ANALISIS GETARAN SUSPENSI MOBIL MITSUBISHI FUSO 125 PS AKIBAT PROFIL JALAN SINUSOIDAL

Thomas Kbarek[1)] Helen Riupassa[1)] Kenny Hartono[2)]
[1)]Staff Pengajar Program Studi Teknik Mesin
[2)]Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri dan Kebumian – USTJ
Jl. Raya Sentani Padang Bulan, Abepura – Papua
helen_riu@yahoo.com, Thomas_kba@yahoo.com

ABSTRAK

Tujuan dari penulisan adalah untuk menganalisa getaran yang terjadi pada mobil Mitsubishi fuso 125 PS akibat profil jalan sinusoidal.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen dengan menghitung konstanta redaman suspensi, gerak harmonik, persamaan gerak frekuensi natural dan getaran bebas teredam karena kekentalan, kecepatan dan percepatan getaran serta membandingkan hasil getarannya sesuai ISO 2631 tentang

Hasil dari penelitian ini adalah kecepatan getaran tertinggi dengan hambatan mendapatkan nilai 70,56 mm/s dan kecepatan getaran terendah mendapatkan nilai 34,83 mm/s, sedangkan untuk percepatan getaran tertinggi dengan hambatan mendapatkan nilai 60,79 mm/s2 dan percepatan getaran terendah mendapatkan nilai -39,70 mm/s2. Hasil analisa menunjukkan bahwa pada kecepatan tertinggi mendapatkan frekuensi getaran dengan nilai 394,4 Hz dan kecepatan terendah mendapatkan frekuensi getaran dengan nilai 13,3 Hz. Hasil pengujian kecepatan getaran untuk jalan yang bergelombang dan banyak rintangan maka kecepatan maksimumnya adalah 40 km/jam karena masih dalam batas aman menurut standar ISO 2631 tentang Mechanical Vibration and Shock Evaluation of Human Exposure to Whole Body Vibration *bahwa batas frekuensi yang izinkan adalah 1-80 Hz.*

1. PENDAHULUAN

Tingkat kenyamanan berkendara sangat erat hubungannya dengan system suspensi kendaraan. Sistem kendaraan harus mampu mengisolasi atau mengurangi getaran yang terjadi pada bodi kendaraan akibat permukaan jalan yang tidak rata.

Metode Newton adalah salah satu cara analisis getaran yang menggunakan persamaan keseimbangan gerak menurut hukum Newton II. Dengan pemberian gaya eksitasi berupa gelombang jalan yang diasumsikan gelombang sinusoidal serta hanya terjadi gabungan getaran pitching dan rolling saja, maka dapat dilakukan penurunan persamaan geraknya. Aspek kenyamanan dan kestabilan kendaraan menjadi pertimbangan dalam desain suatu kendaraan. Sistem suspensi mobil berkontribusi besar dalam aspek kenyamanan dan kestabilan kendaraan saat bergerak akan berkurang dan akan berdampak pada kurang responsifnya kendaraan terhadap kendali (handling) yang dilakukan oleh pengendara. Sistem suspense haruslah mendukung kendaraan untuk bermanuver, mengangkut penumpang dan menghadapi gangguan kondisi permukaan jalan. Suspensi terdiri dari pegas yang berfungsi untuk menyerap kejutan dari permukaan jalan dan getaran roda-roda agar tidak ke bodi, shock absorber untuk meredam gerakan berayun dari pegas sehingga kestabilan kendaraan dapat terjaga dan menjaga kontak ban dengan jalan, ball joint yang berfungsi untuk menerima beban vertical dan lateral serta sebagai sumbu putaran roda saat kendaraan membelok, bumper sebagai pelindung komponen-komponen suspensi saat pegas mengkerut atau mengembang di luar batas maksumum, stabilizer bar untuk mengurangi kemiringan kendaraan akibat gaya sentrifugal saat kendaraan membelok, dan sebagainya dan strut bar yang berfungsi

untuk menahan lower arm agar tidak bergerak maju mudur, saat menerima kejutan dari jalanan atau dorongan akibat terjadinya pengereman.

