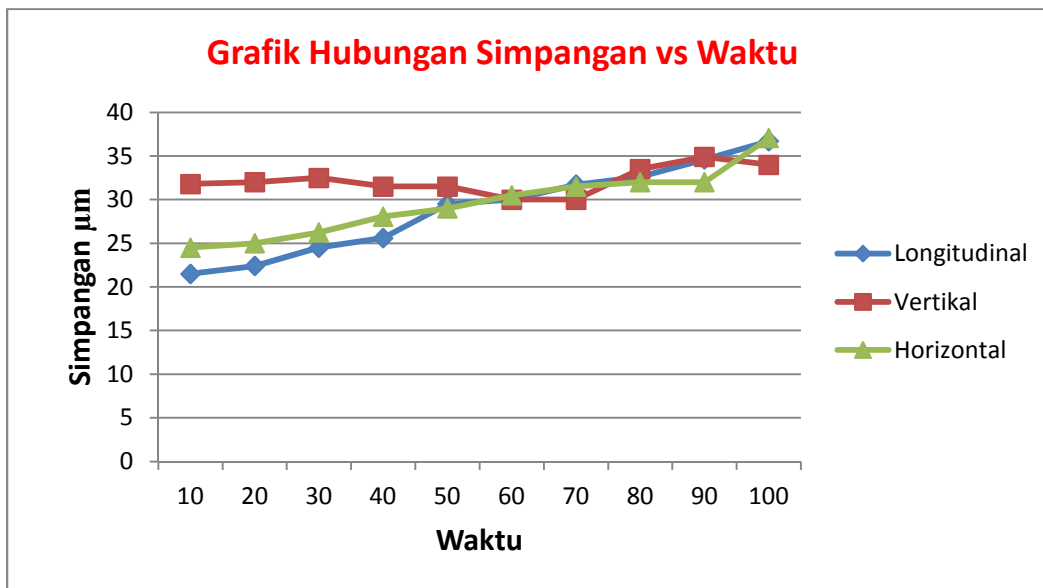
$$\ddot{y} = -\omega^2 A \sin \omega \tau = 0,0037 \sin 0,1546 \tau$$

$$\text{Arah horizontal : } z = A \sin \omega \tau = 134,5 \times 10^{-4} \sin 0,1260 \tau$$

$$\dot{z} = A\omega \cos \omega \tau = 138,8578 \times 10^{-4} \cos 0,1260 \tau$$

$$\ddot{z} = -\omega^2 A \sin \omega \tau = 0,0143 \sin 0,1260 \tau$$

A. Hubungan antara simpangan dengan waktu dapat dilihat pada grafik berikut

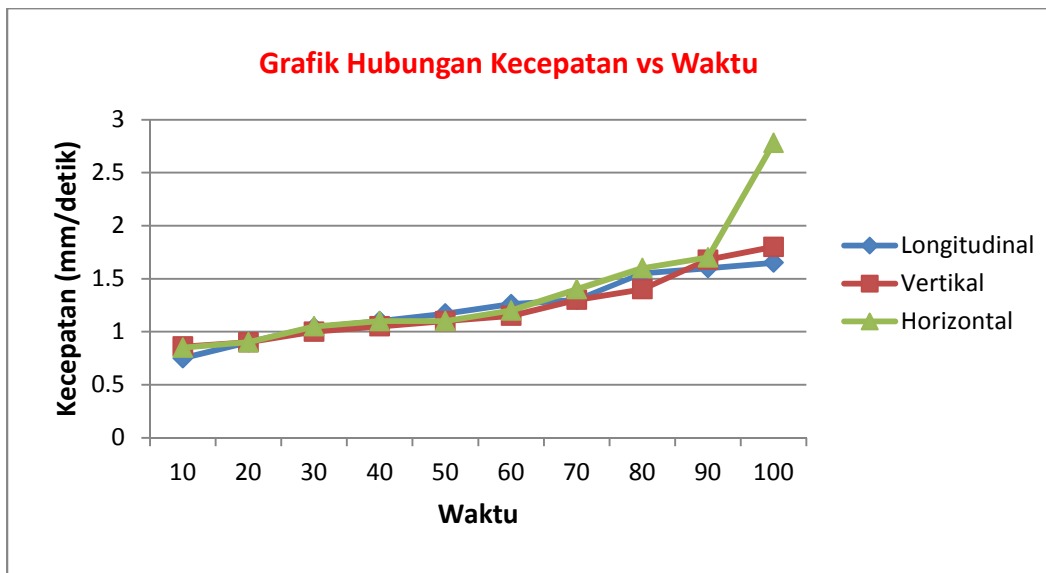


Gambar 4.1 Grafik hubungan simpangan (*displacement*) vs waktu pada Bantalan Gelinding dengan beban 50 kg untuk putaran 1500 rpm.



Dari gambar 4.1 grafik hubungan simpangan dengan waktu pada Bantalan Gelinding dengan beban 50 kg dengan putaran 1500 rpm simpangan pada arah vertikal merupakan arah tertinggi dengan nilai 34,9  $\mu\text{m}$  pada saat detik 100 sedangkan simpangan arah longitudinal dengan nilai 36,7 pada detik 100 dan arah horizontal dengan nilai 37,06 pada detik 100 detik.

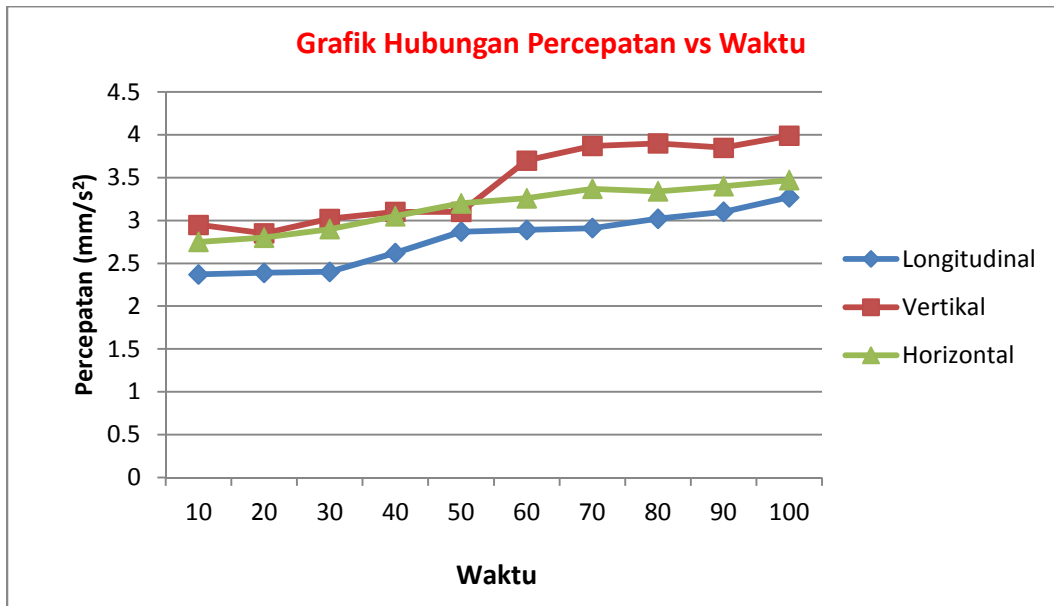
B. Hubungan antara kecepatan dengan waktu dapat dilihat pada grafik berikut :



Gambar 4.2 Grafik hubungan kecepatan (*velocity*) vs waktu pada Bantalan Gelinding beban 50 kg untuk putaran 1500 rpm.

