

ANALISA PERBANDINGAN GETARAN MENGGUNAKAN BANTALAN MESIN (ENGINE MOUNTING) BERBAHAN DASAR KOMBINASI EMPAT PER SPIRAL DAN KARET ALAMI PADA TOYOTA AVANZA

Jefri Adrian, Fadly A. Kurniawan, Din Aswan Amran Ritonga, Junaidi

Jurusan Teknik Mesin Universitas Harapan Medan
Jalan HM. Joni, No.70C, Kota Medan 20216, Indonesia
jefriadrian166@gmail.com

Abstrak

Engine mounting adalah komponen yang sangat berperan pada suatu kendaraan, tak ubahnya seperti mengurangi guncangan atau kejutan berkendara. mesin mobil sebagai daya penggerak utama pada kendaraan memiliki getaran yang tinggi akibat proses pembakaran. Pengujian dilakukan dengan 2 tahapan, yaitu pengujian langsung dan pengujian tak langsung. Pengujian langsung terdiri dari pengukuran getaran dalam sistem sumbu x, sumbu y dan sumbu z. pengujian tak langsung seluruh variabel nilainya didapat dari perhitungan dan digunakan bahan pengamat atau analisis. Untuk bahan sampel hasil simpangan rata-rata 0,925441 mm, dan untuk bahan standar hasil simpangan rata-rata 0,90508 mm. Dari hasil penelitian (amplitudo) getaran bahan standar relatif lebih kecil jika dibandingkan dengan bahan sampel.

Kata-Kata Kunci : *Engine mounting*, 4 per dan amplitudo getaran

I. Pendahuluan

Penelitian tentang getaran merupakan studi tentang gerakan berosilasi dari sistem mekanis serta kondisi-kondisi dinamisnya. Gerakan ini dapat berupa gerakan beraturan dan berulang secara kontinu atau gerakan tidak beraturan (acak). Getaran yang terlalu kuat dapat menyebabkan ketidaknyamanan bahkan dapat menimbulkan kerusakan material. Untuk mengendalikan atau meredam getaran diperlukan suatu material isolasi dimana material isolasi berfungsi mengurangi atau meredam getaran yang ditransmisikan dari objek penghasil getaran ke seluruh lingkungan penerima.

Engine mounting adalah komponen yang sangat berperan pada suatu kendaraan, tak ubahnya seperti mengurangi guncangan atau kejutan berkendara. Mesin mobil sebagai daya penggerak utama pada kendaraan memiliki getaran yang tinggi akibat proses pembakaran bahan bakar dan udara yang akan diledakkan di dalam ruang bakar. Ledakan ini akan memutar poros engkol dan piston secara periodik yang berakibat terjadinya getaran/vibrasi. Kenyamanan di dalam kendaraan akan jadi berkurang jika getaran terlalu besar dan getaran mesin tidak dapat dihilangkan. Mesin diesel mempunyai tenaga besar

sehingga dapat menyebabkan getaran yang tinggi dalam jangkauan frekuensi yang luas. Untuk mengisolasi getaran mesin maka dibutuhkan bantalan atau redaman mesin agar tidak menimbulkan kerusakan pada rangka atau bodi mobil

traktor roda dua ketebalan *engine mounting* berbahan dasar karet alam juga mempengaruhi getaran pada umumnya konstruksi *engine mounting* konvensional memiliki pelat baja diantara dua permukaannya, dengan satu sisi menjadiudukan mesin dan satu sisi lain pada rangka kendaraan. Pengembangan *engine mounting* ada juga yang sudah menggunakan tabung hidrolik sebagai konstruksinya.

Beberapa penelitian tentang *engine mounting* antara lain adalah pencampuran karet alam (Nature Rubber) dan karet sintesis (Nitrile Butadiene Rubber) dengan uji ketahanan minyak dan ketahanan usang [Agus, 2021]. Pada mesin produksi pertanian [Komariah, 2016].

II. Tinjauan Pustaka

Setiap mobil memiliki terdiri dari komponen kecil yang berbeda-beda, semuanya memiliki peranan penting untuk menunjang kinerja mesin. Bila salah satu rusak, maka mesin tidak bekerja secara efisien. Salah satu komponen tersebut adalah *engine mounting* atau kedudukan mesin. *Engine mounting* berbahan dari karet dan

logam.Karet dimaksudkan untuk mencegah bagian logam dari mesin serta bodi mobil saling bersentuhan dan bergesekan.Dudukan engine juga mengandung cairan yang bertindak sebagai peredam kejut pada beberapa model kendaraan. Dalam model lain, ruang hampa udara dibuat untuk menyerap guncangan.

2.1. Karet Alam (Natural Rubber)

Karet Alam merupakan Elastomer dasar untuk membandingkan dengan elastomer lainnya.Karet Alam sebagai elastomer pertama dan memiliki beberapa sifat yang diinginkan, tetapi juga memiliki beberapa keterbatasan dalam banyak aplikasi.Karet alam memiliki kekuatan yang tinggi,bila dibandingkan dengan elastomer yang paling sintetis. Ia memiliki sifat kelelahan yang sangat baik dan rendah untuk redaman media yang diterjemahkan ke dalam efisiensi isolasi getaran. Biasanya karet alam sangat tidak sensitif terhadap amplitudo getaran (strain).Di sisi batasan, karet alam dibatasi untuk rentang suhu yang cukup sempit untuk aplikasi. Meskipun tetap fleksibel pada suhu relatif rendah, tidak kaku secara signifikan pada suhu di bawah 0° F. Pada suhu tinggi, karet alam sering dibatasi penggunaannya di bawah sekitar 180°F.

Karet alam adalah polyisoprene.Kimia dan resistensi lingkungan dan sifat mekanik ditingkatkan melalui ikatan silang(vulkanisir), biasanya melalui perlakuan dengan belerang. Umumnya karet alam tahan terhadap pelarut organik polar (alkohol, keton, aldehid), asam organik, dan bahan kimia ringan namun tidak tahan terhadap oleh minyak bumi, pelumas ataupun temperatur tinggi. Secara umum sifat-sifat fisika dan mekanik dari karet alam dapat tabel 2.1

Tabel 2.1 Sifat-sifat fisika dan mekanik dari karet alam

No	Sifat karet alam	Metric
1	Sifat Fisika	
	Density	0,930 Gram/cc
2	Sifat mekanik	
	Hardness, Shore A	30,0 – 90,0
	Tensile Strength (Ultimate)	>= 27,6 Mpa
	Elongation at break	500%

2.2 Pegas

Pegas adalah sebuah elemen fleksibel yang digunakan untuk menghasilkan gaya atau torsi pada saat yang menyimpan energy(Robert. L.Mott 9:2009).pegas bersifat fleksibel dan elastis yang dapat menahan kejutan dan vibrasi yang berulang-ulang.

2.3 Getaran Mekanik

Semua benda yang mempunyai massa dan elastisitas mampu bergetar. Sinyal getaran yang dibangkitkan oleh setiap mesin atau struktur rekayasa (engineering) mengalami getaran sampai derajat tertentu, dan rancangannya biasa memerlukan pertimbangan sifat osilasinya.Hal ini mengandung informasi penting yang berhubungan dengan kondisi mesin tersebut.Getaran yang terjadi memiliki ciri khusus sehingga bisa ditentukan sumber getarnya.Oleh karena itu, respon getaran bisa dijadikan sebagai informasi awal yang aktual untuk menentukan kondisi mesin.

