

ANALISA GETARAN PADA PEGAS TERHADAP EKSITASI LANDASAN BERDASARKAN KECEPATAN

Ceeptadi Kusuma Wijaya, Liberty Sanders Sinaga

Program Study Teknik Mesin

Dosen Sekolah Tinggi Teknologi Bina Tunggal¹, Mahasiswa Sekolah Tinggi Teknologi Duta Bangsa²

ABSTRAK

Perkembangan dunia otomotif yang begitu mengalami kemajuan yang pesat sehingga dengan perkembangan kualitas kenyamanan kendaraan merupakan salah satu faktor yang harus diperhatikan dan diperhitungkan. Didalam upaya meningkatkan kualitas kenyamanan kendaraan dilakukan penelitian terkait suspense mobil Grand Max Pick Up. Pada penelitian ini dilakukan tahap analisis simulasi percepatan yang dialami mobil dengan beban 2000 kg. Pengujian yang dilakukan dengan memberikan eksitasi kecepatan yang bervariasi yaitu kecepatan 90 km/jam sampai dengan kecepatan 130 km/jam dengan massa 200 kg yang memiliki konstanta pegas 500 kN/m dan rasio redaman = 0,75 akibat permukaan jalan sinusoidal maka amplitude maksimum $Y = 0,05$ m dengan panjang gelombang 5 m. Maka dari penelitian ini diketahui desain suspense mengutamakan kenyamanan untuk penggunaan di jalan perkotaan yang berdasarkan standar ISO 2631.

Kata Kunci – Suspense, Kenyamanan,Keamanan,Kecepatan ISO 2631

1.1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan Dunia Industri dan kemajuan teknologi yang terus menerus berkembang dengan pesat yaitu dibidang otomotif. Mobil merupakan suatu alat transportasi yang sangat umum digunakan masyarakat. Adapun factor yang sangat mempengaruhi konsumen dalam memilih kendaraan berupa mobil yaitu kenyamanan dan keamanan dalam berkendara. Kenyamanan dan keamanan berkendara sangat mempengaruhi terhadap penumpang maupun pengangkutan barang.

Dalam upaya peningkatan kualitas kenyamanan dan keamanan dalam berkendara maka pengembangan dari system suspense sangatlah berperan sesuai permintaan konsumen. Sistem suspense merupakan salah satu komponen yang terpasang pada kendaraan yang dapat memberikan kenyamanan pada saat mengendarai kendaraan roda empat. Sistem suspense yang terpasang pada kendaraan roda empat berfungsi sebagai peredam getaran yang terjadi pada kendaraan yang diakibatkan permukaan jalan yang tidak rata dan bergelombang. Getaran yang terjadi pada system suspense merupakan fungsi dari frekuensi dan amplitude yang mana selalu

berubah tergantung eksitasi yang diberikan kontur jalan pada kendaraan yaitu yang dipengaruhi Kecepatan, Beban kendaraan dan Permukaan Jalan yang dilalui selalu bervariasi.

Pengujian yang akan dilakukan dengan memberikan eksitasi kecepatan yang bervariasi yaitu dengan kecepatan 90 Km/jam sampai dengan kecepatan 130 Km/jam dengan Massa 2000 Kg yang memiliki konstanta pegas 500 kN/m dan rasio redaman = 0,75 akibat permukaan jalan sinusoidal maka amplitude maksimum $Y = 0,05$ m dengan Panjang Gelombang 5 m

1.2. IDENTIFIKASI MASALAH

Dalam penelitian ini identifikasi masalah yang terjadi dilapangan ialah sebagai berikut

1. Banyaknya pengendara yang tidak memperhatikan gelombang jalan terhadap beban dan kecepatan kendaraan sehingga menimbulkan kecelakaan dalam lalu lintas.
2. Pengaruh kecepatan, beban, dan permukaan jalan berpotensi merusak system suspense kendaraan.

1.3. RUMUSAN MASALAH

Yang menjadi rumusan masalah adalah sebagai berikut :

1. Membandingkan amplitude Suspense dengan amplitude jalan untuk mencari batas keamanan dalam berkendara.
2. Menghitung Amplitudo dengan variasi Kecepatan dan Panjang Gelombang jalan

1.4. TUJUAN

Dalam penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Dengan melakukan analisa serta penelitian ini diharapkan bisa mengetahui bahaya yang diakibatkan jalan bergelombang yang dipengaruhi beban dan kecepatan kendaraan
2. Mengurangi resiko kecelakaan yang terjadi di jalan raya maupun pedesaan.