Pada umumnya suspensi dapat digolongkan menjadi suspensi tipe rigrid (rigid axle suspension) dan tipe bebas independent suspension). Suspensi berfungsi untuk (1) menyerap getaran, oksilasi dan kejutan dari permukaan jalan (2) memindahkan gaya pengereman dan gaya gerak ke bodi melalui gesekan (3) menopang bodi pada axle dan memelihara letak geometris antara bodi dan roda.

Selain itu suspense harus dapat: (1) menyerap kejutan dari permukaan jalan agar tidak diteruskan ke kerangka mobil dan penumpang. (2) mampu menahan efek gaya yang ditimbulkan pada saat pengereman, akselerasi, atau pada saat membelok. (3) menjaga ban agar selalu kontak terhadap jalan setiap saat. Syarat yang disebut di atas sangatlah sulit untuk diwujudkan secara sempurna oleh karena itulah setiap model sistem suspensi memiliki kelebihan dan kelemahannya masing-masing. Sistem suspensI terletak diantara bodi kendaraan dan roda-roda, dirancang untuk menyerap kejutan dari permukaan jalan sehingga menambah kenikmatan dan stabilitas berkendaraan serta memperbaiki kemampuan cengkraman roda terhadap jalan.

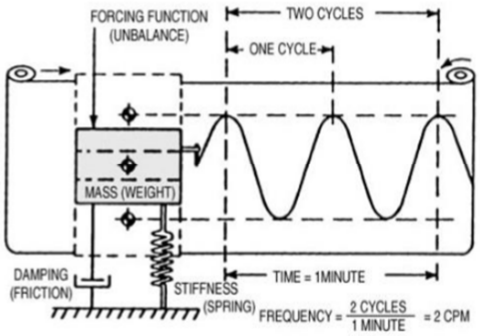
Untuk meningkatkan kenyamanan dan kestabilan suatu kendaraan adalah dengan mereduksi energy yang ditransfer ke penumpang yang dapat menimbulkan pergerakan dan perpindahan gaya kepada penumpang. Salah satu factor yang mempengaruhi energy tersebut adalah system suspense yang terhubung antara kerangka kendaraan dengan roda. Getaran sangat berpengaruh terhadap kenyamanan, dan penyebab getaran salah satunya adalah kondisi jalan yang tidak merata.

Suatu peralatan yang berputar sebaiknya memiliki suatu nilai getaran standart dan batasan getaran yang diperbolehkan (dibuat oleh pabrik) sehingga apabila nilai getaran yang terjadi diluar batasan yang diizinkan maka peralatan tersebut harus menjalani tindakan perawatan. Semua mesin memiliki tiga sifat fundamental yang berhubungan untuk menentukan bagaimana mesin akan bereaksi terhadap kekuatan-kekuatan yang menyebabkan getaran-getaran, seperti sistem pegas-massa yaitu:

(1). Massa, m : merupakan inersia untuk tetap dalam keadaan semula atau gerak. Sebuah gaya mencoba untuk membawa perubahan dalam keadaan istirahat atau gerak, yang ditentang oleh massa dan satuannya dalam kg.

(2). Kekakuan/stiffness (k) : ada kekuatan tertentu yang dipersyaratkan membengkokkan atau membelokkan struktur dengan jarak tertentu. Ini mengukur gaya yang diperlukan untuk memperoleh defleksi tertentu disebut kekakuan, satuannya dalam N/m.

(3). Damping/redaman (c) : setelah memaksa set bagian atau struktur ke dalam gerakan, bagian atau struktur akan memiliki mekanisme inheren untuk memperlambat gerak (kecepatan). Karakteristik ini untuk mengurangi kecepatan gerakan disebut redaman, satuannya dalam N/(m/s).



Gambar 1. SIstem pegas massa

Sebagaimana disebutkan di atas, efek gabungan untuk menahan pengaruh kekuatan karena massa, kekakuan dan redaman menentukan bagaimana suatu sistem akan merespon yang diberikan kekuatan eksternal. Sederhananya, cacat dalam mesin membawa gerakan getaran. Massa, kekakuan dan redaman mencoba untuk melawan getaran yang disebabkan oleh cacat. Jika getaran akibat cacat jauh lebih besar daripada tiga karakteristik tersebut maka getaran yang dihasilkan akan lebih tinggi dan cacat dapat terdeteksi.