2.4 Konsep danAnalisa Getaran

Data getaran yang biasanya diperoleh dalam bentuk sinyal (analog) listrik yang kontinyu yang dihasilkan dari tranducer, dimana masing-masing sinyal analog tersebut menunjukkan besar regangan, tegangan, gaya, atau parameter gerakan sesaat (displacement, velocity,dan acceleration) sebagai fungsi waktu. Sinyal yang demikian disebut sebagai *time history*. Suatu *sample* data didefinisikan sebagai *time history* dari pengukuran getaran tunggal x(t) dalam durasi tertentu.

2.5 Karakteristik Getaran

Getaran secara teknik didefenisikan sebagai gerak osilasi dari suatu objek terhadap posisi objek awal atau diam,

Kondisi suatu mesin dan masalah-masalah mekanik yang terjadi dapat diketahui dengan mengukur karakteristik getaran pada mesin tersebut.Karakteristik getaran yang penting antara lain adalah [Thompson 1995]:

- 1) Frekuensi adalah karakteristik dasar yang digunakan untuk mengukur dan menggambarkan getaran.

- 2) Perpindahan mengindikasikan berapa jauh suatu objek bergetar
- 3) Kecepatan mengindikasikan berapa cepat objek bergetar
- 4) Percepatan mengindikasikan suatu objek bergetar terkait dengan gaya penyebab getaran
- 5) *Phase* mengindikasikan bagaimana suatu bagian bergetar relatif terhadap bagian yang lain, atau untuk menentukan posisi suatu bagian yang bergetar pada suatu saat, terhadap suatu referensi atau terhadap bagian lain yang bergetar dengan frekuensi yang sama.

avanza tipe G menggunakan 4 buah per dengan karet alam. Terbuat dari per dengan ketentuan sebagai berikut:



Gambar 3.1 Per Tekan

2.6 Isolasi Getaran

Secara umum getaran dapat diklasifikasikan ke dalam dua kelompok yaitu getaran bebas dan getaran paksa. Getaran bebas jika sistem beresilasi karena bekerjanya gaya yang ada dalam sistem itu sendiri (*inherent*), sementara getaran paksa terjadi karena adanya rangsangan gaya luar (Thompson 1995).

Labjack pertama kali di rilis tahun 2001 oleh *Labjack Corporation*, menggunakan USB (Universal Serial Bus) atau internet dalam peralatan ukur dan automisasi untuk merubah input-output analog serta digital

Diameter Kawat	: 1,5 mm
Diameter dalam	: 11 mm
Diameter Luar	: 14 mm
Panjang	: 35 mm
Bahan	: Stainless Steel
Tipe Per	: Per Tekan

Dengan menggunakan karet alam membuat mounting mesin dengan tambahan 4 buah per sesuai pada gambar 3.2 menggunakan rangka besi plat tebal 3 mm jenis

III.METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan sejak tanggal pengesahan usulan oleh pengelola program studi sampai dinyatakan selesai yang direncanakan berlangsung selama ± 1 bulan. Tempat pelaksanaan penelitian adalah di CV Bengkel Ilmu

3.2 Bahan Peralatan dan Metode

3.2.1 Bahan

Subjek penelitian ini adalah mounting mesin



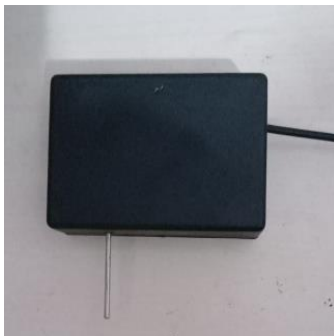


Gambar 3.2 Landasan mounting berbahan plat tebal 4 mm



Gambar 3.3 Mounting dengan 4 per dan karet alam

3.2.2 Peralatan Pengujian



Gambar 3.4 sensor

Peralatan yang digunakan dalam pengujian ini antara lain:

Spesifikasi SW-420 adalah:

- Output komparator, sinyal bersih, bentuk gelombang, kemampuan mengemudi melebihi 15mA

- Tegangan operasi 3.3V-5V
- Output berupa: Output switching digital (0 dan 1)
- Lubang baut tetap untuk pemasangan yang mudah
- Ukuran PCB papan kecil: 3.2cm x 1.4cm
- Komparator LM393 tegangan lebar

USB cable data digunakan untuk mentransfer data hasil pengukuran ke PC dan juga berfungsi sebagai *charger battery* osiloskop (gambar 3.5).



Gambar 3.5 USB cable(Sumber peneliti)

3.2.3 Metode

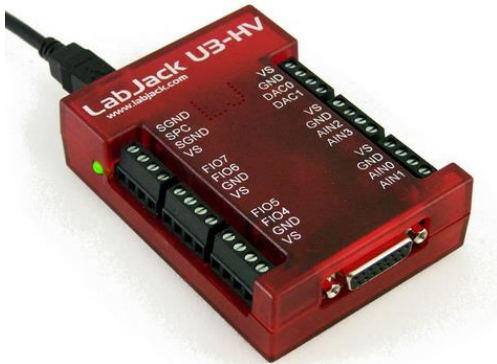
Pengujian dilakukan pada 2 tahapan, yaitu pengujian langsung dan pengujian tak langsung. Pengujian langsung terdiri dari pengukuran getaran dalam sistim sumbu x, sumbu y dan sumbu z. Seluruh unit pengujian langsung digunakan sebagai input data untuk mendapatkan nilai unit pengujian tak langsung. Pada pengujian tak langsung, seluruh variabel nilainya didapat dari perhitungan dan digunakan bahan pengamatan atau analisis. Pada pengujian ini variabel yang digunakan adalah getaran berupa data hasil perekaman di laptop.

3.3 Set Up Peralatan

Secara eksperimental pengujian dan pengambilan data dilakukan untuk memperoleh karakteristik getaran akibat pemakaian mounting menggunakan 4 buah per dengan karet alam pada bodi mobil Avanza tipe G. Pada

sensor terdapat accelerometer 3 sumbu (x, y, z) yang berfungsi untuk mendeteksi getaran akibat getaran mesin. Getaran tersebut akan ditampilkan melalui laptop berupa sinyal dinamis.

1. Memasang sensor pada pada bodi mobil sesuai dengan sistim sumbu
2. Membuat setingan sensor agar sesuai dengan perekam data
3. Menghubungkan ADC(*analog digital converter*) Labjack dengan sensor menggunakan kabel.



4. Mengoperasikan mesin mobil sampai mencapai putaran normal ± 30 menit dengan putaran 1000 Rpm
5. Mengaktifkan software getaran pada laptop
6. Melakukan pengambilan data dan perekaman sesuai dengan masing-masing sistim sumbu
7. Melakukan olah data hasil pengujian

Pengolahan data getaran akan dilakukan dalam 2 tahap. Tahap pertama dilakukan oleh alat instrumen, sedangkan tahap kedua adalah untuk kebutuhan pelaporan yang nantinya digunakan sebagai bahan analisa terhadap getaran. Data yang diperoleh berupa sinyal dinamis selanjutnya ditransfer ke komputer untuk diolah dan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik. Hasil pengolahan data berupa laporan yang akan dianalisa menggunakan metode statistik untuk mengetahui besarnya pengaruh pemakaian mounting terhadap kenaikan respon getaran.