Dari gambar 4.2 grafik hubungan simpangan dengan waktu pada Bantalan Gelinding dengan beban 50 kg dengan putaran 1500 rpm simpangan pada arah vertikal merupakan arah tertinggi dengan nilai 1,68  $\mu\text{m}$  pada saat detik 100 sedangkan simpangan arah longitudinal dengan nilai 1,65 pada detik 100 dan arah horizontal dengan nilai 2,78 pada detik 100.

C. Hubungan antara percepatan dengan waktu dapat dilihat pada grafik berikut :



Gambar 4.3 Grafik hubungan percepatan (*acceleration*) vs waktu pada Bantalan Gelinding dengan beban 50 kg untuk putaran 1500 rpm.

Dari gambar 4.3 grafik hubungan simpangan dengan waktu pada Bantalan Gelinding dengan beban 50 kg dengan putaran 1500 rpm simpangan pada arah vertikal merupakan arah tertinggi dengan nilai 3,99  $\mu\text{m}$  pada saat detik 100 sedangkan simpangan arah longitudinal dengan nilai 3,27 pada detik 100 dan arah horizontal dengan nilai 3,47 pada detik 100.

Tabel 4.3 Pengukuran hasil responden getaran pada bantalan gelinding dengan putaran rpm 1550 rpm dengan beban kapasitas srumput 50 kg.

No	Waktu (detik)	Longitudinal			Vertikal			Horizontal		
		Dis x μm	Vel $\dot{x}$ mm/s	Acc $\ddot{x}$ mm/s <sup>2</sup>	Dis x μm	Vel $\dot{x}$ mm/s	Acc $\ddot{x}$ mm/s <sup>2</sup>	Dis x μm	Vel $\dot{x}$ mm/s	Acc $\ddot{x}$ mm/s <sup>2</sup>
1	10	35.5	1.87	2.89	36.3	1.250	1.50	29.5	1.35	1.98
2	20	37.4	2.40	2.91	38.4	1.425	1.40	31.5	1.25	2.03
3	30	38.0	2.28	2.92	37.5	1.550	1.65	33.0	1.50	2.16
4	40	40.5	2.28	2.78	44.0	1.425	1.45	33.5	0.75	2.31
5	50	41.0	2.40	3.40	48.0	1.525	1.95	35.5	0.85	2.43
6	60	43.0	2.25	2.54	46.5	1.375	1.95	35.5	1.15	2.54
7	70	42.0	2.30	3.21	46.8	1.275	2.00	43.0	1.45	2.54
8	80	45.5	2.27	3.11	48.0	1.675	2.30	38.0	1.50	2.93
9	90	47.0	2.37	3.06	46.8	1.475	2.10	38.0	1.60	2.94
10	100	50.0	2.40	3.50	48.7	1.575	2.10	39.0	1.80	3.05
Rata-rata		41.99	2.282	3.032	44.1	1.455	1.84	35.65	1.32	2.491

Hasil responden getaran pada Tabel. 4.3 adalah penjumlahan harga rata-rata yang didapat dari pengukuran langsung simpangan, kecepatan dan percepatan dibagi jumlah pengujian.

Berdasarkan analisa perhitungan getaran didapat berdasarkan :

$$\text{Simpangan : } x = A \cdot \sin \omega t \rightarrow A = \frac{x}{\sin \omega t} \quad (4.2)$$

$$\text{Kecepatan : } \dot{x} = \omega A \cos \omega t \rightarrow A = \frac{\dot{x}}{\omega \cos \omega t} \quad (4.3)$$

Percepatan :  $\ddot{x} = -\omega^2 A \sin \omega t \rightarrow A = \frac{\ddot{x}}{-\omega^2 \sin \omega t}$  (4.4)

Disubstitusikan persamaan 4.1 kepers 4.3 akan didapat :

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

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

Sehingga di dapat 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 di dapat :  $\frac{x}{\sin \omega t} = \frac{\dot{x}}{\omega \cos \omega t} = \frac{\ddot{x}}{\omega^2 \sin \omega t}$

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

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

Kecepatan sudut untuk masing-masing arah dapat dihitung dari Tabel 4.3 yaitu :

## 1. Arah longitudinal

Diketahui rata-rata :

$$\text{Acc } \ddot{x} = 3.032 \text{ mm/s}^2$$

$$\text{Dis } x = 41.99 \text{ } \mu\text{m}$$

$$\text{Kecepatan sudutnya } \vec{\omega} = \sqrt{\frac{\ddot{x}}{x}} = \sqrt{\frac{3.032 \times 10^{-2}}{41.99 \times 10^{-6}}} = \sqrt{722,076}$$

$$= 26,87147 \text{ rad/s}$$

$$\vec{\omega}t = \text{arc. tan } \frac{x\vec{\omega}}{\dot{x}} = \text{arc. tan } \frac{41,99 \times 10^{-6}}{2,28281 \times 10^{-2}} \times 26,87147$$

$$= \text{arc, tan } 0,0494 = 2,8281 \text{ rad}$$

Sehingga diperoleh perioda :

$$t = \frac{\omega t}{\omega} = \frac{2,8281}{26,87147} = 0,1052 \text{ s}$$

$$\text{Amplitudo adalah } A = \frac{x}{\text{Sin } \omega t}$$

$$A = \frac{41,99 \times 10^{-6}}{\text{sin } 26,8714 \times 0,1052} = 6,70 \times 10^{-4} \text{ m}$$

## 2.. Arah vertikal

$$\text{Kecepatan sudutnya : } \bar{\omega} = \sqrt{\frac{\bar{x}}{x}} = \sqrt{\frac{1,84 \times 10^{-2}}{44,1 \times 10^{-6}}} = \sqrt{417,2335}$$

$$= 20,4262 \text{ rad/s}$$

$$\bar{\omega} t = \text{arc. tan } \frac{x \bar{\omega}}{x} = \text{arc. tan } \frac{44,1 \times 10^{-6}}{1,455 \times 10^{-2}} \times 20,4262$$

$$= \text{arc, tan } 0,0617 = 3,5306 \text{ rad}$$

Sehingga diperoleh perioda :

$$t = \frac{\bar{\omega} t}{\bar{\omega}} = \frac{3,5306}{20,4262} = 0,1728 \text{ s}$$

$$\text{Amplitudo adalah } A = \frac{x}{\text{Sin } \bar{\omega} t}$$

$$A = \frac{32,17 \times 10^{-6}}{\sin 1,032 \times 0,1498} = 5,22 \times 10^{-4} \text{ m}$$

3. Arah horizontal

$$\text{Kecepatan sudutnya : } \bar{\omega} = \sqrt{\frac{\bar{x}}{x}} = \sqrt{\frac{2,491 \times 10^{-2}}{35,65 \times 10^{-6}}} = \sqrt{698,7377}$$

$$= 26,4336 \text{ rad/s}$$

$$\bar{\omega} t = \text{arc. tan } \frac{x \bar{\omega}}{x} = \text{arc. tan } \frac{35,65 \times 10^{-6}}{1,32 \times 10^{-2}} \times 26,4336$$

$$= \text{arc, tan } 0,0733 = 4,1922 \text{ rad}$$

Sehingga diperoleh perioda :

$$t = \frac{\omega t}{\omega} = \frac{4,1922}{26,4336} = 0,1588 \text{ s}$$

Amplitudo adalah  $A = \frac{x}{\sin \omega t}$

$$A = \frac{35,65 \times 10^{-6}}{\sin 26,4336 \times 0,1588} = 4,87 \times 10^{-4} \text{ m}$$

Tabel 4.4 Nilai masing-masing arah amplitudo.