Kondisi suatu mesin dan masalah-masalah mekanik yang terjadi dapat diketahui dengan mengukur karakteristik getarannya. antara lain adalah : (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 dan (5) phase mengindikasikan bagaimana suatu bagian

bergetar relatif terhadap bagian yang lain dengan frekuensi yang sama.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan secara eksperimental di bumi perkemahan Buper Waena, Distrik Heram Kota Jayapura. Menggunakan mobil truk Mitsubishi Fuso 125 PS keluaran tahun 2013.

Gambar 2. Mitsubishi fuso 125 PS (Dump Truck) Tahun Produksi 2013

Untuk metode sinusoidal digunakan kayu ukuran 5 x 5 cm dengan jarak setiap 10 meter. Pengamatan dan pengukuran getaran langsung pada suspensi mobil yang akan diteliti.

Gambar 3. Sistem suspensi mobil

Suspension damping atau peredaman kejutan suspensi adalah kemampuan suspensi untuk menahan gerakan naik turun (oskilasi) dari pegas. Tujuan dari peredaman kejutan suspensi adalah untuk mengendalikan gerakan oskilasi pegas agar tidak kembali memantul-mantul setelah mobil mengalami guncangan. Namun untuk mengetahui kinerja sistem suspensi secara manual dapat dilakukan dengan cara: (1) melakukan tes jalan untuk mengetahui apakah sistem suspensi mengeluarkan bunyi atau tidak. (2) melakukan damper tester seperti dengan menggunakan alat pengukur toe gauge dapat menunjukkan peredaman tidak bekerja dengan benar. Damper test dinyatakan berhasil jika hasil grafik tidak menunjukkan gerakan oskilasi berlebihan.

Pengambilan data dilakukan dengan posisi porsneling 4, karena untuk posisi porseniling yang rendah mobil / kendaraan tidak stabil. Karena vibration meter hanya untuk 1 pengukuran maka dilakukan pengukuran kecepatan dan percepatan secara bergantian untuk kecepatan 20 km/jam, 40 km/jam dan 60 km/jam.

Mobil dihidupkan dan posisi kecepatan 20 km/jam ditahan/setting kecepatannya tetap dan jarak tempuh 100 m. saat pengukuran dilakukan pengukuran waktu tempuh menggunakan stopwatch untuk jarak tersebut. Pengukuran dilakukan berulang kali untuk kecepatan yang sama dan hasilnya di rata-ratakan.

Gambar 4. Vibration meter

Gambar 5. Proses pengambilan data

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Kecepatan dan Percepatan Dengan Variasi Kecepatan Mobil Untuk Jalan Bergelombang

Jarak	Vel, $\dot{x}$			Acc, $\ddot{x}$		
	20	40	60	20	40	60
100	30.8	40	52.6	15.4	15.5	18.7

Tabel 2. Kecepatan dan Percepatan Dengan Variasi Kecepatan Mobil Untuk Jalan Rata

Jarak	Vel, $\dot{x}$			Acc, $\ddot{x}$		
	20	40	60	20	40	60
100	5.6	7.4	9.4	8.2	10.4	10.9

Analisa getaran untuk kecepatan 20 km/jam pada posisi persneling 4 dan putaran 800 rpm

Kecepatan sudut motor penggerak

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} = \frac{2x3{,}14x800}{60} = 83{,}73\ rad/s$$

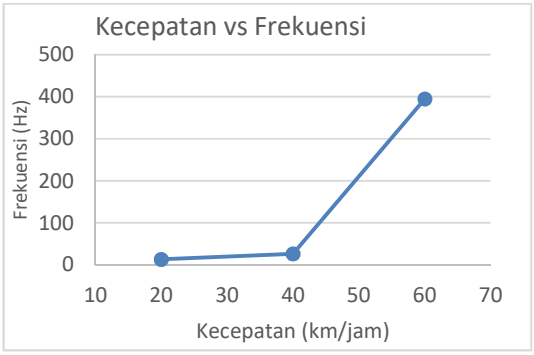
Maka frekuensi di hitung dengan menggunakan persamaan :