1.5. MANFAAT

Ada beberapa manfaat yang didapatkan dari analisa penelitian ini sebagai berikut :

1. Manfaat secara teknis yaitu agar pengendara mengetahui batas kecepatan dan beban yang diangkut kendaraan
2. Manfaat secara ekonomis yaitu bisa menjaga system suspense menjadi tahan lama.
3. Memperminim biaya perawatan terhadap mobil.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Getaran

Sejarah ilmu getaran mekanis dimulai dari penemuan Galileo mengenai hubungan antara panjang pendulum dan frekuensinya serta pengamatannya terhadap resonansi dua benda yang di hubungkan oleh energi sebagai transfer getaran pada frekuensi yang sama.

Model matematika getaran dikembangkan untuk membantu analisis getaran dimana perilaku getaran dapat berupa model linier maupun non linier. Dengan ditemukannya komputer maka metode numerik kemudian menjadi salah satu solusi untuk memecahkan permasalahan getaran yang bersifat non-linier.

Koordinat bebas yang dibutuhkan untuk menentukan jumlah Gerakan pada

posisi semua bagian dari system untuk waktu tertentu, didefinisikan sebagai derajat kebebasan system. System getaran memiliki derajat kebebasan satu sampai multi. Semakin tepat dalam menentukan jumlah derajat kebebasan, analisisnya akan menjadi semakin akurat.

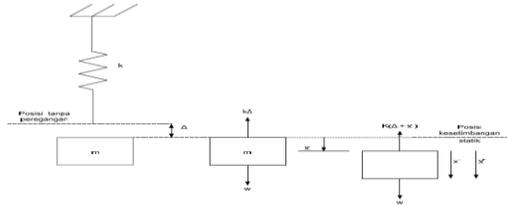
Getaran adalah gerakan berisolasi dari system mekanis serta kondisi dinamisnya. Getaran dapat berupa benturan yang berulang secara kontinyu dengan kata lain yaitu dapat juga berupa gerakan tidak beraturan maupun acak.

Dengan demikian getaran dibagi menjadi beberapa klasifikasi, antara lain:

2.1.1 Getaran Bebas didefinisikan sebagai getaran yang terjadi pada suatu sistem (mekanisme) tanpa adanya pengaruh gaya luar (eksitasi) yang memengaruhinya. Dengan kata lain, eksitasi diberikan pada awal saja, setelah itu benda akan berosilasi.

2.1.2 Getaran Paksa dapat didefinisikan sebagai getaran yang terjadi pada suatu sistem karena adanya rangsangan gaya luar (eksitasi). Sebagai contoh yaitu getaran pada motor diesel. Jika rangsangan tersebut berosilasi maka sistem dipaksa untuk bergetar pada frekuensi rangsangan. Jika frekuensi rangsangan sama dengan salah satu frekuensi natural sistem maka akan didapat keadaan resonansi, dan osilasi besar dapat menimbulkan bahaya. Kerusakan struktur yang terjadi pada gedung, jembatan, turbin, dan sayap pesawat berhubungan dengan fenomena resonansi ini.

2.1.3 Getaran Tak Tereadam adalah getaran dimana tidak ada kehilangan energi yang disebabkan tahanan selama osilasi



2.1.4 Getaran Tereadam adalah getaran dimana terjadi kehilangan energi yang disebabkan tahanan selama osilasi.

2.1.5 Getaran Linier adalah semua komponen system yang bergetar, baik itu pegas, massa, dan peredam berperilaku linier. Pada kondisi ini prinsip superposisi dipegang analisis teoritis menggunakan model matematika sangat baik untuk dikembangkan dikemudian hari.

2.1.6 Getaran Non Linier adalah semua komponen system yang bergetar baik itu pegas, massa, dan peredam berperilaku non linier. Pada kondisi ini penerapan superposisi tidak valid dan analisis menggunakan numerik dengan pendekatan metode non-linier dari hasil regresi kelakuan material suatu percobaan dilakukan. Contoh pendekatan ini pada biasanya dilakukan untuk getaran Impak.

