

ANALISIS ALAT UJI GETARAN MEKANIS DENGAN VARIASI KONSTANTA PEGAS TANPA PEREDAM VISKOS

Gatot Ari Bowo^{1*}, Budi Setiyana² dan Darmanto^{2}**

¹Teknik Mesin, Universitas Wahid Hasyim

²Dosen Teknik Mesin, Universitas Wahid Hasyim

Jl. Menoreh Tengah X/22 Sampangan, Semarang, Indonesia

Email: *hamzahrkt@yahoo.co.id, **darmanto@unwahas.ac.id

Abstrak

Jurusan Teknik Mesin Universitas Wahid Hasyim Semarang memiliki sebuah alat pengujian getaran mekanis yang belum pernah dilakukan pengujian. Untuk itu perlu dilakukan analisis terhadap alat tersebut dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh dari ketiga pegas terhadap nilai konstanta pegas (k), nilai faktor peredaman (ξ), nilai frekuensi pribadi (ω_n) dengan cara pengukuran dan perhitungan serta mengetahui besarnya nilai simpangan maksimum (X_{mak}) pada getaran paksa terhadap tiga pegas yang digunakan. Metode penelitian ini dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran dengan teori. Dari hasil penelitian tersebut didapatkan bahwa nilai konstanta pegas (k) pada pegas A adalah sebesar 646,67 N/m, nilai konstanta pegas (k) pada pegas B adalah sebesar 2517,71 N/m sedangkan nilai konstanta pegas (k) pada pegas C adalah sebesar 3538,96 N/m. Untuk faktor peredaman (ξ) pada pegas A sebesar $1,917 \cdot 10^{-2}$, pada pegas B sebesar $2,186 \cdot 10^{-2}$ dan pada pegas C sebesar $3,152 \cdot 10^{-2}$. Dari hasil antara pengukuran dan perhitungan besar prosentasi nilai frekuensi pribadi (ω_n) pada pegas A sebesar 11,93 %, pada pegas B sebesar [25,95%] dan pada pegas C sebesar 0,164 %. Untuk hasil simpangan maksimum (X_{mak}) pada pegas A sebesar 36,48 mm pada putaran motor sebesar 125 rpm, pegas B sebesar 40,49 mm pada putaran motor sebesar 149 rpm dan pegas C sebesar 42,28 mm pada putaran motor sebesar 226 rpm.

Kata kunci: konstanta pegas, faktor peredaman, frekuensi pribadi, simpangan

PENDAHULUAN

Jurusan Teknik Mesin Universitas Wahid Hasyim Semarang memiliki sebuah alat pengujian getaran mekanis yang belum pernah dilakukan pengujian. Untuk itu perlu dilakukan penelitian tentang alat tersebut untuk mengetahui fungsi-fungsi dari beberapa bagian alat tersebut dan pengaruhnya terhadap getaran yang terjadi khususnya pada getaran bebas dan getaran paksa. Alat pengujian getaran mekanis yang dimiliki Jurusan Teknik Mesin Universitas Wahid Hasyim yang belum pernah dilakukan pengujian perlu dilakukan pengujian untuk dapat mengetahui fungsi-fungsi dari beberapa bagian alat tersebut dan pengaruhnya terhadap getaran yang terjadi. Pegas adalah salah satu bagian dari alat pengujian yang ada yang mempunyai pengaruh penting dalam terjadinya getaran pada getaran bebas dan getaran paksa. Untuk mengetahui pengaruh pegas terhadap getaran tersebut perlu dilakukan penelitian dengan variasi beberapa pegas yang berbeda dari sisi diameter kawat pegas dan kekakuan pegas terhadap frekuensi pribadi (ω_n) pada getaran bebas dan besarnya simpangan maksimal (resonansi) pada getaran paksa.

Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui nilai konstanta pegas (k) dari tiga macam pegas yang digunakan.
2. Mengetahui nilai faktor peredaman (ξ) dari tiga macam pegas yang digunakan.
3. Mengetahui nilai frekuensi pribadi (ω_n) pada getaran bebas dari tiga macam pegas yang digunakan didalam alat getaran mekanis yang sudah dibuat dengan cara pengukuran dan perhitungan.
4. Mengetahui besarnya nilai simpangan maksimum (X_{mak}) pada getaran paksa terhadap tiga pegas yang digunakan untuk pengujian pada alat getaran mekanis.

Manfaat yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah agar hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai pedoman bagi mahasiswa lain yang akan melakukan praktikum dengan memakai alat getaran mekanis yang ada di Jurusan Teknik Mesin Universitas Wahid Hasyim Semarang.

METODE

Metode yang dilakukan untuk mengetahui nilai konstanta pegas (k) pada pegas A, pegas B

dan pegas C pada alat uji getaran mekanis yang ada, nilai frekuensi pribadi (ω_n) pada getaran bebas dari tiga macam pegas yang digunakan didalam alat getaran mekanis yang sudah dibuat dengan cara pengukuran dan perhitungan dan nilai simpangan maksimum (X_{mak}) pada getaran paksa terhadap tiga pegas yang digunakan untuk pengujian pada alat getaran mekanis.

itu sendiri (inherent) dan jika ada gaya luas yang bekerja. Sistem yang bergetar bebas akan bergerak pada satu atau lebih frekuensi naturalnya, yang merupakan sifat sistem dinamika yang dibentuk oleh distribusi massa dan kekuatannya. Berikut Gambar 2 menunjukkan diagram benda bebas dari getaran bebas tanpa redaman (Thomson, 1986).

Parameter Getaran

Amplitudo

Amplitudo adalah pengukuran skalar (nilai) yang non negatif dari besar osilasi (variasi periodik terhadap waktu dari suatu hasil pengukuran) suatu gelombang (Thomson, 1986).

Periode

Periode getaran adalah waktu yang digunakan dalam satu getaran dan diberi simbol T. Frekuensi dihitung dengan rumus (Thomson, 1986).

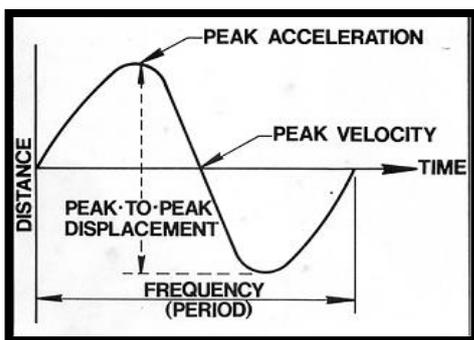
$$f = \frac{1}{T} \Leftrightarrow T = \frac{1}{f}$$

Keterangan:

- f = Frekuensi (Hertz)
- T = Periode (Sekon)

Frekuensi

Frekuensi getaran adalah jumlah getaran yang dilakukan oleh sistem dalam satu detik atau banyaknya periode getaran dalam satu waktu. Seperti terlihat pada Gambar 1 (Thomson, 1986).

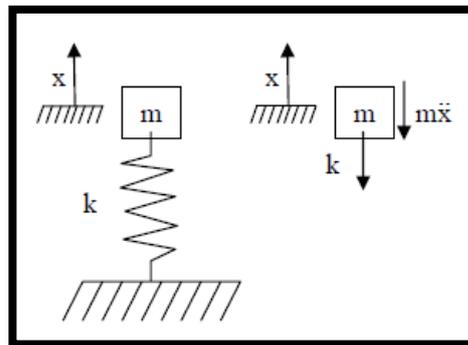


Gambar 1. Sistem getaran sederhana (Thomson, 1986)

Jenis-Jenis Getaran

1. Getaran Bebas Tanpa Peredaman

Getaran bebas terjadi jika sistem beresiliasi karena bekerjanya gaya yang ada dalam sistem



Gambar 2. Diagram gaya bebas (Thomson, 1986)

Dari gambar diatas bisa diperoleh rumus frekuensi pribadi (Thomson, 1986).

$$\omega_n = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Keterangan:

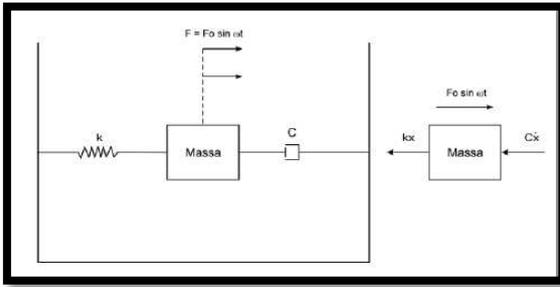
- ω_n = Frekuensi Pribadi (rad/s)
- k = Konstanta kekakuan pegas(N/m)
- m = Massa Pemberat (kg)

2. Getaran Bebas Dengan Peredaman

Bila peredaman diperhitungkan, berarti gaya peredam juga berlaku pada massa selain gaya yang disebabkan oleh peregangan pegas. Bila bergerak dalam fluida benda akan mendapatkan peredaman karena kekentalan fluida. Gaya akibat kekentalan ini sebanding dengan kecepatan benda (Thomson, 1986).

3. Getaran Paksa Tanpa Peredaman

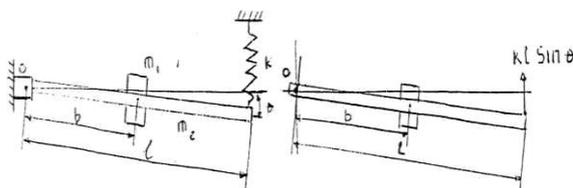
Getaran paksa adalah getaran yang terjadi karena rangsangan gaya luar, jika rangsangan tersebut beresiliasi maka sistem dipaksa untuk bergetar pada frekuensi rangsangan. Jika frekuensi rangsangan sama dengan salah satu frekuensi natural sistem, maka akan didapat keadaan resonansi dan osilasi besar yang akan mengakibatkan getaran yang sangat besar. Gambar 3 menunjukkan model getaran paksa secara fisik (K. Gupta, 1987).



Gambar 3. Model fisik getaran paksa (K. Gupta, 1987)

Getaran Bebas Pada Beam

Getaran yang terjadi pada beam merupakan getaran benda kaku, dimana pada getaran benda kaku tersebut, variabel yang menjadi salah satu pertimbangan utama adalah rotasi. Jadi prinsip-prinsip mengenai dinamika rotasional memainkan aturan penting dalam menjabarkan persamaan gerak. Pelaksanaan tentang ukuran perpindahan dimulai dari posisi kesetimbangan air statis yang sedikit lebih dari posisi pegas tanpa defleksi. Hal ini dilakukan agar menyederhanakan formulasi untuk sistem linier karena gaya-gaya dan momen-momen yang saling berlawanan dan sama besar yang terkait pada posisi keseimbangan statis dalam analisis akan saling meniadakan.



Gambar 4. Getaran bebas pada beam (Sriyono,2002)

Jika pada beam seperti pada Gambar 4 ditarik sedikit dari posisi kesetimbangannya, maka persamaan kesetimbangan momennya dapat dihitung dengan rumus (SS. Rao, 1984) :

$$\omega_n = \sqrt{\frac{3k(1-x)^2}{m_2l^2 + 3m_1b^2}}$$

$$k = \frac{1}{2l \sin \theta} mg$$

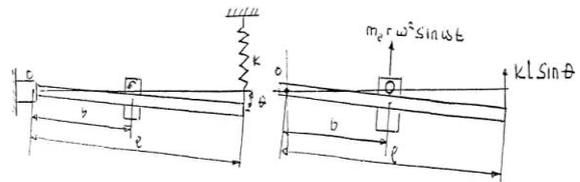
Keterangan:

- ω_n = Frekuensi Pribadi (rad/s)
- k = Konstanta kekakuan pegas (N/m)

- m = Massa Pemberat (kg)
- g = Gravitasi (m/s²)
- l = Panjang Beam (m)