$f = \omega 2\pi = (83{,}73)x(2)x(3{,}14) = 13{,}33\ Hz$

Selanjutnya frekuensi akibat variasi kecepatan kendaraan terlihat pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Hubungan Kecepatan Terhadap Frekuensi

Kecepatan (km/jam)	Frekuensi (Hz)
20	13.3
40	26.6
60	394.4



Gambar 6. Grafik Kecepatan vs Frekuensi

Gambar 6. memperlihatkan bahwa pada kecepatan tertinggi 60 km/jam, frekuensi yang dihasilkan adalah 394,4 Hz, dan kecepatan terendah dengan kecepatan 20 km/jam mendapatkan frekuensi dengan nilai 13,3 Hz, daya pada mesin mobil Mitsubishi fuso 125 PS = 93212,5 Watt. Sementara menurut ISO 2631 mengenai Mechanical Vibration and Shock Evaluation of Human Exposure to Whole Body Vibration, frekuensi yang di izinkan maksimum 80 Hz, sehingga pengoperasian mobil untuk kondisi jalan bergelombang atau banyak rintangan sebaiknya pada kecepatan 40 km/jam karena masih berada pada frekuensi aman yang di izinkan, jika kecepatan melebihi maka kendaraan akan cepat rusak karena telah melewati frekuensi yang di izinkan.

Kecepatan dan percepatan gerak harmonik dapat di peroleh dengan diferensiasi. Dengan menggunakan notasi titik untuk turunannya, maka diperoleh kecepatan:

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

sehingga :

Dengan hambatan/sinusoidal :

$$A = \frac{30{,}85}{83{,}73\cos((83.73)x6)} = 0{,}38\ mm$$

Tanpa hambatan/jalan rata :

$$A = \frac{5{,}64}{83{,}73\cos((83.73)x6)} = 0{,}069\ mm$$

Percepatan

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

sehingga :

Dengan hambatan/sinusoidal :

$$A = \frac{15{,}4}{-(83{,}73)^2\sin((83{,}73)x6)} = -0{,}008\ mm$$

Tanpa hambatan/jalan rata :

$$A = \frac{8{,}28}{-(83{,}73)^2\sin((83{,}73)x6)} = -0{,}004\ mm$$

Selanjutnya dianalisa kecepatan getaran pada kecepatan mobil 20 km/jam dan putaran 800 rpm menurut time domain / domain waktu maka :

Dengan Hambatan/Sinosoidal

Untuk t = 2 secon

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

$= (83{,}73)(0{,}38))\cos((83{,}73)x2$

$= -18{,}22\ mm/s$

Untuk t = 4 secon

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

$= (83{,}73)(0{,}38))\cos((83{,}73)x4$

$= -11{,}04\ mm/s$

Untuk t = 6 secon

$\dot{x} = \omega A \cos \omega t$
= $(83{,}73)(0{,}38))\cos((83{,}73)x6$
= $30{,}85\ mm/s$

Untuk t = 8 secon
$\dot{x} = \omega A \cos \omega t$
= $(83{,}73)(0{,}38))\cos((83{,}73)x8$
= $-24{,}23\ mm/s$
Untuk t = 10 secon
$\dot{x} = \omega A \cos \omega t$
= $(83{,}73)(0{,}38))\cos((83{,}73)x10$
= $-3{,}15\ mm/s$

Tanpa Hambatan/jalan rata
Untuk t = 2 secon
$\dot{x} = \omega A \cos \omega t$
= $(83{,}73)(0{,}069))\cos((83{,}73)x2$
= $-3{,}33\ mm/s$

Untuk t = 4 secon
$\dot{x} = \omega A \cos \omega t$
= $(83{,}73)(0{,}069))\cos((83{,}73)x4$
= $-2{,}02\ mm/s$

Untuk t = 6 secon
$\dot{x} = \omega A \cos \omega t$
= $(83{,}73)(0{,}069))\cos((83{,}73)x6$
= $5{,}64\ mm/s$