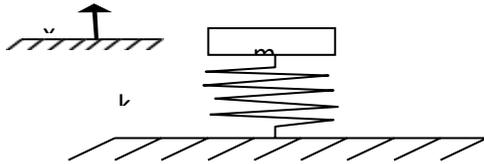
2.1.7 Getaran Deterministik adalah getaran dimana harga eksitasi yang bekerja pada system diketahui setiap saat

2.1.8 Getaran Random atau getaran acak adalah getaran dimana harga eksitasi yang bekerja pada system tidak dapat diperkirakan. Untuk jenis getaran ini diperlukan getaran rekaman data eksitasi dari pendekatan atau simulasi yang benar untuk dibuatkan polanya secara statistic sehingga rata-rata eksitasinya dapat diperkirakan. Contoh getaran ini adalah gempa bumi, kekasaran permukaan jalan, kecepatan angin

2.1.9 Getaran Harmonik Gerak osilasi dapat berulang secara teratur atau dapat tidak teratur, jika gerak itu berulang dalam selang waktu yang sama maka gerak itu disebut gerak periodik. Waktu pengulangan tersebut disebut periode osilasi dan kebalikannya disebut frekuensi. Jika gerak tersebut dinyatakan dalam fungsi waktu $x(t)$, maka setiap periodik harus memenuhi.

2.2 Persamaan Differensial Gerak

Model fisik dari getaran bebas tanpa redaman dapat dilihat pada gambar yang ada dibawah ini :



Dimana,

x : adalah simpangan

m : adalah massa

k : adalah konstanta pegas

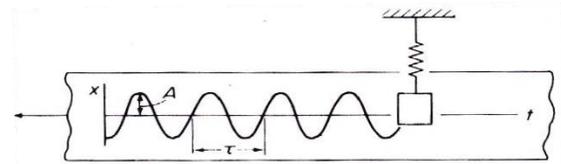
Untuk mendapatkan model matematika dari model fisik diatas yaitu dengan dilakukannya analisis diagram benda bebas (FBDA).

2.3 Sistem Derajat Kebebasan Tunggal Tak Teredam

Dalam dinamika statika struktur, jumlah kordinat bebas (independent cordinat) diperlukan untuk menetapkan susunan atau posisi system pada setiap saat yang berhubungan dengan jumlah derajat kebebasan. Pada umumnya, struktur berkeseimbangan (continuous structure) mempunyai jumlah derajat kebebasan (number of degrees of freedom) tak terhingga. Namun dengan proses idealisasi

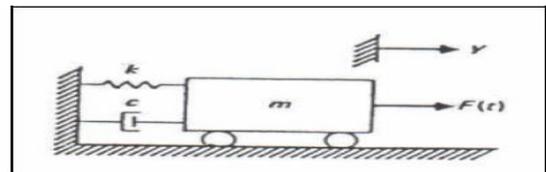
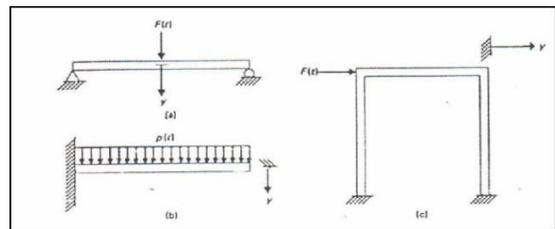
atau seleksi, sebuah model matematis yang dapat mereduksikan jumlah derajat kebebasan satu (one degree of freedom) dalam analisis dinamis, yaitu structure yang yang dimodelisasikan sebagai system dengan kordinasi perpindahan tunggal (single displacement coordinate).

Sistem derajat kebebasan tunggal ini dapat dijelaskan secara tepat dengan model



matematis seperti pada gambar diatas :

1. Elemen Massa (m), menyatakan massadan sifat inersia dari suatu structure
2. Elemen Pegas (k), menyatakan gaya balik elastis (elastic restoring force dan kapasitas energi potensial dari struktur
3. Elemen Redaman (c), menyatakan sifat geseran dan kehilangan energi dari struktur.
4. Elemen Redaman (c), menyatakan sifat geseran dan kehilangan energi dari struktur.



Dengan mengambil model matematis pada gambar diatas bahwa tiap elemen dalam system menyatakan sifat khusus, yaitu :

1. Massa (m), menyatakan sifat khusus inersia (property of inersia), bukan elastisitas atau kehilangan energi.
2. Pegas(k),menyatakanelastisitas,bukan inersia atau kehingan energi
3. Peredam (c), menyatakan kehilangan energy.

2.4 SISTEM GETARAN DUA DERAJAT KEBEBASAN

Sistem ini membutuhkan dua buah kordinat bebas, yaitu disebut dengan system dua derajat kebebasan. Sistem dua derajat kebebasan ini diasumsikan dalam dua dimensi dan dibagi menjadi tiga kondisi system, yaitu :

1. Kondisi Sistem Pertama : massa pegas yang terlihat pada gambar dibawah ini dengan gerakan massa m_1 dan m_2 secara vertical. Jumlah DOF sama dengan jumlah massa. DOF masing – masing massa dibatasi dengan pegas atau pasangan pegas dumper sehingga dibutuhkan dua kordinat, yaitu $x_1(t)$ dan $x_2(t)$. Hal ini berguna menentukan massa pada kondisi waktu berapapun. Hal itu berarti system membutuhkan dua buah kordinat yang memberi informasi lokasi serentak maupun secara Bersama-sama dengan menentukan kedudukan atau posisi dua massa tersebut. Kedua kordinat ini bergerak linier yang pada umumnya garakan itu vertical atau horizontal sekaligus.
2. Kondisi Sistem kedua, terjadi bila pada sebuah balok lamp massa m ditumpu dengan dua buah pegas

dengan koefisien kekakuan yang sama pada jarak paling tidak mendekati Panjang balok, atau dapat juga pada tumpuan.

DDOF adalah dua pasangan pegas damper dengan sifat kekakuan dan redaman yang sama yang terlihat pada gambar diatas.

Gerakan balok dibatasi sesuai dengan kemampuan system tumpuan balok yaitu dsecara vertical oleh $x(t)$ dan gerakan rotasi oleh $\theta(t)$. $x(t)$ dan $\theta(t)$ merupakan dua buah kordinat yang diidentik sebagai kemampuan gerakan benda untuk menentukan konfigurasi system. Konfigurasi system ini adalah perpindahan lurus seperti perpindahan sudut atau $\theta(t)$ yaitu sebagai rotasi massa. Kedua kordinat ini satu sama dengan yang lain independent atau bebas. Oleh karena itu system ini juga juga merupakan system dua derajat kebebasan.

3. Kondisi Sistem Ketiga adalah system dengan gerakan untuk dua pendulum,atau pendulum ganda seperti yang terlihat gambar diatas. Dalam kondisi ini jelas bahwa untuk menentukan posisi massa m_1 dan m_2 pada setiap waktu dibutuhkan dua buah kordinat dalam system sehingga system ini juga dikatakan system dua derajat kebebasan

Persamaan getaran Multy Degree Of Freedom (MDOF),termasuk DDOF untuk benda lamp mass pada umumnya dapat dinyatakan mengikuti prosedur metode Newton. Persamaan getaran DDOF diuraikan sesuai dengan gambar diatas.

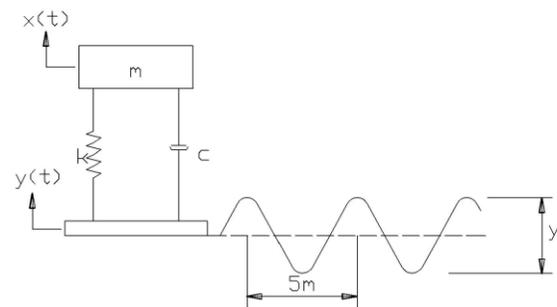
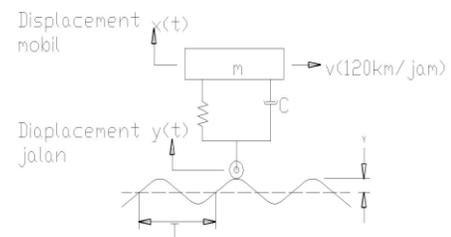
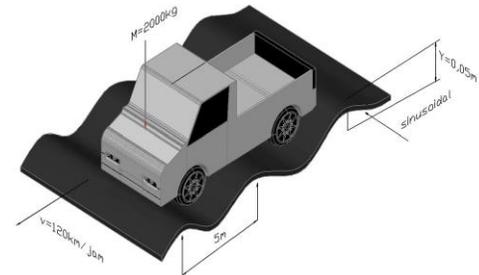
Dengan Prosedur diatas dinyatakan sebagai berikut :

1. Menentukan Indeks awal dan indeks akhir untuk sederet benda lamp massa yang bersusun.
2. Mendefinisikan arah dari $F_i(t)$ dan $x_i(t)$, dan kedua arah ini harus dibuat sama serta mengikuti arah pertambahan indeks massa.
3. Menyatakan untuk focus metode ini adalah melakukan prosedur pemberian gaya reaksi – reaksi dengan menguraikan kondisi beberapa benda lamp mass yang berhubungan sesuai prinsip free body diagram.
4. Membuat uraian DBB disertai pernyataan beban yang berupa gaya momen, atau torsi.
5. Menyatakan arah inersia sejalan dengan arah $d^2x/dt^2(t)$ sebagai arah gaya yang mewakili persamaan getaran bebasnya.
6. Membuat persamaan getaran. Persamaan ini diberlakukan untuk setiap benda lamp massa. Persamaan ini ditulis mengikuti keharusan dimana arah gaya selaras dengan posisi gaya eksitasi yang ditempatkan pada ruas kanan dari tanda yang sama.
7. Koefisien pada matriks (C) identic dengan koefisien pada matriks dan kedua matriks tersebut merupakan matriks simetri.

BAB III

METODE PENELITIAN

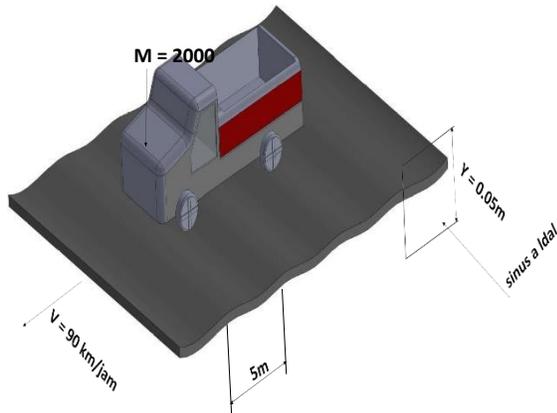
3.1. Spesifikasi Permukaan Jalan



BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

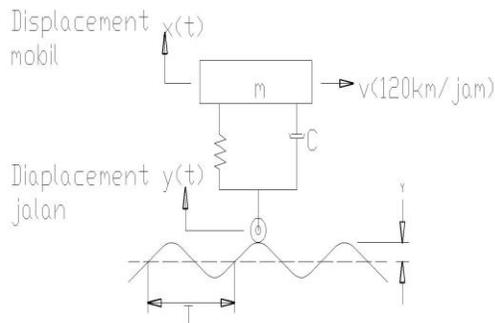
Analisa Eksitasi Gaya System Satu Derajat Kebebasan.



Diketahui massa mobil Grand Max 2000 kg, dengan system suspense pegas dan damper dari empat lokasi roda diekuivalenkan memiliki konstanta pegas 500 kN/m dan rasio redaman = 0,75. Kecepatan mobil 120 kM/jam. Permukaan jalan sinusoidal dengan amplitudo maksimum $Y = 0.05$ m dengan panjang gelombang 5 m.

Tentukan :

- Gambar kasusnya.
- Gambar model eksitasi gerakan mobil.
- Amplitudo dari kendaraan

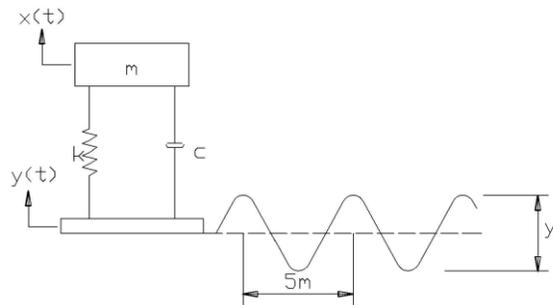


Maka Amplitudo Kendaraan adalah :

Frekuensi ω dari eksitasi landasan dapat ditemukan dengan membagi kecepatan kendaraan dengan panjang satu siklus kekasaran permukaan.