Getaran Paksa Pada Beam

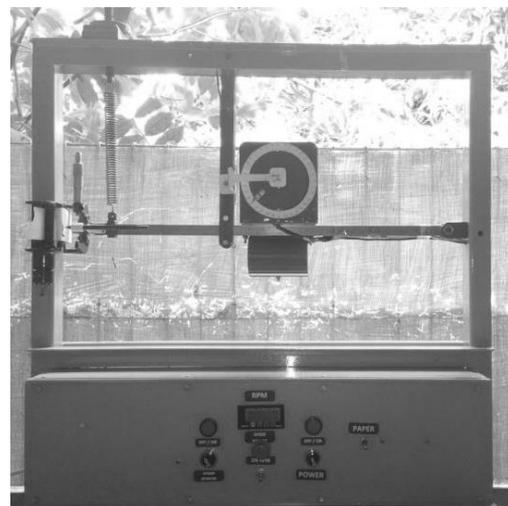
Jika beam seperti Gambar 4 diberi massa pengeksitasi pada jarak b dari pusat O akan tampak seperti Gambar 5. Gaya eksitasi berupa gaya sentrifugal dari motor yang memutar massa tak seimbang m_0 pada radius r yang besarnya adalah $m_c r \omega^2$. Tetapi arah gaya tersebut radial, dan fraksi gaya yang memberikan gaya eksitasi pada sistem getaran (SS. Rao, 1984) :



Gambar 5. Getaran Paksa pada Beam (Sriyono,2002)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pengujian ini dilakukan dengan alat uji getaran mekanis. Setelah persiapan dilakukan maka alat pengujian getaran siap untuk dilakukan pengambilan data, dimana pada pengujian kali ini yang akan kita lakukan yaitu pengujian getaran bebas dan pengujian getaran paksa dengan variasi konstanta pegas dan putaran motor penggetar (rpm). Berikut Gambar 6 adalah alat uji getaran mekanis yang digunakan untuk pengujian.



Gambar 6. Alat uji getaran mekanis

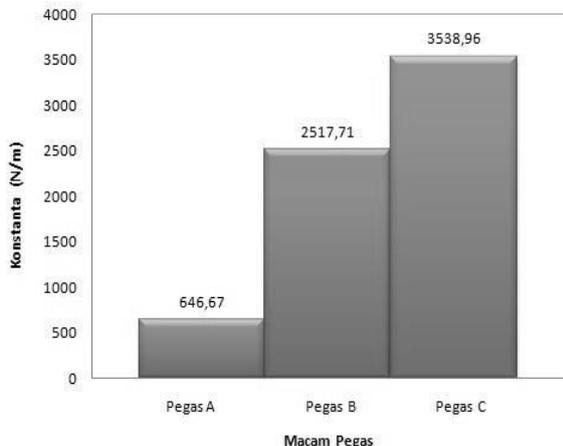
Hasil Perhitungan Konstanta Pegas

Berikut Tabel 1 hasil perhitungan konstanta pegas pada pegas A, pegas B dan pegas C.

Tabel 1 Hasil perhitungan konstanta pegas A, pegas B dan pegas C

Pegas	Konstanta Pegas (k) N/m
Pegas A	646,67
Pegas B	2517,71
Pegas C	3538,96

Berikut Gambar 7 adalah nilai konstanta pegas (k) pada pegas A, pegas B dan pegas C.



Gambar 7. Nilai konstanta pegas pada pegas A, pegas B dan pegas C

Dari gambar diatas dapat diketahui nilai konstanta pegas (k) pada pegas C mempunyai nilai konstanta pegas (k) yang lebih besar dibandingkan dengan pegas B dan pegas A. Hal itu disebabkan karena pegas C mempunyai diameter kawat yang lebih besar dan lebih kuat dibanding dengan pegas B dan pegas A.