Untuk t = 8 secon
$\dot{x} = \omega A \cos \omega t$
= $(83{,}73)(0{,}069))\cos((83{,}73)x8$
= $-4{,}43\ mm/s$

Untuk t = 10 secon
$\dot{x} = \omega A \cos \omega t$
= $(83{,}73)(0{,}069)\cos((83{,}73)x10$
= $-0{,}58\ mm/s$

Selanjutnya untuk kecepatan mobil 40 km/jam dan 60 km/jam dengan posisi porsneling 4 dapat dilihat pada table 4.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Kecepatan Pada Jalan Sinusoidal dan Jalan Rata Menurut Domain Waktu

Wak	**Vel. 20**		**Vel. 40**		**Vel. 60**	
sec	**Sin**	**Rata**	**Sin**	**Rata**	**Sin**	**Rata**
2	-18	-3.3	-15	-2.9	70	12.7
4	-11	-2	-34	-6.4	63	11.4
6	30	5.6	40	7.4		
8	-24	-4.4	7.1	1.32		
10	-3	-0.5				

Gambar 7. Grafik kecepatan vs waktu

Gambar 7. memperlihatkan pada kecepatan 20, 40 dan 60 km/jam bahwa pada waktu 2 detik kecepatan getaran tertinggi dengan hambatan mendapatkan nilai 70,56 mm/s, dan pada waktu 4 detik kecepatan getaran terendah mendapatkan nilai -34,83 mm/s. sedangkan pada waktu 2 detik untuk kecepatan getaran tertinggi tanpa hambatan dengan nilai 12,71 mm/s, dan pada waktu 4 detik kecepatan getaran terendah mendapatkan nilai -6,44 mm/s.

Selanjutnya dianalisa percepatan getaran pada kecepatan mobil 20 km/jam pada putaran 800 rpm menurut time domain / domain waktu maka :

Dengan Hambatan/Sinosoidal
Untuk t = 2 secon
$\ddot{x} = -\omega^2 A \sin \omega t$
= $(-83{,}73)^2(-0{,}008))\sin((83{,}73)x2$
= $-50{,}13\ mm/s^2$

Untuk t = 4 secon
$\ddot{x} = -\omega^2 A \sin \omega t$
= $(-83{,}73)^2(-0{,}008))\sin((83{,}73)x4$
= $57{,}31\ mm/s^2$

Untuk t = 6 secon
$\ddot{x} = -\omega^2 A \sin \omega t$
= $(-83{,}73)^2(-0{,}008))\sin((83{,}73)x6$
= $-15{,}40\ mm/s^2$

Untuk t = 8 secon
$\ddot{x} = -\omega^2 A \sin \omega t$
= $(-83{,}73)^2(-0{,}008))\sin((83{,}73)x8$
= $-39{,}70\ mm/s^2$

Untuk t = 10 secon
$\ddot{x} = -\omega^2 A \sin \omega t$
= $(-83{,}73)^2(-0{,}008))\sin((83{,}73)x10$
= $60{,}79\ mm/s^2$

Tanpa Hambatan/jalan rata
Untuk t = 2 secon

$$\ddot{x} = -\omega^2 A \sin \omega t$$
$$= (-83{,}73)^2(-0{,}004))\sin((83{,}73)x2$$
$$= -26{,}95 mm/s^2$$

Untuk t = 4 secon

$$\ddot{x} = -\omega^2 A \sin \omega t$$
$$= (-83{,}73)^2(-0{,}004))\sin((83{,}73)x4$$
$$= 30{,}81\ mm/s^2$$

Untuk t = 6 secon

$$\ddot{x} = -\omega^2 A \sin \omega t$$
$$= (-83{,}73)^2(-0{,}004))\sin((83{,}73)x6$$
$$= -8{,}28\ mm/s^2$$

Untuk t = 4 secon

$$\ddot{x} = -\omega^2 A \sin \omega t$$
$$= (-83{,}73)^2(-0{,}004))\sin((83{,}73)x8$$
$$= -21{,}35\ mm/s^2$$