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \frac{v}{l} = 2 \cdot 3,14 \left(\frac{33,33}{5} \right)$$

$$\omega = 41,86 \text{ rad/s}$$



$$\omega_n = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{500000}{2000}} = 15,81 \text{ rad/s}$$

Sehingga Rasio Frekuensi adalah

$$r = \frac{\omega}{\omega_n} = \frac{41,86}{15,81} = 2,65$$

Rasio Amplitudo ditentukan dengan persamaan berikut

$$\begin{aligned} \frac{X}{Y} &= \left[\frac{1+(2\zeta r)^2}{(1-r^2)^2+(2\zeta r)^2} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= \left[\frac{1+(2 \cdot 0,75 \cdot 2,65)^2}{(1-2,65^2)^2+(2 \cdot 0,75 \cdot 2,65)^2} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= \left[\frac{1+15,8}{36,27+15,8} \right]^{\frac{1}{2}} = \sqrt{\frac{16,8}{52,07}} = \sqrt{0,3226} = \end{aligned}$$

0,568 m

$$\frac{X}{Y} = 0,568 \Rightarrow X = 0,568 \cdot Y$$

$$X = 0,568 \text{ m} \cdot 0,05 \text{ m} = 0,0284 \text{ m}$$

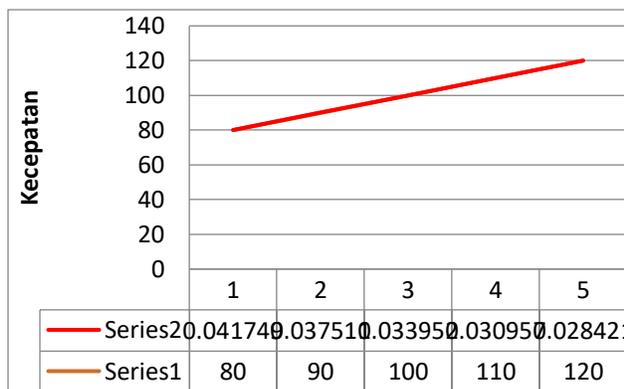
$$X = 28,4 \text{ mm}$$

BAB V

Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil perhitungan Analisa getaran pada suspensi akibat eksitasi landasan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Kecepatan getaran tertinggi dengan hambatan mendapatkan nilai 35,3 mm
2. Semakin tinggi kecepatan mobil maka kecepatan getarannya akan semakin tinggi yaitu pada kecepatan 130 km/jam
3. Dari hasil perhitungan dan Analisa kecepatan getaran pada jalan yang bergelombang dan banyak rintangan kecepatan maksimum adalah 110 km/jam karena masih dalam batas aman sesuai dengan standar ISO 2631.



DAFTAR PUSTAKA

1. Harris, Cyril M. dan Allan G. Piersol, eds. Harris' Shock and Vibration Handbook. New York: McGraw Hill. 2002
2. Scheffer C. dan Girdhar P. Practical Machinery Vibration Analysis and Predictive Maintenance. Amsterdam: IDC Technologies. 2004.
3. Thomson, William T. 1995. Teori Getaran dengan Penerapan. Trans. Lea Prasetyo. Edisi Kedua, Jakarta: Penerbit Erlangga
4. Vierck, Robert K. Analisis Getaran. Trans. Dicky Rezady. Munaf. Bandung: Eresco. 1995.
5. Rusianto Toto, Anak Agung Putu Susastriwan; 2021 Getaran Mekanik, Akprin Press
6. William T. Thomson, (1992), "Teori Getaran Dengan Penerapan" Penerbit Erlangga, Jakarta
7. R. Bagus Suryasa Majanasastra, (2014), "Analisis Shock Absorber Roda Depan Kendaraan Roda Empat Jenis Suzuki Carry 1000
8. Jurnal dinamis vol 17. no. 1 2019 analisis getaran suspensi mobil mitsubishi fuso 125 ps akibat profil jalan sinusoidal
9. S Graham (2000), Fundamental of Mechanical Vibrations 2nd editon, Boston McGraw-Hill.
10. Douglas (2008) Structural Dynamics and Vibration in Practice Amsterdam, Elsevier Ltd.