4.1 Analisa Getaran Pada Posisi Sumbu-X

Getaran yang muncul pada chasis mobil merek Toyota jenis Avanza karena bekerjanya mesin mobil Avanza pada bantalan mesin (engine mounting) yang diteruskan oleh ke rangka atau bodi mobil jika diambil posisi sistim tiga sumbu yaitu sumbu x, sumbu y dan sumbu z menggunakan sesnsor getaran dengan putaran mesin tertentu. Untuk memperoleh amplitudo getaran maka pencatatan variabel penelitian dilakukan pada variasi putaran mesin mobil (Rpm) yang di catat hasil pengukuran dalam rentang waktu 100 detik. Amplitudo getaran akibat putaran mesin terhadap sisi horizontal(x), sisi vertical(y) dan sisi sumbu z dari chasis mobil menghasilkan data pada tabel 4.1 (Lampiran 1).

Untuk putaran mesin 1000 Rpm, maka diperoleh besaran sudut(ω):

$$\begin{aligned}\omega &= \frac{2\pi}{60} \times n \text{ (radian/detik)} \\ &= 2 \times 3,14 \times 1000/60 \\ &= 104,667 \text{ rad/det}\end{aligned}$$

Dari persamaan (2.8) :

$X = A \sin \omega t$, untuk mendapatkan displacement rata-rata (1000 Rpm)

Dimana:

$X(t)$: adalah persamaan simpangan getaran (*displacement*)

A : adalah simpangan maksimum

Ω : adalah kecepatan sudut

t : adalah waktu satu putaran

x_n : adalah simpangan yang terjadi pada siklus

n

$$\begin{aligned}A &= \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} \\ &= \frac{0,907783 + 0,862523 + 1,020615 + \dots + 1,118876}{100} \\ &= 0,925441 \text{ mm}\end{aligned}$$

Sehingga diperoleh simpangan rata-rata 0,925441 mm dengan persamaan simpangan:

$$X(t) = 0,925441 \sin 104,667 t$$

Hasil difrensiasi persamaan simpangan menghasilkan persamaan kecepatan getaran, yaitu:

$$v = \frac{dx}{dy} = \omega A \cos \omega t,$$

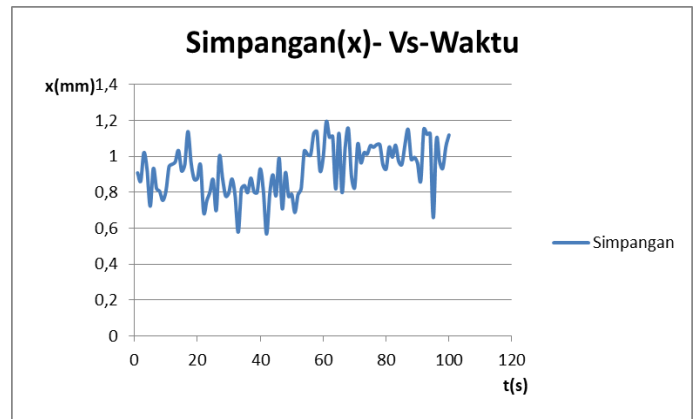
$V(t)$: adalah persamaan kecepatan getaran

dx/dt : turunan simpangan terhadap perubahan waktu

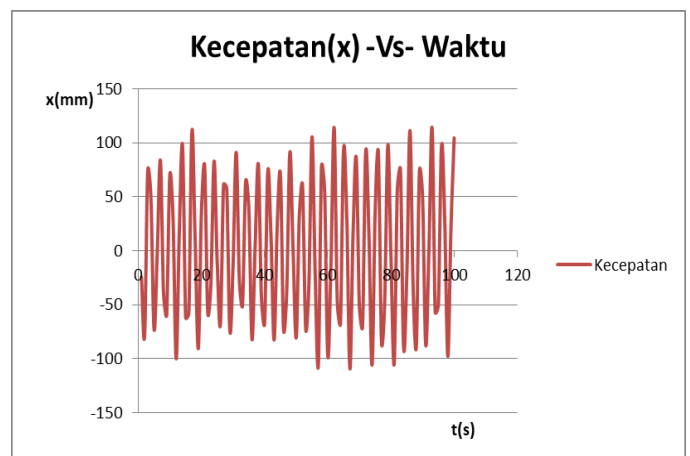
sehingga

$$\begin{aligned}v &= 104,667 \times 0,925441 \times \cos (104,667 \times 1) \\ &= -24,5258 \text{ m/s (tanda negatif menunjukkan}\end{aligned}$$

arah kecepatan)



Gambar 4.1 Grafik simpangan pada posisi sumbu x terhadap waktu



Gambar 4.2 Grafik kecepatan simpangan pada posisi sumbu x terhadap waktu

Difrensiasi kedua dari simpangan akan memperoleh percepatan/perlambatan getaran, yaitu:

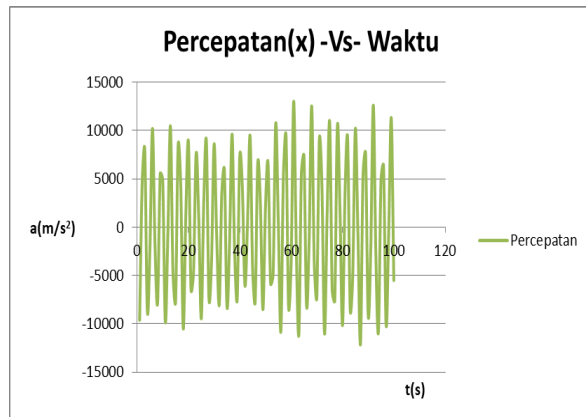
$$a = d^2y/dx^2 = -\omega^2 A \sin \omega t$$

$a(t)$: adalah persamaan percepatan

d^2y/dt^2 : turunan kedua dari persamaan simpangan getaran

maka:

$$\begin{aligned}&= -(104,667)^2 \times 0,925441 \sin (104,667 \times 1) \\ &= -9808,01 \text{ m/s}^2\end{aligned}$$

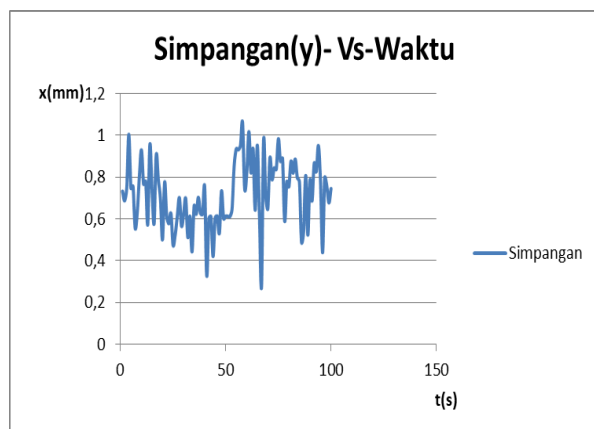


Gambar 4.3 Grafik percepatan simpangan pada posisi sumbu x terhadap waktu

Dari gambar grafik 4.1 menunjukkan getaran pada posisi sumbu x relatif lebih stabil artinya tidak unbalance getaran sehingga menghasilkan kecepatan juga yang relatif lebih stabil (gambar grafik 4.2) serta juga menghasilkan percepatan getaran yang juga stabil (gambar grafik 4.3)

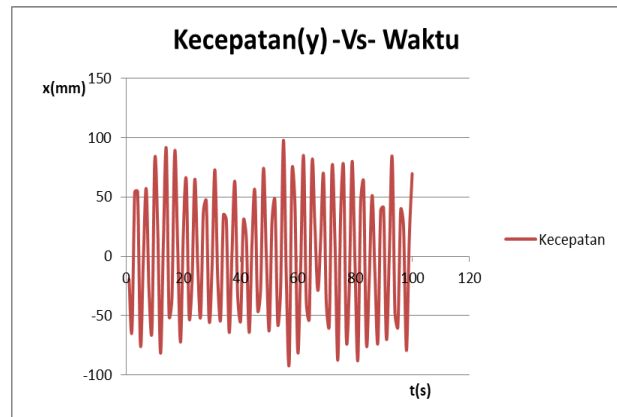
4.2 Analisa Getaran Pada Posisi Sumbu-Y

Dari hasil pengukuran diperoleh getaran pada posisi sumbu-y pada tabel 4.2 (Lampiran 1). Sesuai dengan cara perhitungan di bagian sebelumnya diperoleh untuk posisi sensor dengan sumbu y besar simpangan rata-rata dengan menggunakan metode excel adalah 0,7177 mm, kecepatan -19,0203 mm/s dan percepatan -7606,32 mm/s².