Arah			
Simbol	Longitudinal	Vertikal	Horizontal
$\omega$ (rad/s)	26,87147	20,4262	26,4336
$\omega t$ (rad)	2,8281	3,5306	4,1922
t (s)	0,1052	0,1728	0,1588
A (m)	$6,70 \times 10^{-4}$	$5,22 \times 10^{-4}$	$4,87 \times 10^{-4}$

Dari Tabel 4.4 diatas dapat diperoleh *simpangan* dari rumus :

Arah Longitudinal :  $x = A \sin \omega \tau = 6,70 \times 10^{-4} \sin 2,8281 \tau$

$$\dot{x} = A \omega \cos \omega \tau = 180,0 \times 10^{-4} \cos 2,8281 \tau$$

$$\ddot{x} = -\omega^2 A \sin \omega t = 0,4837 \times 10^{-4} \cos 2,8281 \tau$$

Arah vertikal :  $y = A \sin \omega \tau = 5,22 \times 10^{-4} \sin 3,5306 \tau$

$$\dot{y} = A \omega \cos \omega \tau = 106,6 \times 10^{-4} \cos 3,5306 \tau$$

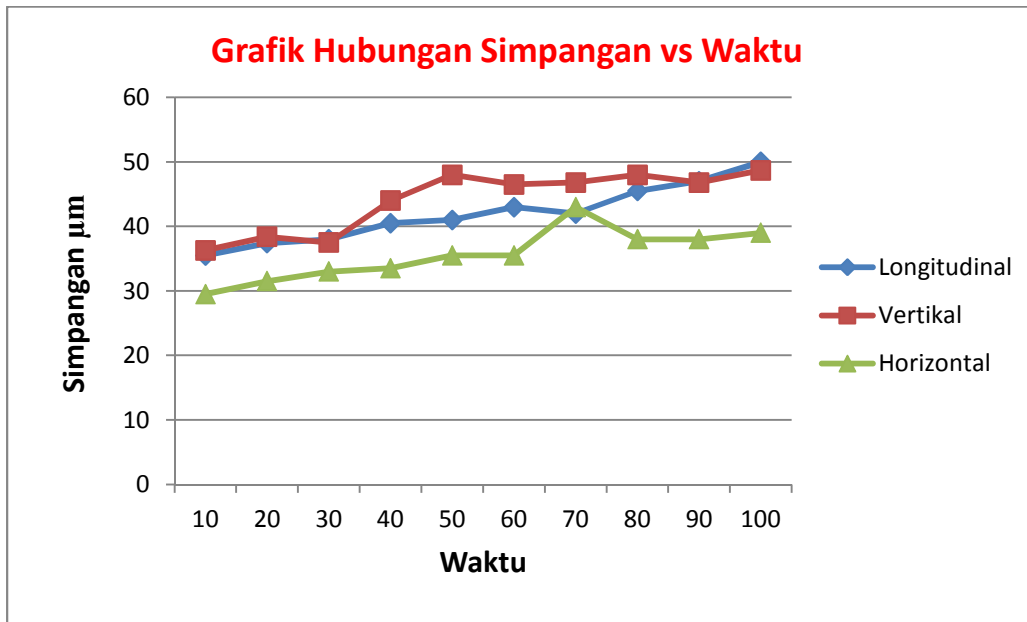
$$\ddot{y} = -\omega^2 A \sin \omega t = 0,217 \sin 3,5306 \tau$$

Arah horizontal :  $Z = A \sin \omega \tau = 4,87 \times 10^{-4} \sin 4,1922 \tau$

$\dot{Z} = A\omega \cos \omega \tau = 128,73,8578 \times 10^{-4} \sin 4,1922 \tau$

$\ddot{Z} = -\omega^2 A \sin \omega t = 0,340 \sin 4,1922 \tau$

A. Hubungan antara simpangan dengan waktu dapat dilihat pada grafik berikut

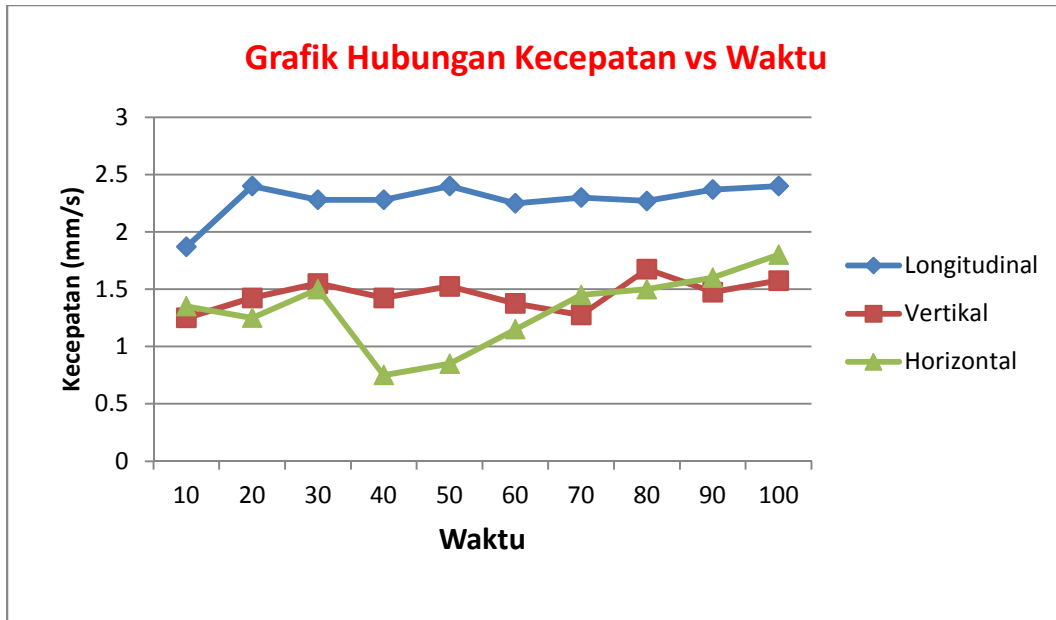


Gambar 4.4 Grafik hubungan simpangan (*displacement*) vs waktu pada Bantalan Gelinding dengan beban 50 kg untuk putaran 1550 rpm.

Dari gambar 4.4 grafik hubungan simpangan dengan waktu pada Bantalan Gelinding dengan beban 50 kg dengan putaran 1550 rpm simpangan pada arah vertical merupakan arah tertinggi dengan nilai 48,7 μm pada saat detik 100 sedangkan simpangan arah longitudinal dengan nilai 50 pada detik 100 dan arah horizontal dengan nilai 39 pada detik 100.