Analisis Nilai Pengukuran dan Perhitungan Frekuensi Pribadi (ω_n)

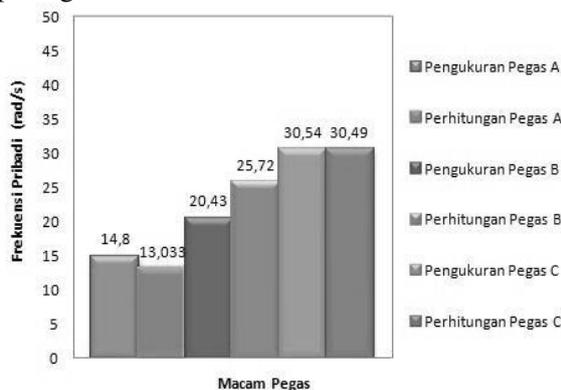
Berikut data yang diperoleh pada Tabel 2 berdasarkan data frekuensi pribadi (ω_n) antara pengukuran dan perhitungan pada getaran bebas.

Tabel 2 Hasil pengukuran dan perhitungan frekuensi pribadi (ω_n) pegas A, pegas B dan pegas C pada getaran bebas

Pegas	Frekuensi Pribadi (ω_n) (rad/s)
-------	---

	Pengukuran n	Perhitungan n
A	14,8	13,033
B	20,43	25,72
C	30,54	30,49

Berikut Gambar 8 adalah hasil perbandingan frekuensi pribadi (ω_n) pegas A, pegas B dan pegas C antara pengukuran dan perhitungan pada getaran bebas.



Gambar 8. Nilai pengukuran frekuensi pribadi (ω_n) pegas A, pegas B dan pegas C pada getaran bebas

Dari hasil tabel dan gambar diatas selisih besaran prosentasi nilai frekuensi pribadi (ω_n) pegas A, pegas B dan pegas C pada pengukuran dan perhitungan adalah sebagai berikut :

- Pegas A = $\frac{14,8 - 13,033}{14,8} \times 100 \% = 11,93 \%$
- Pegas B = $\frac{20,43 - 25,72}{20,43} \times 100 \% = [25,95] \%$
- Pegas C = $\frac{30,54 - 30,49}{30,54} \times 100 \% = 0,164 \%$

Selisih nilai frekuensi pribadi (ω_n) pegas A, pegas B dan pegas C antara pengukuran dan perhitungan pada getaran bebas terjadi karena :

- Pada pengukuran, titik berat terbagi secara merata sesuai dengan besarnya berat dari masing-masing bagian pada alat uji getaran. Sedangkan pada perhitungan, titik berat ditentukan pada satu titik (0,315 m).

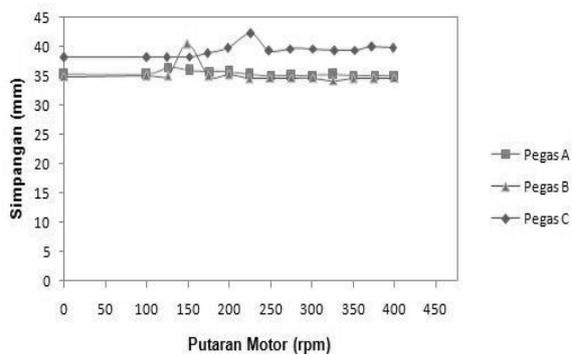
Redaman

Secara teori nilai faktor redaman (ξ) pada pegas A, pegas B dan pegas C dianggap nol, sedangkan secara perhitungan adalah sebagai berikut :

- Nilai faktor peredaman (ξ) pada pegas A adalah sebesar $1,917 \cdot 10^{-2}$.
- Nilai faktor peredaman (ξ) pada pegas B adalah sebesar $2,186 \cdot 10^{-2}$.
- Nilai faktor peredaman (ξ) pada pegas C adalah sebesar $3,152 \cdot 10^{-2}$.

Analisis Perbandingan Putaran Motor (rpm) terhadap Simpangan (x) Pegas A, Pegas B dan Pegas C pada Getaran Paksa

Berikut Gambar 9 menunjukkan grafik perbandingan putaran motor (rpm) terhadap simpangan (x) pegas A, pegas B dan pegas C pada getaran paksa.