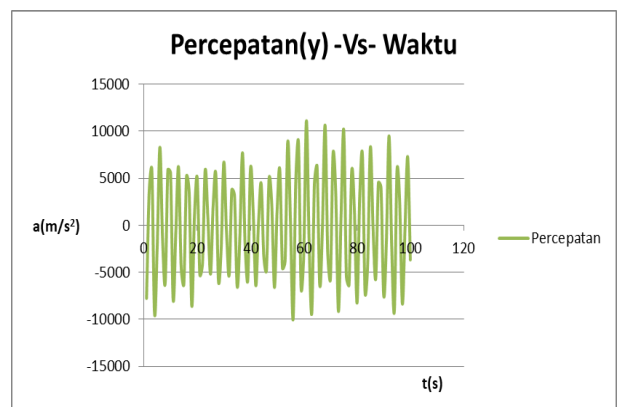


Gambar 4.4 Grafik simpangan pada posisi sumbu y terhadap waktu

Pada gambar 4.4 grafik simpangan menunjukkan fluktuasi yang lebih besar pada posisi sensor di sumbu y jika dibandingkan dengan posisi sumbu x dikarenakan sistem bodi dan rangka mobil menggunakan suspensi kiri dan kanan.



Gambar 4.5 Grafik kecepatan pada posisi sumbu y terhadap waktu

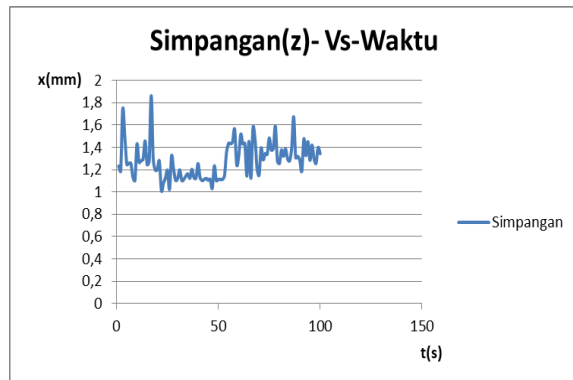


Gambar 4.6 Grafik percepatan simpangan pada posisi sumbu y terhadap waktu

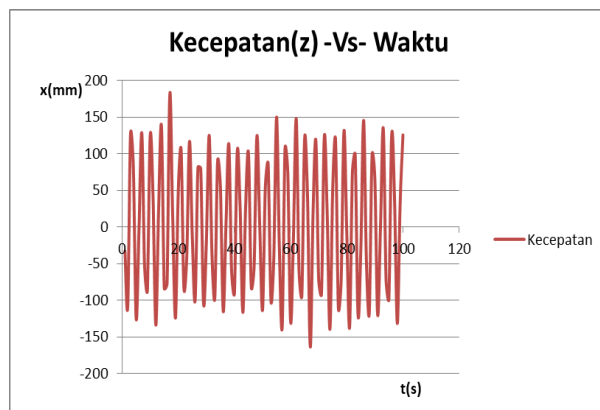
Dari gambar grafik 4.4 simpangan getaran bentuk getarannya lebih variatif dari pada posisi sumbu yang lain, mengakibatkan kecepatan getaran (gambar 4.5) dan percepatan (gambar 4.6) pada posisi sumbu y (muka-belakang mobil) juga ikut lebih fluktuatif atau bervariasi jika dibanding dengan posisi sumbu x.

4.3 Analisa Getaran Pada Posisi Sumbu-Z

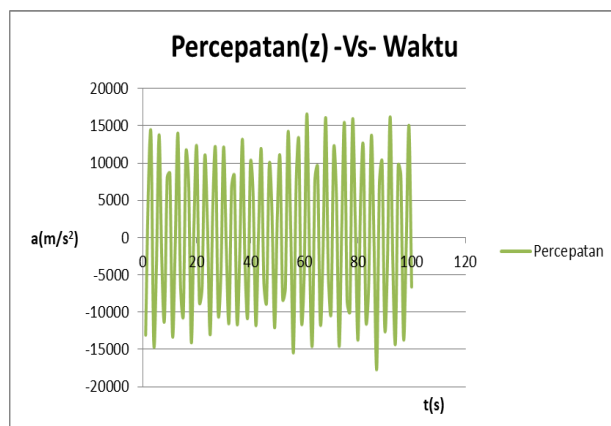
Dari hasil pengukuran data getaran pada posisi sumbu z menghasilkan tabel 4.3 (Lampiran 1). Untuk perhitungan kecepatan dan percepatan sama halnya juga pada perhitungan pada bagian 4.1 diperoleh untuk posisi sensor dengan sumbu z besar simpangan rata-rata dengan menggunakan metode excel adalah 1,281525 mm, kecepatan -33,9626 mm/s dan percepatan -13581,8 mm/s².



Gambar 4.7 Grafik kecepatan simpangan pada posisi sumbu z terhadap waktu



Gambar 4.8 Grafik kecepatan simpangan pada posisi sumbu z terhadap waktu

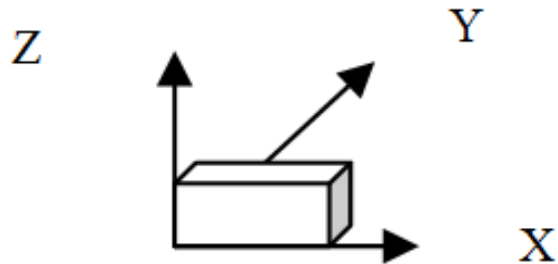


Gambar 4.9 Grafik percepatan simpangan pada posisi sumbu z terhadap waktu

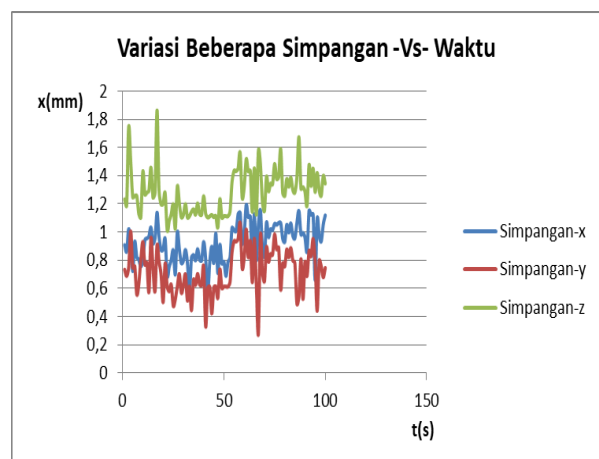
Dari gambar 4.7 diperoleh grafik simpangan(amplitudo) getaran lebih besar dari posisi kedua sumbu yaitu sumbu x dan sumbu y karena posisi sensor menunjukkan naik turunnya rangka atau bodi mobil. Pada posisi sumbu z getaran juga dipengaruhi oleh medan gravitasi karena massa mobil itu sendiri dan mesin.

4.4 Rekapitulasi Getaran Pada Posisi Bebarapa Sumbu

Untuk hasil amplitudo getaran dari hasil pengujian pada beberapa posisi dapat dilihat di tabel 4.4 (Lampiran 1).



Dari gambar 4.11 simpangan(amplitudo) getaran terbesar pada posisi sumbu z jika dibandingkan dari bagian sumbu yang lain pada putaran mesin 1000 Rpm simpangan(amplitudo) getaran pada rangka bodi lebih kecil pada posisi sumbu x dan sumbu y jika dibandingkan dengan posisi sumbu z, karena getaran tertinggi terjadi di posisi sumbu z sesuai posisi naik turunnya bodi mobil yang juga dipengaruhi oleh adanya pegas beban mesin itu sendiri. Pada posisi sensor di sumbu x dan sumbu y lebih rendah dikarenakan simpangan getaran tidak dipengaruhi oleh berat kendaraan atau berat mesin kendaraan yang terlalu signifikan dari mesin mobil Avanza tipe z. Pada sumbu z vektor dari kecepatan akibat adanya pemakaian per pada engine mounting lebih mudah untuk diteruskan menjadi simpangan getaran yang diteruskan ke rangka hingga sampai ke rangka bodi.



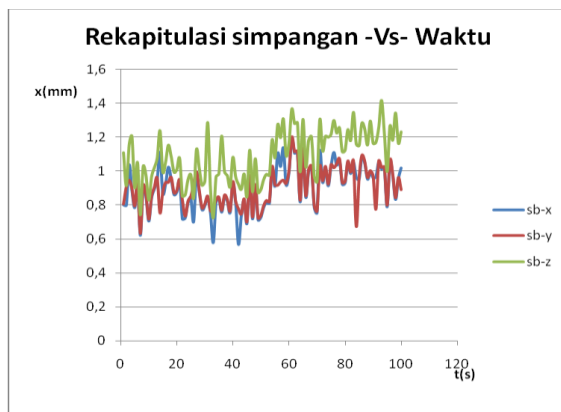
Gambar 4.11 Grafik Simpangan(amplitudo) terhadap waktu dari beberapa posisi sensor

Bentuk getaran masing –masing terlihat pada gambar grafik 4.11 yang menunjukkan gambar grafik warna hijau adalah simpangan pada posisi sumbu z, gambar grafik warna merah pada posisi sumbu y dan gambar grafik warna biru hasil dari pengukuran getaran pada posisi sumbu x untuk bahan standar.

4.5 Rekapitulasi simpangan pada bahan standar

Untuk hasil perbandingan amplitudo getaran dari bahan standar dan sampel uji, Jika dibandingkan dari tabel 4,4 dengan tabel 4.5 nilai rata-rata simpangan masih relatif lebih kecil jika dibandingkan dengan bahan sampel, hal ini sifat kekakuan per yang mempengaruhi bahan sampel sehingga meneruskan getaran cenderung lebih tinggi.

Bentuk getaran masing –masing terlihat pada gambar grafik 4.12 yang menunjukkan gambar grafik warna hijau adalah simpangan pada posisi sumbu z, gambar grafik warna merah pada posisi sumbu y dan gambar grafik warna biru hasil dari pengukuran getaran pada posisi sumbu x untuk bahan standar.



Gambar 4.12 Grafik Simpangan(amplitudo) terhadap waktu dari beberapa posisi sensor untuk bahan standar

Lampiran 1:

Tabel 4.1 Hasil pengukuran posisi sumbu-x

t(s)	x(m)	v(m/s)	a(m/s ²)
1	0.907783	-24.05786483	-9620.86
2	0.862523	-78.70217267	4629.111
3	1.020615	74.20799846	8042.816

4	0.925333	50.36256079	-8658.86
5	0.722766	-72.47231723	-2270.7
6	0.931707	-3.399960853	10200.81
7	0.821309	83.87096381	-1973.34
8	0.80541	-38.71115264	-7838.09
9	0.754541	-58.68747564	5531.442
10	0.805101	70.4071858	4846.257
11	0.942408	31.56461837	-9781.37
12	0.95553	-99.76929911	-729.482
13	0.969393	18.78790222	10436.22
14	1.032153	97.63949976	-4839.09
15	0.918386	-61.79420337	-7706.67
16	0.953557	-57.71344735	8522.743
17	1.137933	111.4437488	4398.57
18	0.964176	10.53823479	-10505
19	0.872204	-90.24708966	1440.869
20	0.876601	36.35061156	8817.487
21	0.951272	78.45224167	-6417.03
22	0.687705	-57.23838604	-4568.19
23	0.75341	-30.37939459	7616.67
24	0.800855	83.00895779	1219.824
25	0.870132	-10.5862161	-9467.84
26	0.698972	-68.14235199	2786.775
27	0.999878	61.52751822	8860.836
28	0.876995	58.1693419	-7432.23
29	0.779221	-74.12236253	-3561.31
30	0.796722	-14.46626788	8595.892
31	0.873502	91.12239022	-780.271
32	0.777882	-26.96901416	-8040.75
33	0.577821	-50.13266996	3540.771
34	0.818653	64.3510563	5921.805
35	0.836763	39.29054645	-8192.67
36	0.798372	-81.74082358	-1816.67
37	0.878201	4.2963082	9610.334
38	0.802858	80.2110759	-2622.29
39	0.798728	-44.31758107	-7419.55
40	0.929378	-66.73785166	7407.386
41	0.803201	73.77359493	4219.257
42	0.567414	14.35353444	-6031.84
43	0.786728	-82.33868512	102.4374
44	0.89666	24.84049698	9472.741
45	0.780817	70.76591333	-4278.94
46	0.988824	-72.7763039	-7702.3
47	0.707173	-37.73477338	6664.838
48	0.909423	91.50653375	2743.471
49	0.777109	1.869460675	-8511.12
50	0.788218	-80.27110701	1993.829
51	0.687766	33.81441201	6651.605

52	0.787335	60.57840952	-5847.62
53	0.820022	-72.2675043	-4846.51
54	1.029057	-33.25151485	10722.83
55	1.01067	105.6068006	640.247
56	1.007026	-20.74699335	-10816.3
57	1.127283	-106.0309587	5417.385
58	1.137348	77.60556042	9448.227
59	0.918787	54.67255075	-8280.57
60	0.99284	-97.66302698	-3716.5
61	1.19267	-11.55911366	13009.78
62	1.105255	114.1454958	-1968
63	1.11016	-47.30051147	-11108.7
64	0.818184	-66.84482595	5602.806
65	1.127865	94.71751652	7374.724
66	0.798407	31.27493384	-8111.05
67	1.050715	-109.0810919	-1464.8
68	1.153218	15.45419358	12529.73
69	0.887105	86.07563505	-3644.19
70	0.825034	-51.59510646	-7247.7
71	1.068526	-69.83992958	9142.917
72	0.963817	92.17551235	4290.607
73	1.019553	17.26186682	-11022.3
74	1.013184	-105.5835353	1036.465
75	1.058509	37.93815607	10895.09
76	1.050718	90.42441759	-6551.54
77	1.064529	-84.54693457	-7595.74
78	1.064677	-48.80508871	10485.6
79	0.952944	97.80589304	2046.865
80	0.929656	-5.70295484	-10167
81	1.051156	-104.6204941	3563.678
82	0.995581	56.28627104	9178.781
83	1.061574	75.26453887	-8555.25
84	0.972122	-89.86247807	-4995.17
85	0.954297	-22.98663105	10173.88
86	1.064502	111.3867418	-277.191
87	1.148954	-33.2059867	-12097.6
88	0.982885	-88.46154178	5496.72
89	0.993868	74.02147769	7650.052
90	0.961763	50.28676015	-9127.45
91	0.862277	-87.05190944	-2493.13
92	1.150961	-1.337198594	12608.21
93	1.122173	113.9502212	-2980.55
94	1.126112	-56.59875595	-10821.3
95	0.659108	-50.15305622	4958.012
96	1.094913	97.22127315	6350.683
97	0.972105	30.25878084	-10167.7
98	0.93255	-97.50412821	-469.496
99	1.053204	22.98139574	11284.53

100	1.118876	104.6221401	-5507.52
-----	----------	-------------	----------

Tabel 4.2 Hasil pengukuran posisi sumbu-y

t(s)	x(m)	v(m/s)	a(m/s ²)
1	1.632482	-43.26365351	-17301.4
2	1.497636	-136.6540073	8037.726
3	1.563561	113.6851253	12321.43
4	1.574948	85.71880842	-14737.7
5	1.959707	-196.5013031	-6156.76
6	1.762533	-6.431789357	19297.13
7	1.402345	143.2056986	-3369.38
8	1.655256	-79.55804883	-16108.6
9	1.755341	-136.5287945	12868.18
10	1.63368	142.8675544	9833.837
11	1.936933	64.87480103	-20103.7
12	1.941728	-202.7407117	-1482.38
13	1.498236	29.03746691	16129.6
14	1.770324	167.4689608	-8299.9
15	1.483253	-99.80161762	-12446.8
16	1.512619	-91.55030619	13519.55
17	1.638475	160.4644995	6333.368
18	1.705598	18.64181082	-18583
19	1.562961	-161.719833	2581.991
20	1.800889	74.67865426	18114.63
21	1.663646	137.2023049	-11222.5
22	1.449092	-120.6094076	-9625.83
23	1.645067	-66.33326077	16630.96
24	1.656454	171.6921853	2523.031
25	1.59892	-19.4528104	-17397.7
26	1.963902	-191.4596945	7830.007
27	1.631882	100.417915	14461.6
28	1.531797	101.6010339	-12981.4
29	1.579143	-150.2137936	-7217.22
30	1.633081	-29.65225074	17619.44
31	1.608509	167.7972343	-1436.83
32	1.951916	-67.67253587	-20176.4
33	1.69481	-147.0445251	10385.46
34	1.423921	111.9287526	10300.07
35	1.731369	81.29713041	-16951.7
36	1.461677	-149.6528629	-3326
37	1.620496	7.927740563	17733.42
38	1.98368	198.1833237	-6479.08
39	1.824262	-101.2195435	-16945.9
40	1.648064	-118.3460428	13135.5
41	1.75654	161.3372195	9227.193
42	1.47666	37.35422206	-15697.5
43	1.509623	-157.9964975	196.5632

44	1.934536	53.5931584	20437.36
45	1.689417	153.1127921	-9258.13
46	1.569554	-115.5173345	-12225.8
47	1.748749	-93.31324036	16481.29
48	1.441301	145.0243019	4347.995
49	1.493441	3.592714862	-16356.6
50	1.865015	-189.9306725	4717.63
51	1.6163	79.46637099	15631.76
52	1.598321	122.9766074	-11870.9
53	1.781112	-156.967052	-10526.8
54	1.458681	-47.13378132	15199.54
55	1.886591	197.133375	1195.132
56	1.781711	-36.70722979	-19137.1
57	2.143696	-201.633612	10301.96
58	1.827858	124.7216832	15184.46
59	1.77392	105.5573723	-15987.5
60	1.522208	-149.735497	-5698.08
61	1.69541	-16.4315695	18493.72
62	1.696009	175.1557361	-3019.89
63	1.709793	-72.84906861	-17108.9
64	1.766728	-144.3399353	12098.3
65	1.867413	156.8243063	12210.37
66	1.480256	57.9841233	-15038
67	1.629485	-169.1667339	-2271.67
68	1.77332	23.76415268	19267.16
69	1.517414	147.234346	-6233.47
70	1.795495	-112.2848414	-15773
71	1.749947	-114.3782589	14973.54
72	1.679228	160.5944775	7475.388
73	1.657653	28.06540942	-17920.7
74	1.910563	-199.0991732	1954.465
75	1.45089	52.00153476	14933.81
76	1.771523	152.4566402	-11046
77	1.929142	-153.2160995	-13765
78	1.534194	-70.32792488	15109.71
79	2.128713	218.4815387	4572.344
80	1.788903	-10.97398	-19564.1
81	1.585735	-157.8266164	5376.034
82	1.783509	100.8326493	16443.1
83	1.60791	113.9992098	-12958.2
84	1.67743	-155.0607815	-8619.34
85	1.899776	-45.76085367	20253.76
86	1.704399	178.3439709	-443.818
87	1.456284	-42.08813319	-15333.6
88	1.900974	-171.0912672	10631.07
89	1.667242	124.1731013	12833.18
90	1.787105	93.44061281	-16960.2
91	1.86981	-188.7683134	-5406.24

92	1.519212	-1.76503605	16642.21
93	1.593526	161.8134078	-4232.48
94	1.97469	-99.24859667	-18975.7
95	1.576146	-119.9326089	11856.25
96	1.718184	152.563731	9965.76
97	1.842242	57.3435987	-19269
98	1.655855	-173.1302654	-833.647
99	1.662447	36.27536009	17812.24
100	1.851231	173.1021559	-9112.45

Tabel 4.3 Hasil pengukuran posisi sumbu-z

t(s)	x(m)	v(m/s)	a(m/s ²)
1	1.232783	-32.67093935	-13065.3
2	1.187523	-108.357273	6373.367
3	1.745615	126.9221117	13756.08
4	1.504683	81.89457218	-14080.2
5	1.247766	-125.114467	-3920.08
6	1.256707	-4.585942494	13759.08
7	1.256309	128.2926023	-3018.5
8	1.13041	-54.33192101	-11000.9
9	1.103541	-85.83237186	8089.917
10	1.430101	125.0642788	8608.405
11	1.267408	42.45002862	-13154.6
12	1.28053	-133.7033765	-977.597
13	1.294393	25.08676282	13935.08
14	1.457153	137.8436163	-6831.64
15	1.243386	-83.6620388	-10433.9
16	1.278557	-77.38386504	11427.54
17	1.862933	182.4468274	7200.988
18	1.289176	14.09041327	-14045.9
19	1.197204	-123.8748848	1977.765
20	1.201601	49.82760208	12086.57
21	1.276272	105.2552673	-8609.4
22	1.012705	-84.28847144	-6727.06
23	1.07841	-43.48421392	10902.29
24	1.125855	116.6953446	1714.848
25	1.195132	-14.54023669	-13004.1
26	1.023972	-99.82641645	4082.538
27	1.324878	81.5263995	11740.96
28	1.201995	79.72594102	-10186.5
29	1.104221	-105.0375399	-5046.67
30	1.121722	-20.36737192	12102.34
31	1.198502	125.0258961	-1070.58
32	1.102882	-38.23669949	-11400.2
33	1.112821	-96.55014588	6819.146
34	1.143653	89.8980168	8272.725
35	1.161763	54.55105707	-11374.7

36	1.123372	-115.015731	-2556.2	84	1.297122	-119.9053085	-6665.16
37	1.203201	5.886263669	13166.88	85	1.279297	-30.81507008	13638.75
38	1.127858	112.6808273	-3683.8	86	1.389502	145.3939062	-361.82
39	1.123728	-62.35027036	-10438.5	87	1.673954	-48.37904106	-17625.5
40	1.254378	-90.07582049	9997.72	88	1.307885	-117.7121554	7314.261
41	1.128201	103.6246688	5926.498	89	1.318868	98.22687819	10151.66
42	1.102414	27.88712075	-11719.1	90	1.286763	67.27972041	-12211.8
43	1.111728	-116.3530574	144.7546	91	1.187277	-119.8625721	-3432.81
44	1.12166	31.07375492	11849.75	92	1.475961	-1.714787044	16168.42
45	1.105817	100.2208508	-6059.96	93	1.327173	134.7667879	-3525.04
46	1.113824	-81.97615854	-8675.97	94	1.451112	-72.93336907	-13944.4
47	1.032173	-55.07677618	9727.838	95	1.284108	-97.71074842	9659.452
48	1.234423	124.2081737	3723.904	96	1.419913	126.0791976	8235.739
49	1.102109	2.651300945	-12070.6	97	1.297105	40.37508187	-13567.1
50	1.113218	-113.3686721	2815.93	98	1.25755	-131.4849636	-633.119
51	1.112766	54.70979121	10761.92	99	1.398204	30.50945301	14981.02
52	1.112335	85.584275	-8261.44	100	1.343876	125.6611033	-6615.05
53	1.145022	-100.9093338	-6767.34				
54	1.354057	-43.75311225	14109.35				
55	1.43567	150.0158419	909.4792				
56	1.432026	-29.50294446	-15381.2				
57	1.452283	-136.6000868	6979.237				
58	1.562348	106.6049222	12978.81				
59	1.243787	74.01172606	-11209.6				
60	1.31784	-129.6323987	-4933.07				
61	1.51767	-14.70894823	16554.91				
62	1.430255	147.7099487	-2546.69				
63	1.43516	-61.14776932	-14360.8				
64	1.143184	-93.39700545	7828.359				
65	1.452865	122.0108404	9499.788				
66	1.123407	44.00573069	-11412.7				
67	1.575715	-163.5845236	-2196.71				
68	1.478218	19.80949769	16060.86				
69	1.212105	117.6103217	-4979.28				
70	1.150034	-71.91962613	-10102.7				
71	1.393526	-91.08224714	11923.8				
72	1.288817	123.2571755	5737.403				
73	1.344553	22.76438068	-14535.8				
74	1.338184	-139.4516802	1368.933				
75	1.483509	53.17063816	15269.56				
76	1.375718	118.39381	-8578.02				
77	1.389529	-110.3590481	-9914.71				
78	1.589677	-72.8712455	15656.14				
79	1.277944	131.1624267	2744.945				
80	1.254656	-7.696659529	-13721.4				
81	1.376156	-136.9674125	4665.508				
82	1.320581	74.66050671	12175.13				
83	1.386574	98.30671505	-11174.4				

Tabel 4.4 Hasil pengukuran beberapa posisi sumbu

t(s)	$x_x(m)$	$x_y(mm)$	$x_z(m)$
1	1.143783	1.632482	1.95654
2	1.196523	1.497636	1.639503
3	1.727515	1.563561	1.87743
4	1.405683	1.574948	1.715616
5	1.158766	1.959707	1.900804
6	1.297807	1.762533	1.804913
7	1.209109	1.402345	2.173491
8	1.12041	1.655256	1.674862
9	1.102431	1.755341	2.048834
10	1.390101	1.63368	1.741985
11	1.296608	1.936933	2.173491
12	1.19053	1.941728	1.914588
13	1.310393	1.498236	1.75517
14	1.345153	1.770324	1.954142
15	1.141386	1.483253	2.319724
16	1.166557	1.512619	1.708424
17	1.711933	1.638475	2.433593
18	1.499176	1.705598	1.885821
19	1.300204	1.562961	1.852858
20	1.302601	1.800889	1.699434
21	1.415272	1.663646	2.008081
22	1.037705	1.449092	2.044039
23	1.12041	1.645067	1.970923
24	1.255855	1.656454	1.795324
25	1.363132	1.59892	1.699434
26	1.153972	1.963902	1.942756
27	1.584878	1.631882	1.822893

28	1.307995	1.531797	2.047635	76	1.375718	1.771523	2.018868
29	1.285221	1.579143	2.013474	77	1.365529	1.929142	2.106368
30	1.197722	1.633081	1.859451	78	1.411677	1.534194	1.853458
31	1.389502	1.608509	1.84267	79	1.177944	2.128713	1.875632
32	1.406882	1.951916	1.819297	80	1.254656	1.788903	1.984108
33	1.285821	1.69481	2.066214	81	1.342156	1.585735	1.75577
34	1.257653	1.423921	1.974519	82	1.320581	1.783509	2.090187
35	1.161763	1.731369	2.226231	83	1.326574	1.60791	2.145923
36	1.153372	1.461677	1.744383	84	1.197122	1.67743	1.904999
37	1.303201	1.620496	2.062019	85	1.219297	1.899776	1.974519
38	1.427858	1.98368	1.902601	86	1.389502	1.704399	1.879828
39	1.366728	1.824262	1.987105	87	1.343954	1.456284	2.214245
40	1.497378	1.648064	2.458165	88	1.403885	1.900974	1.771951
41	1.128201	1.75654	1.826489	89	1.418868	1.667242	1.903201
42	1.117414	1.47666	1.761763	90	1.161763	1.787105	1.908595
43	1.191728	1.509623	1.625119	91	1.062277	1.86981	1.689246
44	1.25166	1.934536	1.907396	92	1.337961	1.519212	1.617928
45	1.288817	1.689417	1.907396	93	1.327173	1.593526	1.936762
46	1.282824	1.569554	2.126145	94	1.381112	1.97469	2.20106
47	1.327173	1.748749	2.047036	95	1.384108	1.576146	1.907396
48	1.458423	1.441301	2.181282	96	1.379913	1.718184	2.193868
49	1.209109	1.493441	1.86065	97	1.387105	1.842242	1.706626
50	1.113218	1.865015	1.741985	98	1.17255	1.655855	1.794725
51	1.333766	1.6163	1.996694	99	1.300204	1.662447	1.896009
52	1.186335	1.598321	2.166299	100	1.342756	1.851231	2.364672
53	1.459022	1.781112	2.311933				
54	1.254057	1.458681	1.753972				
55	1.24267	1.886591	1.872037				
56	1.281026	1.781711	1.893612				
57	1.231283	2.143696	2.283765				
58	1.349348	1.827858	2.167498				
59	1.140787	1.77392	1.656883				
60	1.61784	1.522208	1.833081				
61	1.41767	1.69541	1.708424				
62	1.430255	1.696009	1.981711				
63	1.33916	1.709793	1.714417				
64	1.143184	1.766728	2.247806				
65	1.246865	1.867413	2.044039				
66	1.123407	1.480256	2.048834				
67	1.503372	1.629485	1.8163				
68	1.463218	1.77332	1.975718				
69	1.212105	1.517414	2.448576				
70	1.100034	1.795495	1.815701				
71	1.193526	1.749947	2.168097				
72	1.288817	1.679228	1.741985				
73	1.344553	1.657653	1.761164				
74	1.318184	1.910563	1.653886				
75	1.383509	1.45089	2.329912				

Tabel 4.5 Rekapitulasi simpangan untuk bahan standar

t(s)	Simpangan(mm)		
	x	Y	z
1	0,801282	0,805671	1,110903
2	0,798732	0,908942	0,915174
3	1,036754	0,946965	1,154196
4	0,887333	0,897544	1,205775
5	0,784766	0,794977	0,904209
6	0,931564	0,941775	1,052007
7	0,621305	0,631516	0,742748
8	0,90542	0,915631	1,027863
9	0,854542	0,864753	0,977985
10	0,705101	0,715312	0,829545
11	0,842416	0,852627	0,96786
12	0,895553	0,905764	1,021997
13	0,949393	0,959605	1,076837
14	1,112153	0,752365	1,240597
15	0,868384	0,878596	0,997829
16	0,923557	0,933769	1,054002
17	1,023933	0,934145	1,155378
18	0,954176	0,964388	1,086621

19	0,862204	0,872416	0,995649	67	1,000712	1,010929	1,182167
20	0,876601	0,886813	1,011047	68	1,022322	1,032539	1,204777
21	0,942272	0,952484	1,077718	69	0,787643	0,79786	0,971098
22	0,717705	0,827917	0,854151	70	0,755033	0,76525	0,939489
23	0,72341	0,733623	0,860856	71	1,121425	1,031642	1,306881
24	0,812855	0,823068	0,951301	72	0,933231	0,943448	1,119687
25	0,841131	0,851344	0,980578	73	1,019542	1,02976	1,206998
26	0,701272	0,921485	0,841719	74	0,913184	0,923402	1,20164
27	0,987871	0,998084	1,129318	75	1,028502	1,03872	1,217959
28	0,876932	0,887145	1,01938	76	1,110714	1,020932	1,301171
29	0,773421	0,783634	0,916868	77	1,034528	1,044746	1,225985
30	0,796754	0,806967	0,941202	78	1,064677	1,074895	1,257134
31	0,843502	0,853715	1,28895	79	0,922942	0,93316	1,116399
32	0,754882	0,765095	0,90133	80	0,929656	0,939874	1,124114
33	0,577821	0,788035	0,725269	81	1,051156	1,061374	1,246614
34	0,818653	0,828867	0,967101	82	0,985584	0,995802	1,182042
35	0,836763	0,846977	0,986212	83	1,051572	1,061791	1,34903
36	0,758371	0,768585	1,20882	84	0,962123	0,672342	1,160581
37	0,848203	0,858417	0,999652	85	0,952297	0,962516	1,151756
38	0,822852	0,833066	0,975301	86	1,084501	1,09472	1,28496
39	0,754728	0,764942	0,908177	87	1,048952	1,059171	1,250411
40	0,929453	0,939667	1,083903	88	0,952883	0,963102	1,155342
41	0,812223	0,822437	0,967673	89	0,993868	1,004087	1,297327
42	0,567414	0,777628	0,923864	90	0,961763	0,971982	1,166223
43	0,736722	0,746937	0,894172	91	0,965277	0,775496	1,170737
44	0,826651	0,836866	0,985101	92	1,050962	1,061181	1,257422
45	0,690812	0,701027	0,850263	93	1,012167	1,022387	1,419627
46	0,965424	0,975639	1,125875	94	1,016111	1,026331	1,224571
47	0,718273	0,728488	0,879724	95	0,789108	0,799328	0,998569
48	0,912422	0,922637	1,074873	96	1,056913	1,067133	1,267374
49	0,712103	0,722318	0,875554	97	0,972104	0,982324	1,183565
50	0,728212	0,738427	0,892664	98	0,83255	0,84277	1,345011
51	0,787734	0,797949	0,953186	99	0,953204	0,963424	1,166665
52	0,817332	0,827547	0,983784	100	1,01885	0,890702	1,233312
53	0,810021	0,820237	0,977473	Rata-rata			
54	1,019052	1,029268	1,187504				
55	0,910671	0,920887	1,080124				
56	1,107022	0,917238	1,277475				
57	1,027282	0,937498	1,198735				
58	1,137348	0,947564	1,309801				
59	0,918787	0,929003	1,09224				
60	0,99284	1,003056	1,167294				
61	1,19267	1,202886	1,368124				
62	1,105255	1,115471	1,281709				
63	1,11016	1,120377	1,287614				
64	0,818184	0,828401	0,996638				
65	1,127865	1,138082	1,30732				
66	0,845402	0,855619	1,025857				

V.Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka di peroleh hasil Rekapitulasi dari simpangan(amplitudo) getaran pada rangka bodi lebih kecil pada posisi sumbu x dan sumbu y jika dibandingkan dengan posisi sumbu z, serta nilai rata-rata simpangan masih relatif lebih kecil jika dibandingkan dengan bahan sampel, hal ini sifat kekakuan per yang mempengaruhi bahan sampel sehingga

meneruskan getaran cenderung lebih tinggi. maka bahan standar lebih unggul dari pada bahan sampel.

Robert.l.mott.69:2009.steelindonesia.com

5.2 Saran

Jika bisa memungkinkan dilakukan penelitian lebih lanjut daya tahan pembuatan engine mounting mesin menggunakan per dan karet alam secara massal dapat mengurangi limbah engine mounting di alam meskipun tidak terlalu banyak seperti limbah-limbah lainnya.

Daftar Pustaka

AzeoTech, Daq Factory, Labjack Application Guide, 2009.

Fraden Jacob, Handbook Of Modern Sensors Physics, Designs , and Applications Third

George H. Martin, Kinematika dan Dinamika Teknik, Erlangga, 1985

Hari Adi Prasetya, Pengaruh penggunaan NR dan NBR dengan bahan pengisi silika terhadap sifat fisika kompon rol karet CPO, Dinamika Penelitian BIPA Vol.21 No 38 tahun 2010.

Halliday R, Fisika Jilid 1, Penerbit Airlangga, Jakarta, 1988.

Holman J.P, terjemahan Ir. E. Jasifi, M.Sc,”Metode Pengukuran Teknik”, Erlangga, Jakarta, 1984

www.kobeglobal.com.jenis-jenis karet alam

Komariyah , dkk , Karakterisasi Sifat Fisik dan Sifat Mekanik Komposit Polyurethane/Serbuk Bambu Sebagai Aplikasi Panel Pintu Mobil, JURNAL TEKNIK ITS VOL.5, No.2, (2016) ISSN:2337-3539.

Pain, H. J. *The Physics of Vibrations and Waves*. 6th Edition, London, John Wiley & Sons, Ltd. 2005.

Rao, S.S., Mechanical Vibration I , 3rd ed., Addison-Wesley Publishing Co., Inc. 1995

Tipler, Fisika untuk Sains dan Teknik-Jilid I (terjemahan), Erlangga, Jakarta, 1998

Timoshensko, Teori Elastisitas, Erlangga, Jakarta, 1986

Jenis-jenis

pegas