B. Hubungan antara kecepatan dengan waktu dapat dilihat pada grafik berikut:

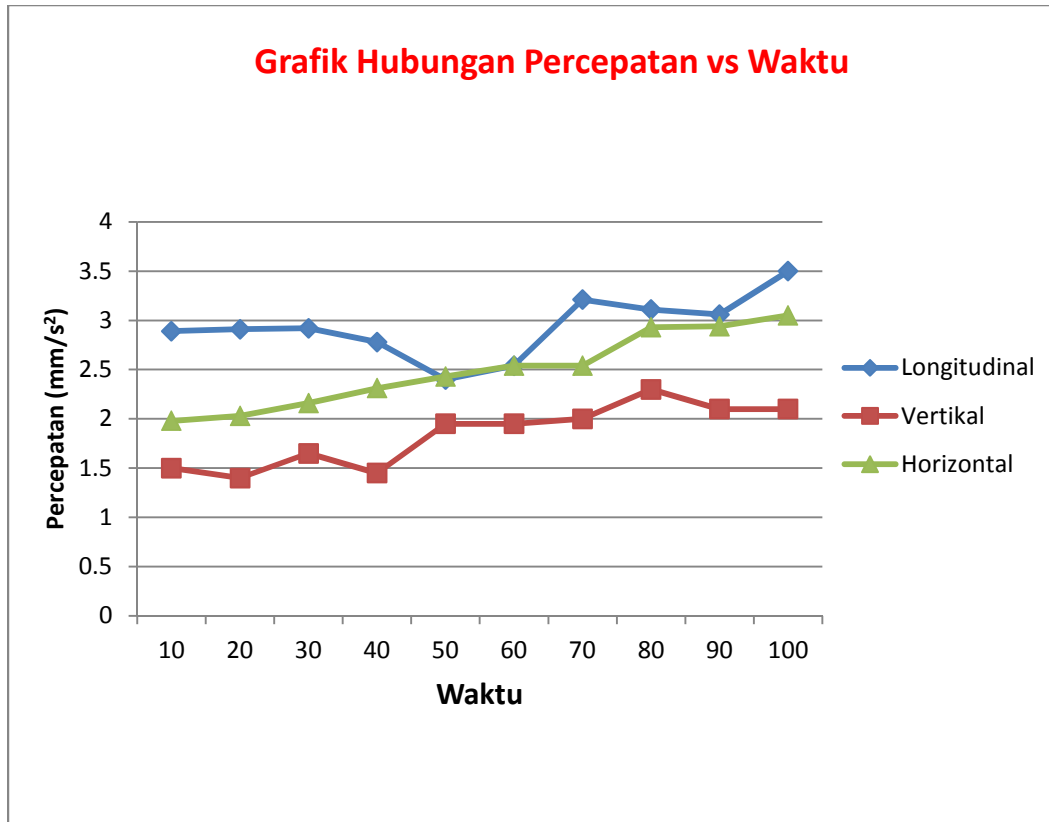




Gambar 4.5 Grafik hubungan Kecepatan (*velocity*) vs waktu pada Bantalan Gelinding beban 50 kg dengan putaran 1550 rpm.

Dari gambar 4.5 grafik hubungan simpangan dengan waktu pada Bantalan Gelinding dengan beban 50 kg dengan putaran 1550 rpm simpangan pada arah vertikal merupakan arah tertinggi dengan nilai 1,675  $\mu\text{m}$  pada saat detik 100 sedangkan simpangan arah longitudinal dengan nilai 2,37 pada detik 100 dan arah horizontal dengan nilai 1.80 pada detik 100.

C. Hubungan antara percepatan dengan waktu dapat dilihat pada grafik berikut :



Gambar 4.6 Grafik hubungan percepatan (*acceleration*) vs waktu pada Bantalan Gelinding dengan beban 50 kg dengan putaran 1550 rpm.

Dari gambar 4.6 grafik hubungan simpangan dengan waktu pada Bantalan Gelinding dengan beban 50 kg dengan putaran 1550 rpm simpangan pada arah vertikal merupakan arah tertinggi dengan nilai 2,30  $\mu\text{m}$  pada saat detik 100 sedangkan simpangan arah longitudinal dengan nilai 3,50 pada detik 100 dan arah horizontal dengan nilai 3,05 pada detik 100.

Tabel 4.5 Pengukuran hasil respon getaran pada bantalan luncur dengan putaran 1500 rpm dengan beban kapasitas rumput 50 kg.

No	waktu ( detik)	Longitudinal			Vertikal			Horizontal		
		Dis x ( $\mu\text{m}$ )	Vel $\dot{x}$ ( mm/s)	Acc $\ddot{x}$ ( $\text{mm/s}^2$ )	Dis x ( $\mu\text{m}$ )	Vel $\dot{x}$ ( mm/s)	Acc $\ddot{x}$ ( $\text{mm/s}^2$ )	Dis x ( $\mu\text{m}$ )	Vel $\dot{x}$ ( mm/s)	Acc $\ddot{x}$ ( $\text{mm/s}^2$ )
1	10	3,566	20,94	9,45	3,362	18,15	13,92	4,464	23,66	16,15
2	20	2,488	22,50	10,55	2,527	16,52	13,22	4,343	24,79	17,45
3	30	3,254	22,20	10,89	2,047	16,88	13,51	3,873	24,11	16,45
4	40	3,866	24,50	10,55	3,385	16,17	14,67	2,472	23,62	15,69
5	50	3,361	24,80	9,99	2,858	16,31	15,39	2,554	22,69	15,88
6	60	3,46	23,79	9,11	3,811	18,89	16,55	2,524	22,76	15,31
7	70	2,629	20,99	8,77	2,939	19,82	16,57	3,511	23,55	14,63
8	80	2,111	21,22	11,22	2,666	20,35	14,37	2,011	24,11	14,89
9	90	3,999	22,94	9,36	4,999	19,74	13,89	4,393	24,69	17,55
10	100	4,536	24,89	8,99	4,888	18,22	13,51	4,344	25,66	18,35
Rata-rata		3,327	22,88	9,89	3,348	18,1	14,6	3,4	24,0	16,2

Harga respon getaran pada Tabel 4.5 adalah penjumlahan harga rata - rata yang didapat dari pengukuran langsung simpangan, kecepatan dan percepatan dibagi jumlah pengujian.

Berdasarkan analisa perhitungan getaran didapat berdasarkan :

Simpangan :

$$x = A \cdot \sin \omega t \rightarrow A = \frac{x}{\sin \omega t}$$

Kecepatan

$$\dot{x} = \omega A \cos \omega t \rightarrow A = \frac{\dot{x}}{\omega \cos \omega t}$$

Percepatan :

$$\ddot{x} = -\omega^2 A \sin \omega t \rightarrow A = \frac{\ddot{x}}{-\omega^2 \sin \omega t}$$

Disubstitusikan persamaan 4.5 ke pers 4.7 akan didapat :

$$\ddot{x} = -x \omega^2$$

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

Sehingga didapat frekuensi dalam bentuk kecepatan sudut :

$$\omega = -\sqrt{\frac{\ddot{x}}{x}}$$

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

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 :  $\omega t = \text{arc. tan} \frac{x \omega}{\dot{x}}$

Kecepatan sudut untuk masing-masing arah dapat dihitung dari Tabel 4.5 yaitu :

1. Arah longitudinal.

Acc  $\ddot{x} = 9,89 \text{ mm/s}^2$   
 Dis  $x = 3,327 \text{ } \mu\text{m}$

Kecepatan sudutnya :

$$\begin{aligned}\bar{\omega} &= \sqrt{\frac{\bar{x}}{X}} = \sqrt{\frac{9,89 \times 10^{-2}}{3,327 \times 10^{-6}}} = \sqrt{29.726,4} \\ &= 172,4136 \text{ rad/s}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\bar{\omega} t &= \text{arc. tan} \frac{X\bar{\omega}}{X} = \text{arc. tan} \frac{3,327 \times 10^{-6}}{22,88 \times 10^{-2}} \times 172,4136 \\ &= \text{arc, tan } 25,07 = 87,715 \text{ rad}\end{aligned}$$

Sehingga diperoleh perioda :

$$t = \frac{\omega t}{\omega} = \frac{172,4136}{87,715} = 1,965 \text{ s}$$

Amplitudo adalah :

$$\begin{aligned}A &= \frac{x}{\text{Sin } \omega t} \\ A &= \frac{3,327 \times 10^{-6}}{\text{sin } 172,4136 \times 1,965} = 0,000069 \times 10^{-4} \text{ m}\end{aligned}$$

2..Arah vertical.

Kecepatan sudutnya

$$\begin{aligned}\bar{\omega} &= \sqrt{\frac{\bar{x}}{X}} = \sqrt{\frac{13,51 \times 10^{-2}}{48,88 \times 10^{-6}}} = \sqrt{1.120.87} \\ &= 10,58 \text{ rad/s}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\bar{\omega} &= \text{arc. tan} \frac{X\bar{\omega}}{X} = \text{arc. tan} \frac{48,88 \times 10^{-6}}{18,22 \times 10^{-2}} \times 10,58 \\ &= \text{arc, tan } 0,0617 = 3,5306 \text{ rad}\end{aligned}$$

Sehingga diperoleh perioda :

$$t = \frac{\varpi t}{\varpi} = \frac{3,5306}{20.4262} = 0,1728 \text{ s}$$

Amplitudo adalah :

$$A = \frac{x}{\sin \varpi t}$$

$$A = \frac{48,88 \times 10^{-6}}{\sin 20,42 \times 0,1498} = 0,000097 \text{ m}$$

3. arah horizontal

Kecepatan sudutnya:

$$\begin{aligned} \bar{\omega} &= \sqrt{\frac{\bar{x}}{x}} = \sqrt{\frac{16,2 \times 10^{-2}}{3,4 \times 10^{-6}}} = \sqrt{4.764,70}, \\ &= 21,82 \text{ rad/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{\omega} t &= \text{arc. tan} \frac{x \bar{\omega}}{x} = \text{arc. tan} \frac{3,4 \times 10^{-6}}{24,0 \times 10^{-2}} \times 21,82 \\ &= \text{arc, tan } 0,0030 = 0,1718 \text{ rad/s} \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh perioda :

$$t = \frac{\varpi t}{\varpi} = \frac{0,1718}{21,82} = 0,0078 \text{ s}$$

Amplitudo adalah  $A = \frac{x}{\sin \varpi t}$

$$A = \frac{24,0 \times 10^{-6}}{\sin 21,82 \times 0,0078} = 0,16 \times 10^{-4} \text{ m}$$

Tabel 4.6 Nilai masing masing arah amplitude:

Arah			
Simbol	Longitudinal	Vertikal	Horizontal

$\omega$ (rad/s)	21,82	10,58	21,82
$\omega t$ (rad)	0,1718	3,5306	0,1718
t (s)	0,0078	0,1728	0,0078
A (m)	$0,0069 \times 10^{-4}$	$0,0097 \times 10^{-4}$	$0,16 \times 10^{-4}$

Dari Tabel 4.6 diatas dapat diperoleh *simpangan* dari rumus :

$$\text{Arah Longitudinal : } x = A \sin \omega \tau = 0,0069 \times 10^{-4} \sin 0,1718 \tau$$

$$\dot{x} = A \omega \cos \omega \tau = 180,0 \times 10^{-4} \cos 0,1718 \tau$$

$$\ddot{x} = -\omega^2 A \sin \omega t = 0,4837 \times 10^{-4} \cos 0,1718 \tau$$

$$\text{Arah vertikal : } y = A \sin \omega \tau = 0,0097 \times 10^{-4} \sin 3,5306 \tau$$

$$\dot{y} = A \omega \cos \omega \tau = 106,6 \times 10^{-4} \cos 3,5306 \tau$$

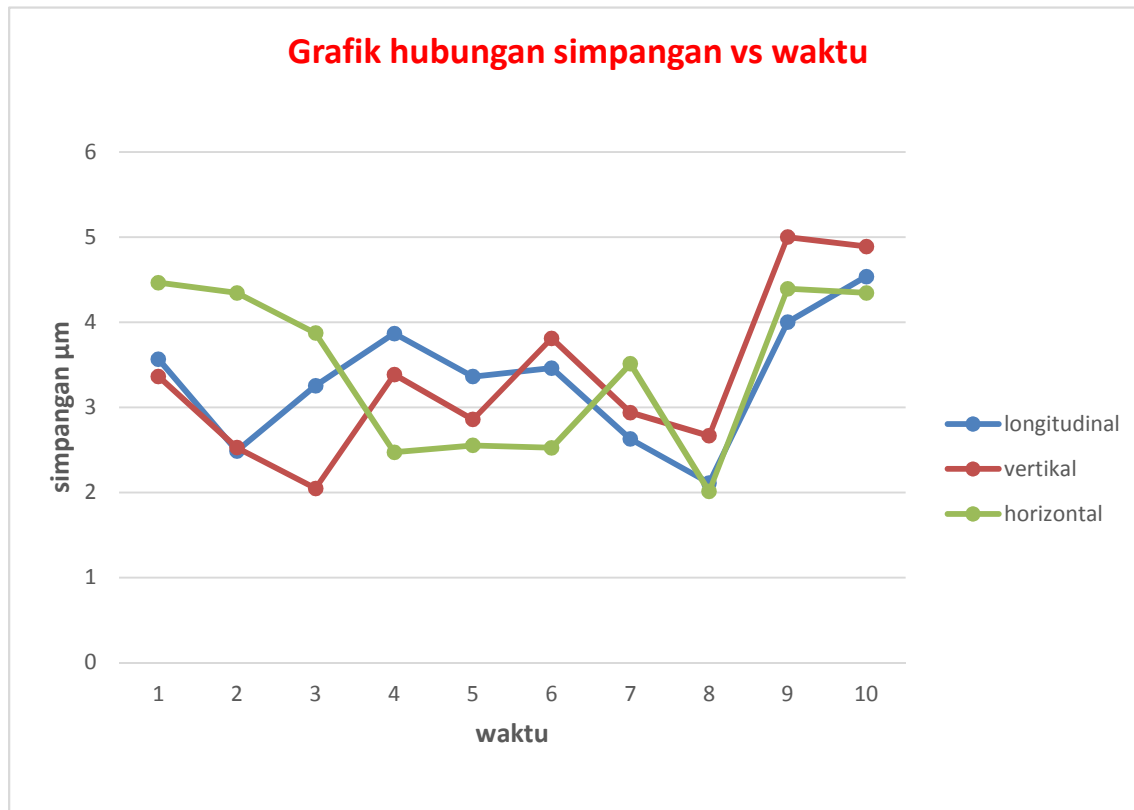
$$\ddot{y} = -\omega^2 A \sin \omega t = 0,217 \sin 3,5306 \tau$$

$$\text{Arah horizontal : } Z = A \sin \omega \tau = 0,16 \times 10^{-4} \sin 0,1718 \tau$$

$$\dot{Z} = A \omega \cos \omega \tau = 128,73,8578 \times 10^{-4} \sin 0,1718 \tau$$

$$\ddot{Z} = -\omega^2 A \sin \omega t = 0,340 \sin 0,1718 \tau$$

A. Hubungan antara simpangan dengan waktu dapat dilihat pada grafik berikut

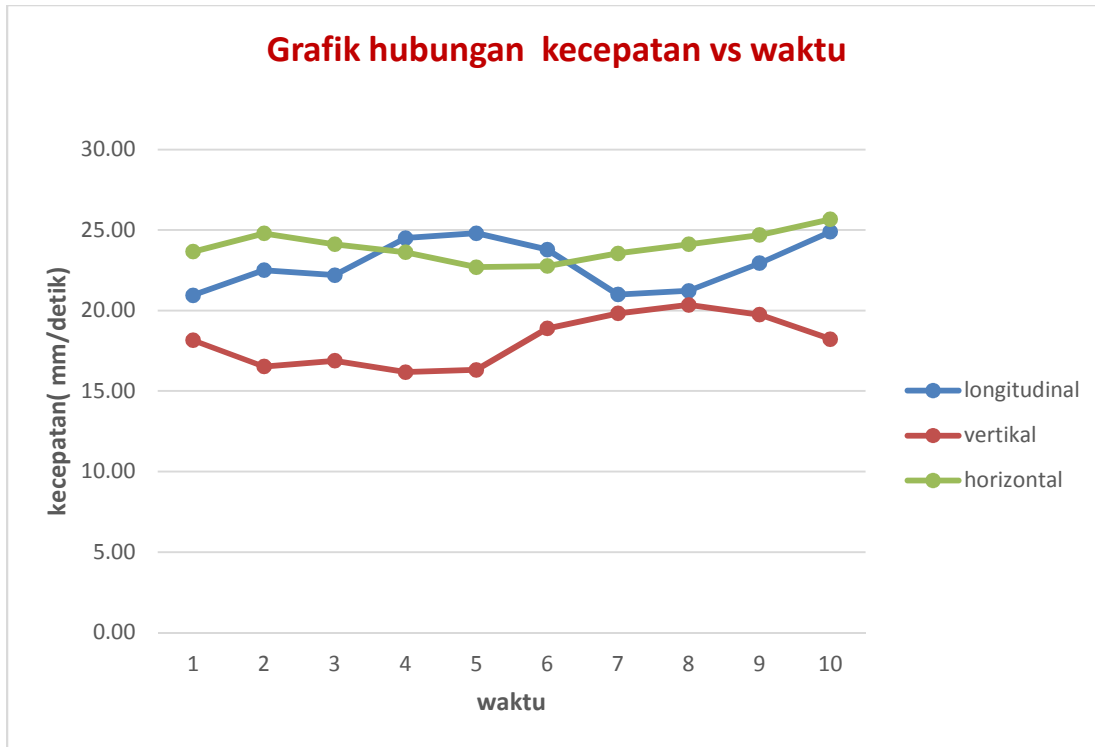


Gambar 4.7 Grafik hubungan simpangan (*displacement*) vs waktu pada Bantalan Luncur dengan beban 50 kg untuk putaran 1500 rpm.

Dari gambar 4.7 grafik hubungan simpangan dengan waktu pada Bantalan Luncur dengan beban 50 kg untuk putaran 1500 rpm simpangan pada arah vertikal merupakan arah tertinggi dengan nilai 4.999 µm pada saat detik 10 sedangkan simpangan arah longitudinal dengan nilai 4,777 pada detik 10 dan arah horizontal dengan nilai 4,464 pada detik 10 detik

B. Hubungan antara kecepatan dengan waktu dapat dilihat pada grafik berikut

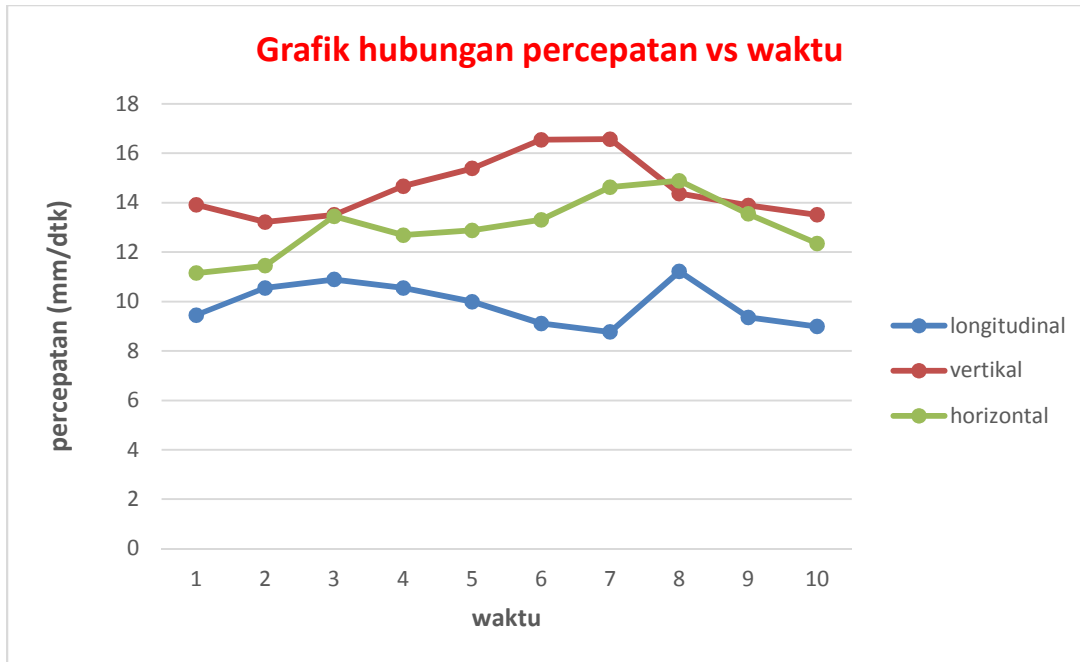




Gambar 4.8 Grafik hubungan kecepatan (*velocity*) vs waktu pada Bantalan Luncur dengan beban 50 kg untuk putaran 1500 rpm.

Dari gambar 4.8 Grafik hubungan kecepatan dengan waktu pada Bantalan Luncur dengan beban 50 kg dengan putaran 1500 rpm pada arah horizontal merupakan arah tertinggi dengan nilai 25,66  $\mu\text{m}$  pada saat detik 100 sedangkan simpangan arah longitudinal dengan nilai 24,89 pada detik 100 dan arah vertikal dengan nilai 20,35 pada detik 80 detik.

C. Hubungan antara percepatan dengan waktu dapat dilihat pada grafik berikut.



Gambar 4.9 Grafik hubungan percepatan (*acceleration*) vs waktu pada Bantalan Luncur dengan beban 50 kg untuk putaran 1500 rpm.

Dari gambar 4.9 grafik hubungan percepatan dengan waktu pada Bantalan Luncur dengan beban 50 kg untuk putaran 1500 rpm simpangan pada arah vertikal merupakan arah tertinggi dengan nilai 16,57  $\mu\text{m}$  pada saat detik 70 sedangkan simpangan arah horizontal dengan nilai 14,89 pada detik 80 dan arah longitudinal dengan nilai 11,22 pada detik 80 detik.

Tabel 4.7 Pengukuran hasil responden getaran pada bantalan luncur dengan putaran 1550 rpm dengan beban kapasitas rumput 50 kg.

No	waktu ( detik)	Longitudinal			Vertikal			Horizontal		
		Dis x ( μm)	Vel $\dot{x}$ ( mm/s)	Acc $\ddot{x}$ ( mm/s <sup>2</sup> )	Dis x ( μm)	Vel $\dot{x}$ ( mm/s)	Acc $\ddot{x}$ ( mm/s <sup>2</sup> )	Dis x ( μm)	Vel $\dot{x}$ ( mm/s)	Acc $\ddot{x}$ ( mm/s <sup>2</sup> )
1	10	3.294	20.15	27.22	2.850	35.73	20.91	3.848	22.94	24.54
2	20	2.993	19.47	28.53	3.093	24.03	22.60	3.325	22.10	26.63
3	30	2.824	19.34	28.71	3.011	24.36	20.84	3.338	21.50	24.39
4	40	3.234	19.49	28.99	3.451	24.90	22.01	3.805	21.20	22.72
5	50	3.172	19.91	27.45	2.695	25.06	23.07	2.949	21.09	25.40
6	60	3.108	20.31	25.70	2.484	24.71	23.78	3.641	19.98	22.87
7	70	2.956	20.80	23.80	2.648	24.35	24.58	2.767	19.32	24.28
8	80	3.460	21.35	22.68	3.538	23.88	24.01	3.790	19.39	23.07
9	90	2.959	21.74	20.03	2.881	23.77	23.06	3.683	19.83	21.58
10	100	3.309	22.22	21.34	2.873	23.16	21.50	3.135	18.58	19.95
Rata-rata		3.131	20.5	25.4	3.0	25.4	22.6	3.428	20.59	23.54

Harga respon getaran pada Tabel 4.7 adalah penjumlahan harga rata - rata yang didapat dari pengukuran langsung simpangan, kecepatan dan percepatan dibagi jumlah pengujian.

Berdasarkan analisa perhitungan getaran didapat berdasarkan :

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 4.5 ke pers 4.7 akan didapat :

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

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

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

$$:A_1 = A_2 = A_3 \quad (4.6)$$

$$\text{Sehingga didapat: } \frac{x}{\sin \omega t} = \frac{\dot{x}}{\omega \cos \omega t} = \frac{\ddot{x}}{\omega^2 \sin \omega t}$$

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

$$\text{Maka: } \omega t = \text{arc. tan} \frac{x \omega}{\dot{x}} \quad (4.7)$$

Kecepatan sudut untuk masing-masing arah dapat dihitung dari Tabel 4.7 yaitu :

1. arah longitudinal

$$\text{Vel } \dot{x} = 20,5 \text{ mm/s}^2$$

$$\text{Dis } x = 3,131 \mu\text{m}$$

$$\text{Kecepatan sudutnya : } \vec{\omega} = \sqrt{\frac{\bar{x}}{x}} = \frac{\sqrt{20,5 \times 10^{-2}}}{3.131 \times 10^{-6}} = \sqrt{144,608}$$

$$= 12,02530 \text{ rad/s}$$

$$\vec{\omega}t = \text{arc. tan} \frac{x\vec{\omega}}{x} = \text{arc. tan} = \frac{3.131 \times 10^{-6}}{20,5 \times 10^{-2}} \times 12,02530 \quad = \text{arc tan}$$

$$1,8366 = 1,072 \text{ rad/s}$$

Sehingga diperoleh perioda:

$$t = \frac{\omega t}{\omega} = \frac{12,02530}{144,608} = 0,083 \text{ s}$$

Amplitudo adalah :  $A = \frac{x}{\text{Sin } \omega t}$

$$A = \frac{3,0 \times 10^{-3}}{\sin 90,0689 \times 0,086} = 0,152 \text{ m}$$

2. arah vetikal

$$\text{Kecepatan sudutnya : } \vec{\omega} = \sqrt{\frac{\bar{x}}{x}} = \frac{\sqrt{25,4 \times 10^{-2}}}{3,0 \times 10^{-6}} = \sqrt{167,994}$$

$$= 12,961 \text{ rad/s}$$

$$\vec{\omega}t = \text{arc. tan} \frac{x\vec{\omega}}{x} = \text{arc. tan} = \frac{3,0 \times 10^{-6}}{25,4 \times 10^{-2}} \times 12,961 \text{ rad/s}$$

$$\text{arc tan } 0,0153 = 0,0152 \text{ rad/s}$$

Sehingga diperoleh perioda:

$$t = \frac{\omega t}{\omega} = \frac{12,961}{167,994} = 0,0771 \text{ s}$$

Amplitudo adalah  $A = \frac{x}{\text{Sin } \omega t}$

$$A = \frac{3,0 \times 10^{-6}}{\sin 12,961 \times 0,0771} = 3,5671 \text{ m}$$

3. arah horizontal

$$\text{Kecepatan sudutnya : } \vec{\omega} = 1 \sqrt{\frac{\bar{x}}{x}} = \frac{\sqrt{23,54 \times 10^{-2}}}{3,428 \times 10^{-6}} = \sqrt{6,866}$$

$$= 2,6204$$

$$\vec{\omega} t = \text{arc. tan} \frac{x \vec{\omega}}{x} = \text{arc. tan} = \frac{3,428 \times 10^{-6}}{20,59 \times 10^{-2}} \times 2,6204$$

$$= \text{arc tan } 0,0043 = 0,2499 \text{ rad/s}$$

Sehingga diperoleh perioda:

$$t = \frac{\varpi t}{\varpi} = \frac{0,1260}{1,0324} = 0,1220 \text{ s}$$

Amplitudo adalah ;  $A = \frac{x}{\text{Sin } \varpi t}$

$$A = \frac{3,428 \times 10^{-6}}{\sin 1,0324 \times 0,1220} = 0,125$$

Tabel 4.8 Nilai masing-masing arah amplitudo.

Arah			
Simbol	Longitudinal	Vertikal	Horizontal
$\varpi$ (rad/s)	12,02530	12,961	2,6204
$\varpi t$ (rad)	1,072	0,0152	0,2499

t (s)	0,083	0,0771	0,1220
A (m)	0,152	3,5671	0,125

Dari Tabel 4.8 diatas dapat diperoleh *simpangan* dari rumus :

$$\text{Arah Longitudinal : } x = A \sin \omega \tau = 0,152 \times 10^{-4} \sin 1,072 \tau$$

$$\dot{x} = A\omega \cos \omega \tau = 1,827 \times 10^{-4} \cos 1,072 \tau$$

$$\ddot{x} = -\omega^2 A \sin \omega t = 0,151 \times 10^{-4} \cos 1,072 \tau$$

$$\text{Arah vertikal : } y = A \sin \omega \tau = 3,5671 \times 10^{-4} \sin 0,0152 \tau$$

$$\dot{y} = A\omega \cos \omega \tau = 46,13 \times 10^{-4} \cos 0,0152 \tau$$

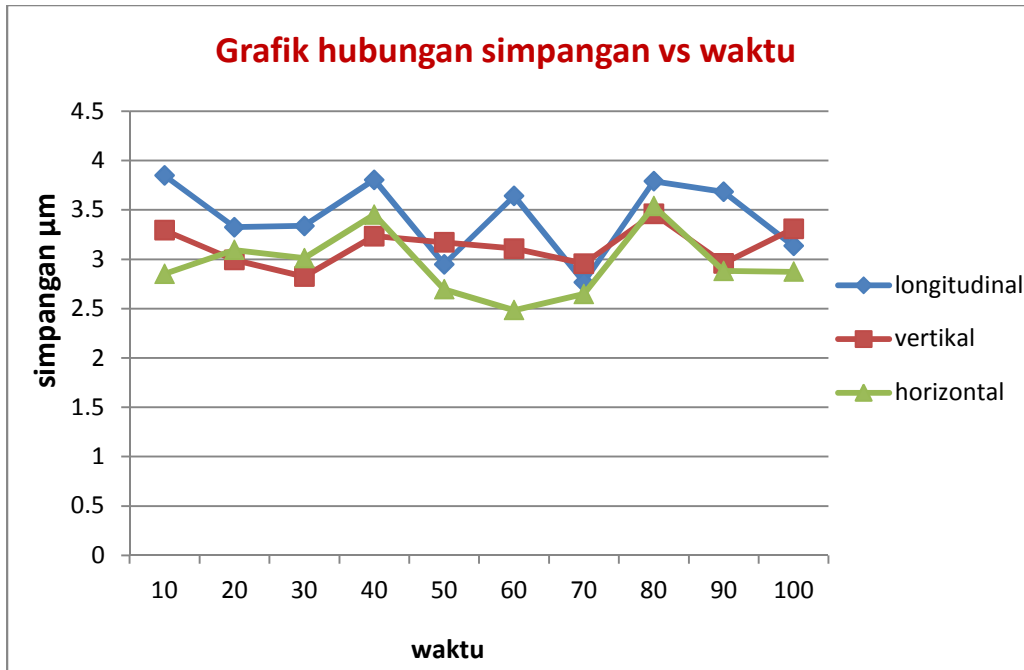
$$\ddot{y} = -\omega^2 A \sin \omega t = 0,0119 \sin 0,0152 \tau$$

$$\text{Arah horizontal : } Z = A \sin \omega \tau = 0,125 \times 10^{-4} \sin 0,2499 \tau$$

$$\dot{Z} = A\omega \cos \omega \tau = 0,3255 \times 10^{-4} \sin 0,2499 \tau$$

$$\ddot{Z} = -\omega^2 A \sin \omega t = 0,1246 \sin 0,2499 \tau$$

A. Hubungan antara simpangan dengan waktu dapat dilihat pada grafik berikut

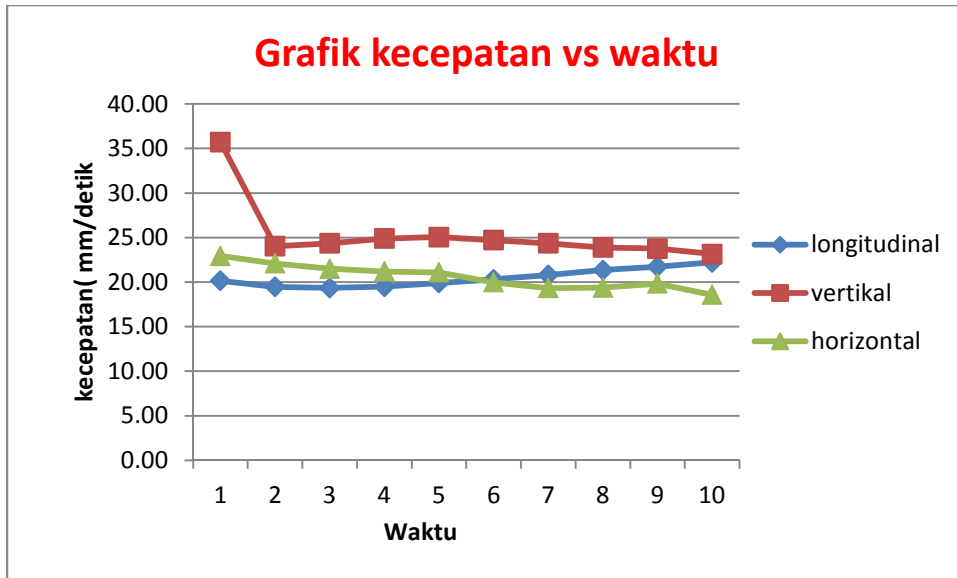


Gambar 4.10 Grafik hubungan simpangan (*displacement*) vs waktu pada Bantalan Luncur dengan beban 50 kg dengan putaran 1550 rpm.

Dari gambar 4.10 Grafik hubungan simpangan dengan waktu pada Bantalan Luncur dengan beban 50 kg dengan putaran 1550 rpm. Simpangan pada arah longitudinal merupakan arah tertinggi dengan nilai 3,86µm pada saat detik 80 sedangkan simpangan arah horizontal dengan nilai 2,85 pada detik 100 dan arah vertical dengan nilai 3,49 pada detik 80 detik.

B. Hubungan antara kecepatan dengan waktu dapat dilihat pada grafik berikut

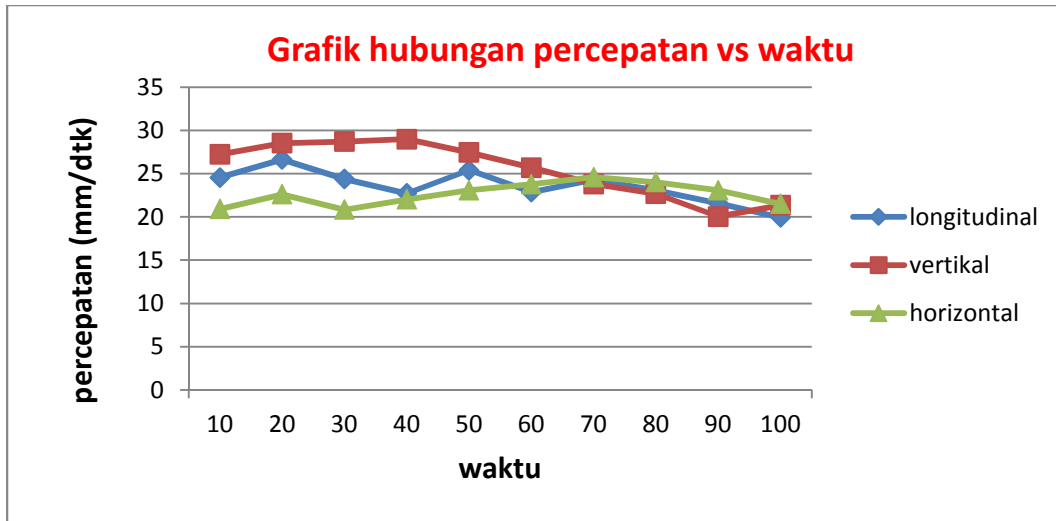




Gambar 4.11 Grafik hubungan kecepatan (*velocity*) vs waktu pada Bantalan Luncur dengan beban 50 kg dengan putaran 1550 rpm.

Dari gambar 4.11 grafik hubungan kecepatan dengan waktu pada Bantalan Luncur dengan beban 50 kg dengan putaran 1550 rpm simpangan pada arah vertical merupakan arah tertinggi dengan nilai 35,73  $\mu\text{m}$  pada saat detik 1 sedangkan simpangan arah horizontal dengan nilai 22,94 pada detik 1 dan arah longitudinal dengan nilai 22,22 pada detik 10 detik.

C. Hubungan antara percepatan dengan waktu dapat dilihat pada grafik berikut



Gambar 4.12 Grafik hubungan percepatan (*acceleration*) vs waktu pada Bantalan Luncur dengan beban 50 kg dengan putaran 1550 rpm.

Dari gambar 4.12 grafik hubungan percepatan dengan waktu pada Bantalan Luncur dengan beban 50 kg dengan putaran 1550 rpm simpangan pada arah vertical merupakan arah tertinggi dengan nilai 24,58  $\mu\text{m}$  pada saat detik 70 sedangkan Longitudinal dengan nilai 26,63 pada detik 20 detik, dan arah horizontal dengan nilai 21,25 pada detik 10 detik.