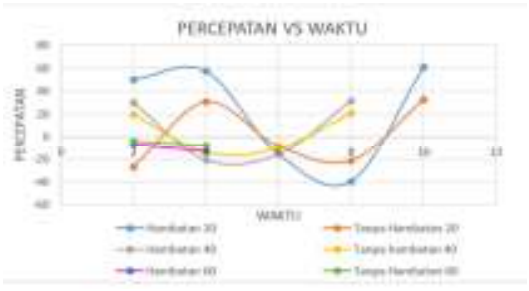
Untuk t = 10 secon

$$\ddot{x} = -\omega^2 A \sin \omega t$$
$$= (-83{,}73)^2(-0{,}004))\sin((83{,}73)x10$$
$$= 32{,}69\ mm/s^2$$

Selanjutnya untuk kecepatan mobil 40 km/jam dan 60 km/jam dengan posisi porsneling 4 dapat dilihat pada table 5.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Percepatan Pada Jalan Sinusoidal dan Jalan Rata Menurut Domain Waktu

Wak	Acc. 20		Acc. 40		Acc. 60	
sec	Sin	Rata	Sin	Rata	Sin	Rata
2	-50	-26	29	20	-6.8	-3.9
4	57	30	-20	-13	-13	-7.7
6	-15	-8	-15	-10		
8	-39	-21	31	21		
10	60	32				



Gambar 8. Grafik percepatan vs waktu

Gambar 8. memperlihatkan pada kecepatan 20,40 dan 60 km/jam bahwa pada waktu 10 detik percepatan getaran tertinggi dengan hambatan mendapatkan nilai 60,79 mm/s^2, dan pada waktu 8 detik untuk percepatan getaran terendah mendapatkan nilai -39,70 mm/s^2. Sedangkan pada waktu 10 detik untuk percepatan getaran tertinggi tanpa hambatan mendapatkan nilai 32,69 mm/s^2, dan pada waktu 2 detik percepatan getaran terendah mendapatkan nilai -26,95 mm/s^2.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari perhitungan analisa getaran pada suspensi akibat profil jalan sinusoidal dapat di simpulkan sebagai berikut :

1. Kecepatan getaran tertinggi dengan hambatan mendapatkan nilai 70,56 mm/s, dan kecepatan getaran terendah mendapatkan nilai -34,83 mm/s. sedangkan untuk percepatan getaran tertinggi dengan hambatan mendapatkan nilai 60,79 mm/s^2, dan percepatan getaran terendah mendapatkan nilai -39,70 mm/s^2.
2. Semakin tinggi kecepatan mobil maka kecepatan getarannya akan semakin tinggi yaitu pada kecepatan 60 km/jam dengan nilai 70,56 mm/s. Sedangkan untuk percepatan getarannya akan semakin rendah yaitu pada kecepatan 60 km/jam dengan nilai -39,70 mm/s^2.
3. Semakin tinggi kecepatan mobil yaitu pada kecepatan 60 km/jam maka frekuensi getaran dari mobil semakin tinggi yaitu dengan nilai 394,4 Hz.
4. Dari hasil pengujian kecepatan getaran maka untuk jalan yang bergelombang dan banyak rintangan, kecepatan maksimumnya adalah 40 km/jam karena masih dalam batas aman menurut standar ISO 2631 bahwa batas frekuensi yang izinkan adalah 1-80 Hz.

5. DAFTAR PUSTAKA

Akhmad Syarief dan Feddy Wanditya Setiawan, (2014), “Analisa Getaran Mekanis Dengan Metode Newton Pada Bus Menggunakan Simulasi Komputer”.

Amirul Huda dan Unggul Wasiwitono, (2011), “Analisa Sistem Suspensi Kendaraan Multiguna Pedesaan (GEA)”.

Binsar Hariandja, (1996). “Statika Dalam Analisis Struktur Berbentuk Rangka”, Erlangga,Jakarta.

R. Bagus Suryasa Majanasastra, (2014), “Analisis Shock Absorber Roda Depan Kendaraan Roda Empat Jenis Suzuki Carry 1000”
William T. Thomson, (1992), “Teori Getaran Dengan Penerapan” Penerbit Erlangga, Jakarta