Gambar 9. Grafik perbandingan putaran motor (rpm) terhadap simpangan (x) pegas A, pegas B dan pegas C pada getaran paksa

Berikut Tabel 3 nilai putaran motor (rpm) dan simpangan maksimum (x_{mak}) pegas A, pegas B dan pegas C pada getaran paksa.

Tabel 3 Nilai putaran motor (rpm) dan simpangan maksimum (x_{mak}) pegas A, pegas B dan pegas C pada getaran paksa

Pegas	Putaran Motor (rpm)	Simpangan (X_{mak}) (mm)
A	125	36,48
B	149	40,49
C	226	42,28

Dari gambar diatas dapat diketahui nilai simpangan tertinggi (x_{mak}) pada pegas C, lebih tinggi dibandingkan dengan pegas B dan pegas A. Hal itu disebabkan karena pegas C mempunyai nilai Konstanta pegas (k) yang lebih besar dibanding dengan pegas B dan pegas A.

KESIMPULAN

1. Hasil pengujian terhadap nilai konstanta pegas (k) pada pegas A, pegas B dan pegas C adalah sebagai berikut :
 - Nilai konstanta pegas (k) pada pegas A dengan berat 0,069489 kg adalah sebesar 646,67 N/m.
 - Nilai konstanta pegas (k) pada pegas B dengan berat 0,10296 kg adalah sebesar 2517,71 N/m.
 - Nilai konstanta pegas (k) pada pegas C dengan berat 0,1306 kg adalah sebesar 3538,96 N/m.
2. Nilai frekuensi pribadi (ω_n) pada pegas A, pegas B dan pegas C dengan cara pengukuran dan perhitungan pada getaran bebas adalah sebagai berikut :
 - a. Pada Pengukuran :
 - Nilai frekuensi pribadi (ω_n) pada pegas A adalah sebesar 14,8 rad/s.
 - Nilai frekuensi pribadi (ω_n) pada pegas B adalah sebesar 20,43 rad/s.
 - Nilai frekuensi pribadi (ω_n) pada pegas C adalah sebesar 30,54 rad/s.
 - b. Pada Perhitungan :
 - Nilai frekuensi pribadi (ω_n) pada pegas A adalah sebesar 13,03 rad/s.
 - Nilai frekuensi pribadi (ω_n) pada pegas B adalah sebesar 25,72 rad/s.
 - Nilai frekuensi pribadi (ω_n) pada pegas C adalah sebesar 30,49 rad/s.
3. Nilai simpangan maksimum (x_{mak}) pegas A, pegas B dan pegas C pada getaran paksa adalah sebagai berikut :
 - Nilai simpangan maksimum (x_{mak}) pada pegas A adalah sebesar 36,48 mm pada putaran motor sebesar 125 rpm.
 - Nilai simpangan maksimum (x_{mak}) pada pegas B adalah sebesar 40,49 mm pada putaran motor sebesar 149 rpm.
 - Nilai simpangan maksimum (x_{mak}) pada pegas C adalah sebesar 42,28 mm pada putaran motor sebesar 226 rpm.

SARAN

1. Perlu dilakukan pengujian getaran dengan melakukan pengukuran beda fase untuk mengetahui fenomena getaran yang sempurna.
2. Perlu dilakukan pengujian getaran dengan variasi peredaman.
3. Perlu dilakukan pengujian getaran dengan variasi massa pembebanan.
4. Perlu dilakukan pengujian getaran dengan variasi jarak pegas.

DAFTAR PUSTAKA

- Gupta, K., 1987, *Introductory Course on Theory and Practice of Mechanical Vibrations*, Wiley Eastern Limited, New Delhi.
- Rao, SS., 1984, *Mechanical Vibration Second Edition, Inventario*, Addison-Wesley Publishing Company, California.
- Sriyono, 2002, Laporan Tugas Akhir, *Pembuatan Alat Peraga Getaran Mekanis Satu Derajat Kebebasan Tanpa Peredam*, Teknik Mesin Universitas Diponegoro, Semarang, 16-23.
- Thomson, William T., Prasetyo, Lea, 1986, *Teori Getaran dengan Penerapan*, Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta.