Analisis Getaran Pada Berbagai Jenis Bahan Kayu Dengan Metode Fungsi Transfer

Amiruddin
Teknik Mesin Universitas Negeri Makassar
Jl. Dg. Tata Raya, Kampus UNM Parangtambung Makassar 90224

Abstraksi

Berkenaan dengan tingkat kestabilan dan kekuatan-kekuatan barang produksi dilihat dari segi penggunaan barang tersebut adalah efek redaman pada konstruksinya. Terutama bila konstruksi barang tersebut menerima beban yang berubah-ubah, beban bolak balik dan beban tiba-tiba.
Efek redaman dipengaruhi oleh suatu bahan atau sistem yang bergetar. Pemelihan bahan atau material yang baik untuk suatu produk sangatlah dipengaruhi oleh karakteristik dari bahan tersebut.
Kekuatan spesimen untuk semua jenis bahan kayu adalah :

- *Kayu ulin : 208538 N/m* $\xi = 0{,}008820$
- *Kayu bayam : 176422 N/m* $\xi = 0{,}008685$
- *Kayu jati : 132081 N/m* $\xi = 0{,}008361$

Dan faktor peredam untuk bahan yang berbeda diperoleh bahwa faktor peredam tersebut terjadi pada bahan kayu ulin.

Kata Kunci : *Bahan kayu, mehode fungsi transfer*

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam perkembangan industrialisasi dari pertama kali ditemukannya mesin-mesin pengganti tenaga manusia hingga dewasa ini khususnya industri di bidang produksi barang dan jasa, diutamakan pada kwalitas barang dan jasa yang dihasilkan. Oleh karena hal tersebut di atas, maka perbaikan demi perbaikan dibenahi terus untuk mencapai hasil yang maksimum. Begitu banyak hal yang diperhatikan dalam meningkatkan mutu barang dan jasa, salah satu hal yang perlu diketahui, berkenaan dengan tingkat kestabilan dan kekuatan barang produksi dilihat dari segi penggunaan barang tersebut pada efek redaman konstruksinya. Terutama bila konstruksi barang tersebut menerima beban yang berubah-ubah, beban bolak-balik, beban tiba-tiba (*fatique*) dan beban akibat berat bahan itu sendiri.

Efek redaman dipengaruhi oleh suatu bahan atau sistem yang bergetar. Bergetarnya suatu sistem atau bahan disebabkan sistem tersebut mempunyai massa dan elastisitas. Dan juga perlu diketahui bahwa bergetarnya suatu sistem mempunyai batas-batas derajat kebebasan tertentu, maka secara umum getaran dibagi atas dua bagian yaitu getaran bebas dan getaran paksa.

Untuk memilih bahan atau material yang baik untuk suatu produk sangatlah dipengaruhi oleh karakteristik dari bahan tersebut. Dalah satu karakteristik dari bahan yang mempengaruhi kondisi bahan tersebut adalah kekakuan bahan yang diuji dari analisa getaran dengan cara percobaan (*eksperimental*), karena tanpa mengetahui lebih jauh kekakuan dan juga faktor redaman suatu bahan untuk suatu produk maka produk yang akan dihasilkan tidak dapat dianalisa kwalitasnya secara pasti.

Selama ini analisa getaran pada suatu bahan lebih banyak memilih bahan logam, baik logam ferro maupun logam non ferro. Hal ini banyak dilakukan sebab peranan bahan dari logam masih memegang peranan penting dalam permesinan maupun perindustrian. Namun perkembangan teknologi sekarang material dari bahan logam telah banyak digantikan oleh material dari bahan non logam misalnya kayu, fiber, plastik, asbes, keramik dan lain-lain. Melihat hal tersebut di atas maka perlu eksperimen terhadap bahan dari non logam dalam hal ini bahan berupa kayu dengan analisa getaran.

Disamping itu ada beberapa hal penting yang perlu diketahui sehubungan dengan dipilihnya konstruksi dari bahan kayu adalah sebagai berikut :

- Kayu mempunyai kekuatan yang tinggi dan berat yang rendah, mempunyai daya penahan tinggi terhadap pengaruh kimia dan listrik, dapat mudah dikerjakan, harganya relatif murah, dapat dengan mudah mengganti bagian-bagian konstruksi yang sudah tidak layak dan didapat dalam waktu singkat.
- Kerugian antara lain sifat kurang homogen dengan cacat-cacat alam seperti arah serat yang berbentuk menampang, spiral dan diagonal, mata kayu dan sebagainya.
- Kayu dapat memuai dan menyusut dengan perubahan-perubahan kelembaban dan meskipun tetap elastis dan pada pembebanan berjangka lama pada sesuatu balok kayu akan terjadi lendutan relatif besar.

Sifat-sifat karakteristik ini memperlihatkan perbedaan-perbedaan penting antara kayu dan bahan lain yang untuk analisa matematis dalam ilmu kekuatan biasanya diidealisir sebagai bahan yang sempurna akan homogenitas dan elastisitasnya. Dari segi faktor kekuatan dalam pemakaian untuk bidang konstruksi, maka jenis kayu yang sering digunakan adalah kayu ulin, kayu bayam dan kayu jati.

1.1. Tujuan Penelitian

Tujuan dari analisis ekperimental getaran pada balok yang ditumpu sederhana dengan eksitasi harmonik adalah untuk menentukan karakteristik getaran dan besaran-besaran dinamik ekivalen dari benda atau sistem yang bergetar dengan bahan kayu jati, kayu bayam dan kayu ulin dengan peletakan eksiter yang tetap, seperti frekuensi sudut resonansi, massa, kekakuan, faktor peredam, koefisien redaman dan koefisien redaman kritis, dengan menggunakan fungsi transfer dan juga sekaligus membandingkan efek redaman dari ketiga jenis bahan kayu tersebut sehingga dengan mengetahui besaran-besaran ekivalen di atas maka dengan sendirinya, karakteristik dari ketiga jenis kayu yang diteliti dapat diketahui.

1.2. Kegunaan Penelitian

Dari hasil penelitian yang diperoleh ini, diharapkan memberikan gambaran perbandingan dalam pemilihan bahan produk suatu sistem khususnya bahan dasar kayu. Dan juga diharapkan dari hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi kita, sebagai bahan tambahan khususnya tentang mata kuliah getaran mekanik.

1.3. Batasan Masalah

Melihat begitu kompleksnya permasalahan mengenai getaran, maka dalam penelitian ini kami batasi beberapa masalah sebagai berikut :

1. Bahan yang diuji adalah bahan dasar kayu yang jenisnya adalah : Kayu Jati, Kayu Bayam, Kayu Ulin
2. Menggunakan tumpuan sederhana (*Simple Beam*) dimana posisi peletakan motor penggerak (*eksiter*) terhadap benda uji adalah tetap (1/2 L) benda uji tersebut.

3. Panjang dari semua benda uji adalah 850 mm disesuaikan dengan jarak antara tumpuan dari peralatan uji getaran.
4. Metode eksistensi yang digunakan adalah metode eksitasi yang dihasilkan dari piring ketidakseimbangan yang berputar, dan pengukuran tentang getaran dilakukan dengan alat vibration meter.
5. Metode sistem getaran yang digunakan adalah sistem satu derajat kebebasan.
6. Menggunakan fungsi transfer dalam menghitung besaran-besaran yang dicari, yaitu :
   - Fungsi transfer simpangan
   - Fungsi transfer kecepatan
7. Hal-hal lain dari benda uji yaitu sifat-sifat dan kekuatan benda uji tidak diperhitungkan.

II. LANDASAN TEORI

2.1 Sifat-sifat Umum Kayu

Kayu berasal dari berbagai jenis pohon memiliki sifat yang berbeda-beda. Walaupun kayu berasal dari satu pohon memiliki sifat agak berbeda, jika dibandingkan bagian ujung dan pangkalnya. Oleh sebab itu ada baiknya apabila sifat-sifat kayu itu diketahui terlebih dahulu, sebelum kayu tersebut dipergunakan sebagai bahan konstruksi suatu rekayasa (*Enginering*). Dilihat dari sifat fisik kayu antara lain :

- ***Berat Jenis***

  Kayu memiliki berat jenis yang berbeda-beda. Berat jenis merupakan petunjuk penting bagi aneka sifat kayu. Makin berat kayu itu, umumnya makin kuat pula kayunya .

- ***Keawetan Alami Kayu***

  dimaksud dengan keawetan alami, ialah ketahanan kayu terhadap serangan dari unsur-unsur perusak kayu dari luar seperti : jamur, rayap, bubuk, cacing laut makhluk lain yang diukur dari jangka waktu tahunan.

- ***Tekstur***.

  Tekstur ialah ukuran relatif sel-sel kayu atau serat-serat kayu. Jadi dapat dikatakan tekstur ialah ukuran relatif serat-serat kayu.

- ***Berat Kayu***

  Berat suatu jenis kayu tergantung dari jumlah zat kayu yang tersusun, rongga-rongga sel atau jumlah pori-pori, kadar air yang dikandung dan zat-zat ekstraktif.

2.2. Tinjauan Umum Tentang Getaran

Studi tentang getaran adalah studi tentang gerakan berosilasi dan sistem mekanis serta kondisi-kondisi dinamisnya. Gerakan ini dapat berupa gerakan beraturan dan berulang secara kontinu atau dapat juga berupa gerakan tidak beraturan atau acak. Umumnya getaran ditimbulkan akibat adanya gaya yang juga bervariasi dengan waktu.

Berdasarkan gangguan (rangsangan) yang diberikan pada benda atau sistem, getaran yang timbul dapat diklasifikasikan sebagai getaran bebas dan getaran paksa.

2.2.1. Getaran bebas

Getaran bebas adalah getaran periodik yang diamati sebagai sistem yang berpindah dari kedudukan kesetimbangan statis. Gaya yang bekerja adalah gaya pegas, gesekan dan berat massa. Akibat adanya gesekan, getaran hilang sesuai dengan waktu. Getaran ini disebut *getaran bebas* (*free vibration*) atau kadangkala disebut *transien*(*transient*).

2.2.2. Getaran Paksa

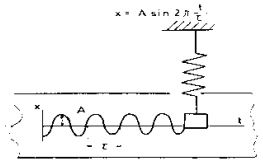
Jika suatu sistem dibeigangguab berupa gaya luar, maka sistemakan bergetar pada frekuensi eksitasinya. Maka getaran yang yang terjadi disebut getaran paksa. Apabila frekuensi eksitasinya sama

dengan salah satu atau lebih dari frekuensi pribadi sistem, maka akan terjadi resonansi. Dengan adanya simpangan yang besar, maka kondisi resonansi dapat dicegah dengan menggunakan peredam.

Secara teoritis untuk sistem tanpa peredam, besarnya simpangan yang terjadi pada saat resonansi akan mencapai nilai tak terhingga. Namun secara eksperimental hal ini tidak akan terjadi karena setiap sistem yang bergetar memiliki sifat redam yang dapat mengurangi besarnya simpangan yang terjadi. Karena energy yang diterima oleh sistem yang menyebabkan sistem bergetar disisifasi (diserap) secara internal oleh gesekan molekuler didalam sistem itu sendiri.

2.3. Sistem dan gerakan getaran

Untuk menganalisa persamaan getaran suatu sistem, maka perlu memahami karakteristik utama dari getaran. Getaran mekanis dapat terjadi dibutuhkan minimal dua elemen pengumpul energi. Yang pertama adalah massa yang menyimpan energi kinetik dan yang kedua adalah alat elastis seperti pegas yang menyimpan energi potensial. Kedua elemen ini ditunjukkan pada gambar 1, disimbolkan dengan “m” dan “k” yang mewakili elemen massa dan elemen elastic..



Gambar 1. Gerakan Harmonik

Umumnya getaran harmonis yang terjadi akibat adanya eksitasi yang diperoleh dari ketidakseimbangan pada mesin-mesin yang berputar. Dalam pengujian ini digunakan metode eksitasi yang dihasilkan oleh piring ketidaksamaan yang berputar.

2.4. Getaran Harmonik Paksa

Terajadinya eksitasi harmonikl seiring dihadapi dalam sistem rekayasa. Eksitasi ini biasanya dihasilkan oleh ketidak seimbangan pada mesin-mesin yang berputar. Dalam penelitian ini digunakan metode eksitasi harmonic yang dihasilkan oleh piring ketidakseimbangan yang berputar.

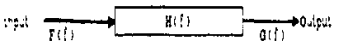
2.5. Struktur balok

Bagian konstruksi merupakan suatu batang yang didesain untuk menerima beban yang bekerja dengan arah transversal terhadap garis sumbunya.
Secara umum balok didefenisikan sebagai suatu benda yang dibatasioleh enam buah empat persegi panjang yang masing-masing disebut bidang sisi atau sisi balok. Menurut spesifikasi umum, balok mempunyai perbandingan antar lebar (L) dengan tebal (h) atau (Lh) adalah sekitar 4/3 sampai 3/1.

2.6. Analisa Fungsi Transfer

2.6.1. Pengertian Fungsi Transfer

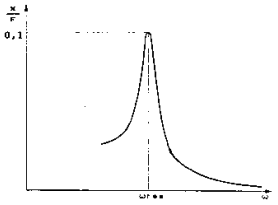
Secara matematis fungsi transfer adalah suatu fungsi yang menyatakan hubungan antara output dengan input. Pada gambar dibawah ini yang dimaksud dengan fungsi transfer dalam domain frekuensi H(f) adalah :



Gambar 2. Hubungan input-output sistem linier sederhana

Dari pengertian fungsi transfer diatas, dimisalkan ada suatu sistem yang meiliki fungsi transfer seperti gambar dibawah ini bila ada sistem yang digetarkan oleh gaya eksitasi yang frekuensi resonansinya ω_{res} dan gaya eksitasinya satu newton maka sistem akan bergetar dengan amplitudo sebesar 0,1 cm. untuk eksitasi dengan frekuensi yang lain (lebih tinggi atau lebih rendah) dari ω_{res}

amplitudo simpangan yang dihasilkan akan lebih kecil dari 0,1 cm

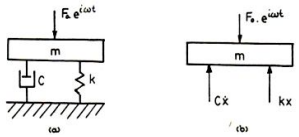


Gambar 3.Fungsi transfer sistem satu derajat kebebasan

2.6.2.fungsi transfer simpangan terhadap terhadap gaya eksitasi

Bila suatu sistem satu derajat kebebasan diberi gaya eksitasi (rangsangan) sinusoidal seperti pada gambar maka dari diagram benda bebasnya akan diperoleh hubungan :

$$m.x + C.\dot{x}k.\ddot{x} = F.e^{\iota\omega t}$$



Gambar 4. Struktur yang modelisasi sebagai sistem satu derajat kebebasan

Subtitusi persamaan menghasilkan

x = X

$\dot{x} = i\omega t$

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

Subtitusi persamaan menghasilkan

$X(-m\omega^2 + c.i\omega + k) = F$

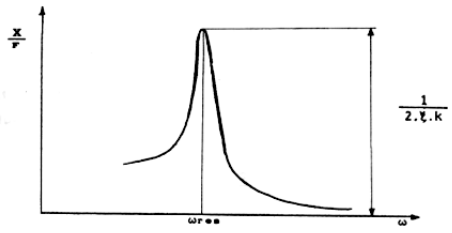
Subtitusi persamaan menghasilkan

$X.k\left[1 - (\frac{\omega}{\omega n})^2 + 2.i.\xi.(\frac{\omega}{\omega n})\right] = F$

Pada saat resonansi, ω=ωn maka :

$\left|\frac{X}{F}\right| res = \frac{1}{k\ .2.(0)}$

Yang berarti simpangan sangat besar



Gambar 5. Fungsi Transfer simpangan

Fungsi transfers simpangan untuk persamaan digunakan dalam pengujian seperti pada gambar dibawah ini :

2.6.3. Fungsi transfer kecepatan terhadap gaya eksitasi

Dalam kondisi seperti gambar, sibtitusi persamaan dan menghasilkan :

$X = -\frac{i}{\omega^2}.\ddot{X}$

$\dot{x} = \dot{X}$

$\ddot{x} = -i\omega\dot{X}$

Sibtitusi menghasilkan

$X\left(i.\omega.m.\frac{i}{\omega} + C\right) = F$

$\frac{X}{F} = \frac{1}{\left(C + i.(\omega.m.\frac{k}{\omega})\right)}$

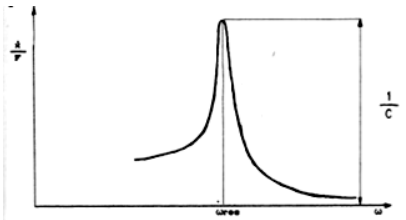
Sibtitusi persamaan

$\frac{\dot{X}}{k} = \frac{1}{CK\ (\frac{C}{Ck} + i(\frac{\omega}{2.\omega n} - \frac{\omega n}{2.\omega n})}$

Pada saat resonansi ω = ωn diperoleh :

$\left|\frac{X}{F}\right| res = \frac{1}{C}$

Fungsi transfer kecepatan seperti persamaan, dipakai bila dalam pengujian diukur kecepatan yang hasilnya seperti pada gambar

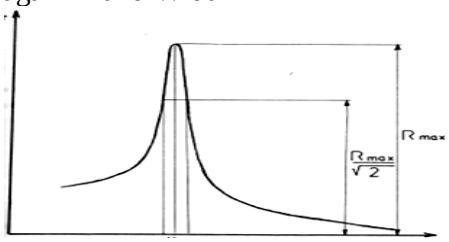


Gambar 6. Fungsi transfer kecepatan

2.6.4.Menentukan Faktor Peredam

Untuk menentukan faktor peredam, digunakan “Halh Power Point” (titi daya faruh) yang definisikan sebagai perbredaan antara dua frekuensi sehubungan dengan respon amplitudo sama yang dihubungkan dengan redaman suatu sistem, dimana kedua titik yang dimaksud terletak pada 1/√2 tinggi puncak untuk kondisi resonansi dari fungsi transfer seperti pada gambar. Kedua titik tersebut mempunyai sifat unik

dan selisih antara keduanya dikenal sebagai "Brand Width"



Gambar 7. Ilustrasi Perhitungan faktor Redaman

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa pada kondisi resonansi :

$\left|\frac{X}{F}\right| res = \frac{1}{k\,.\,\xi.2.} = R_{max}$

Pada titik daya paruh yaitu pada titik R diperoleh :

$R = \frac{R_{Max}}{\sqrt{2}}$

$R = \frac{1}{2.\sqrt{2}.\xi.k} = \frac{X}{F}$

Subtitusi persamaan menghasilkan :

$(\frac{\omega}{\omega n})^2 = (1 - 2.\xi^2) \pm 2.\xi\sqrt{(\xi^2 + 1)}$

Bila << 1, harga $\xi^2 \sim 0$, maka persamaan dapat disederhanakan menjadi :

$(\frac{\omega}{\omega n})^2_{1,2} = 1 \pm 2\xi$

$(\frac{\omega}{\omega n})^2 = (1 - 2.\xi\ )\ dan \pm (\frac{\omega}{\omega n})^2 = (1 + 2.\xi\ )$

Jika persamaan diperkurangkan maka diperoleh :

$\frac{\omega_1^2 - \omega_2^2}{\omega n^2} = 4\xi$

$\frac{\omega_2 - \omega_1}{\omega n}.\frac{\omega_2 - \omega_1}{\omega n} = 4.\xi$

Apabila diasumsikan $\omega_2 + \omega_1 - 2.\ \omega n$ maka persamaan menjadi :

$\frac{\omega_2 - \omega_1}{2.\omega n} = \xi$

Dengan demikian berdasarkan persamaan faktor redaman dapat dihitung dari transfer simpangan. Untuk mencapai faktor peredam pada fungsi transfer kecepatan, penurunan rumusnya mulai pada persamaan dan akan diperoleh :

$\left|\frac{X}{F}\right| = \frac{1}{C\sqrt{1 + \frac{1}{4.\xi^2}\,(\frac{\omega}{\omega n} - \frac{\omega}{\omega n})^2}}$

Dari gambar dapat dilihat pada kondisi resonansi :

$\left|\frac{\dot{X}}{F}\right|_{res} = \frac{1}{C} = R_{Max}$

Pada titik daya paruh yang diperoleh :

$R = \frac{R_{Max}}{\sqrt{2}} = \frac{1}{C.\sqrt{2}} = \frac{\dot{X}}{F}$

Subtitusi persamaan ini kedalam persamaan diatas maka diperoleh :

$\frac{1}{C.\sqrt{2}} = \frac{1}{C\sqrt{1 + \frac{1}{4.\xi^2}\,(\frac{\omega}{\omega n} - \frac{\omega}{\omega n})^2}}$

$(\frac{\omega}{\omega n} - \frac{\omega n}{\omega})^2 = 4.\xi^2$ atau $(\frac{\omega}{\omega n} - \frac{\omega n}{\omega}) = -2.\xi$

$(\frac{\omega}{\omega n} - \frac{\omega n}{\omega}) = 2.\xi$

Jika persamaan diperkurangkan maka diperoleh :

$\frac{\omega_2 - \omega_1}{\omega n} + \frac{\omega n(\omega_2 + \omega_1)}{\omega_2.\omega_1} = 4.\xi$

Apabila diasumsikan $(\omega_2\ .\ \omega_1) \sim \omega_n^2$ maka persamaan menjadi :

$\frac{2\,.(\omega_2 - \omega_1)}{\omega n} = 4.\xi \quad atau$

$\xi = \frac{(\omega_2 - \omega_1)}{2.\omega n}$

Berdasarkan persamaan-persamaan yang telah dituliskan diatas, berikut persamaan dari masing-masing jenis fungsi transfer, yaitu :

1. Fungsi transfer simpangan

   $\left|\frac{X}{F}\right|_{res} = \frac{1}{k\,.2.\xi}$ atau $\xi = \frac{(\omega_2 - \omega_1)}{2.\omega_{res}}$ $k = \frac{1}{2.\xi.\left|\frac{X}{F}\right|_{res}}$

   maka $m = \frac{k}{\omega_{res}^2}$

   $Ck = 2.\sqrt{k.m}$ maka $C = \xi.Ck$

2. Fungsi Transfer kecepatan

$\left|\frac{\dot{X}}{F}\right|_{res} = \frac{1}{C}$ dimana $C = \frac{1}{\left|\frac{\dot{X}}{F}\right|_{res}}$

$$\xi = \frac{(\omega_2 - \omega_1)}{2.\omega_{res}}$$

$$Ck = \frac{C}{\xi}$$

$$m = \frac{Ck}{2.\omega_{res}}$$

$$k = \frac{Ck^2}{4.m}$$

III. METODE PENELITIAN

3.1 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah balok yang bahannya dari kayu ulin, kayu bayam dan kayu jati. Ukuran specimen yang digunakan : panjang = 850 mm, lebar = 25,4 mm dan tebal 12,5 sama untuk specimen dimana specimen ditumpu pada tumpuan sederhana (*simple beam*). Alat yang digunakan dalam pelakasanaan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. *Vibration Meter.*
2. *Unit Pengatur kecepatan,*
3. *Tachometer*
4. *Motor penggetar (eksiter)*

3.2. Peralatan

Dalam penelitian ini peralatan yang digunakan sebagai penunjang adalah sistem tumpuan sederhana (Simple Beam)

IV. Perhitungan dan Pembahasan

Sebagai contoh perhitungan diambil kondisi getaran balok kayu jati pada sistem tumpuan sederhana pada fungsi transfer simpangan maupun pada fungsi transfer kecepatan

4.1 Perhitungan dengan fungsi transfer simpangan

A. Gaya Eksitasi (F)

Data-data dari piring ketidakseimbangan adalah :

- Tebal Piring (t) = 6,4 mm
- Diamter piring (d) = 19 mm
- Jari-jari Eksiter (e) = 32,9 mm
- Massa jenis aluminium= 2702kg/m

Dari data-data piring ketidak seimbangan diperoleh :

- Volume Eksiter (V) :

$$V = \frac{\pi}{4}.d^2.t = \frac{3{,}14}{4}.(19x10^{-3})^2 .6{,}4x10^{-3} = 1{,}8146x10^{-6}\ m^3$$

- Massa piring Aluminium (mo)

$$mo = \rho_{Al} .V = 2{,}702 .1{,}8146x10^{-6} = 4{,}90305x10^{-3}\ kg$$

Data-data yang diperoleh pada kondisi resonansi :

- Putaran (n) = 2000 rpm
- Ampl. Simpangan (X) = 3,175 mm

Pada kondisi tersebut besarnya kecepatan sudut (ω_{res})

$$\omega_{res} = \frac{2 .\pi .n}{60} = \frac{2 .3{,}14 .2000}{60} = 209{,}3333\ rad/s$$

Dengan mensibtitusikan harga mo, e dan ω_{res} pada persamaan berikut :

$F = mo .e .\omega_{res}^2$

maka diperoleh gaya eksitasinya pada kondisi resonansi (F), yaitu :

$$F = 4{,}90305x10^{-3}.0{,}0329\ (209{,}3333)^2 = 7{,}06574\ N$$

B. Faktor redaman (ξ)

$\omega_1 = 207{,}8\ rad/s$

$\omega_{res} = 209{,}33\ rad/s$

$\omega_2 = 210{,}8\ rad/s$

Faktor redaman (ξ)

$$\xi = \frac{(\omega_2 - \omega_1)}{2.\omega_{res}} = \frac{210{,}8 - 207{,}8}{2\ .209{,}33} = 0{,}008361$$

C. Fungsi transfer simpangan saat resonansi

$$\left|\frac{X}{F}\right|_{res} = \frac{3{,}175}{7{,}06574}\ x\ 10^{-3} = 4{,}4935\ x10^{-4}\ m/N$$

D. Kekakuan (k)

$$k = \frac{1}{2.\xi.\left|\frac{X}{F}\right|_{res}}$$

$$= \frac{1}{2\ .0{,}008361.4{,}4935\ x10^{-4}}$$

$$= 132081{,}1\ N/m$$

E. Massa Sistem

$$m = \frac{k}{\omega_{res}{}^2} = \frac{132081{,}1}{(209{,}3)^2} = 3{,}0379\ kg$$

F. Koefisien peredam kristis (Ck)

$$Ck = 2.\sqrt{k.m} = 2.\sqrt{132081{,}1.3{,}0379}$$

$$= 1266\ Ns/m$$

G. Koefisien peredam (C)

$$C = \xi.Ck = 0{,}008361\ .1266 = 10{,}59\ Ns/m$$

4.2 Perhitungan dengan fungsi transfer kecepatan

Pada kondisi resonansi diperoleh data-data sebagai berikut ;

- Putaran (n) = 2000 rpm
- Amplitudo Kecepatan = 531,25 mm/s
- Putaran sudut Resonansi= 209,33 rad/s
- Massa piring getar = 4,903 x10^{-3} kg
- Jari-jari Eksiter (e) = 0,0329 m

A. Gaya eksitasi (F)

$$F = mo\ .e\ .\omega_{res}{}^2$$

$$= 4{,}90305x10^{-3}.0{,}0329\ (209{,}3333)^2$$

$$= 7{,}06574\ N$$

B. Faktor Peredam (ξ)

$\omega_1 = 207{,}8\ rad/s$

$\omega_{res} = 209{,}33\ rad/s$

$\omega_2 = 210{,}8\ rad/s$

Faktor redaman (ξ)

$$\xi = \frac{(\omega_2 - \omega_{1)}}{2.\omega_{res}} = \frac{210{,}8 - 207{,}8}{2\ .209{,}33}$$

$$= 0{,}008361$$

C. Fungsi transfer kecepatan saat resonansi

$$\left|\frac{X}{F}\right|_{res} = \frac{0{,}6672\ x10^{-3}}{7{,}06574}$$

$$= 0{,}0944361\ m/N$$

D. Koefisien Peredam (C)

$$C = \frac{1}{\left|\frac{\dot{X}}{F}\right|_{res}} = \frac{1}{0{,}09443461}$$

$$= 10{,}59\ Ns/m$$

E. Koefisien Peredam kritis (Ck)

$$Ck = \frac{C}{\xi} = \frac{10{,}5902}{0{,}008361} = 1266{,}5\ Ns/m$$

H. Massa Sistem

$$m = \frac{Ck}{2.\omega_{res}} = \frac{1266{,}50}{2.(209{,}33)}$$

$$= 3{,}025\ kg$$

F. Kekakuan (k)

$$k = \frac{Ck^2}{4.m} = \frac{(1266{,}50)^2}{4\ x\ 3{,}025}$$

$$= 132563{,}83\ N/m$$

4.3. Analisa Dengan Menggunakan Fungsi Transfer Simpangan

Dalam penelitian ini jenis tumpuan yang digunakan adalah tumpuan sederhana dengan jenis bahan penelitian yang berbeda untuk fungsi transfer simpangan diperoleh hasil terlampir pada table serta grafik 1, 5 dan resonansi. dari hasil tersebut dapat diketahui kecepatan sudut resonansi, faktor peredam, massa sistem, kekakuan, koefisien peredam kritis dan koefisien peredam.

Dari hasil perhitungan getaran balok pada tumpuan sederhana dengan posisi peletakan motor penggetar yang samauntuk semua jenis bahan penelitian yaitu ½ dari panjang spesimen, diperoleh bahwa spesimen dari bahan kayu jati, kayu bayam dan kayu ulin mempunyai harga-harga ekivalen yang berbeda-beda. untuk harga kecepatan sudut resonansi yang terkecil adalah bahan kayu jati, kemudian kayu bayamdan yang terbesar adalah bahan kayu ulin.

Adapun harga-harga kecepatan sudut resonansi yang diperoleh untuk semua jenis bahan pada posisi ½ panjang spesiman, kayu jati ω_{res} = 209,3 rad/s,kayu bayam ω_{res} =230,26 rad/s dan kayu ulin ω_{res} = 240,73 rad/s.

Perbedaan harga-harga kecepatan sudut resonansi dari tiap spesimen dipengaruhi oleh tingkat kekakuan dari spesi men tersebut pada posisi pengukuran1/2 panjang spesimen.Tingkat kekakuan menurut jenis bahan diurut dari nilai yang terbesar sampai terkecil adalah kayu ulin, kayu bayam dan kayu jati.

Adapun harga-harga kekakuan (K) spesimen untuk semua jenis bahan kayu adalah kayu ulin 208538 N/m, kayu bayan 176422 N/m dan kayu jati 132081 N/m. Kekakuan (K) dari bahan balok kayu ulin, kayu bayam dan kayu jati dapat juga menentukan faktor peredamnya.Dimana dari tabel 7 dapat dilihat bahwa semakin besar harga kekakuan bahan akan semakin besar pula faktor peredam yang terjadi.

Harga-harga faktor peredam untuk bahan yang berbeda diperoleh bahwa faktor peredam terbesar terjadi pada bahankayu ulin, kemudian kayu bayam dan yang terkecil pada bahan kayu jati. Besarnya faktor peredam yang terjadi pada posisi penggetar ½ panjang spesimen, kayu jati ξ = 0,008361, kayu bayam ξ = 0,008685 dan kayu ulin ξ = 0,008820.

Dengan menggunakan metode fungsi transfer ini dapat juga diketahui massa sistem yang bergetar tanpa mengetahui dimensi-dimensi atau sifat-sifat yang bergetar tersebut. Pada Jenis bahan yang berbeda diperoleh massa rata-rata kayu ulin m = 3,598 kg, kayu bayam m = 3,327 kg dan kayu jati m = 3,0379 kg.

Dari perhitungan dapat juga diperoleh besarnya koefisien peredam kritis. Koefisien peredaman kritis adalah besaran minimum dari suatu redaman, dimana pada kondisi tersebut sistem tidak akan bergetar. Koefisien peredaman kritis ini dipengaruhioleh faktor kekakuan dan massa dari sistem. Dengan semakin besarnya tingkat kekakuan dan massa dari sistem maka koefisien redaman kritisnya akan bertambah besar pula.

Nilai-nilai dari koefisien redaman kritisnya pada posisi pengukuran ½ panjang specimen untuk semua jenis bahan adalah sebagai berikut untuk bahan kayu jati Ck = 1266,00 Ns/m, kayu bayam Ck = 1532,26 Ns/m dan kayu ulin Ck = 1732,81 Ns./m Besarnya harga koefisien peredam pada ketiga bahan dapat dilihat bahwa kondisinya sama dengan massa sistem, hal ini disebabkan karena koefisien peredaman berbanding lurus dengan massa sistem.

Pada sistem getaran balok untuk bahan kayu jati, kayu bayam dan kayu ulin yang diperoleh dari analisa data bahwa semakin tinggi tingkat kekakuan benda atau sistem yang bergetar maka semakin besar pula koefisien peredaman kritis, koefisien peredam dan faktor peredam yang dimilki oleh sistem yang bergetar dan juga besarnya harga kekakuan suatu sistem mempengaruhi pula besarnya kecepatan sudut baik pada fungsi transfer simpangan atau kecepatan.

Dari hasil penelitian ini didapat bahwa untuk ketiga jenis spesimen yang diuji yaitu kayu jati, kayu bayam dan kayu ulin, simpangan yang terbesar terjadi pada bahan kayu jati, kemudian kayu bayam dan yang terkecil kayu ulin oleh karena gaya eksitasi pada saat resonansi yang terbesar terjadi pada kayu ulin maka kayu ulin mempunyai tingkat kekakuan yang terbesar.

4.4. Analisis Dengan Fungsi Transfer Kecepatan

Hasil perhitungan yang diperoleh dengan menggunakan fungsi transfer kecepatan dengan jenis tumpuan sederhana pada dasarnya sama dengan hasil yang diperoleh dengan menggunakan fungsi transfer simpangan. Adanya perbedaan dari hasil perhitungan tersebut disebabkan pada saat melakukan pengukuran sistem yang bergetar, baik pengukuran untuk simpangan maupun pengukuran untuk sistem kecepatan.

V. **KESIMPULAN**

1. Dengan menggunakan metode fungsi transfer diperoleh faktor redaman yang berbeda-beda untuk jenis bahan yang berbeda. Faktor redaman yang terbesar terjadi pada jenis kayu ulin kemudian kayu bayam dan yang terkecil kayu jati. Faktor redaman akan sangat berpengaruh terhadap besarnya kecepatan resonansi dan simpangan yang terjadi. Semakin besar faktor peredam yang dimilki sistem yang bergetar maka simpangan yang terjadi semakin lecil.
2. Nilai kekakuan yang paling besar terjadi pada kayu ulin kemudian kayu bayam dan yang terkecil kekakuannya adalah kayu jati. Karena tingkat kekakuan sangat dipengaruhi oleh berat kayu, berat jenis dan kandungan kimia yang terdapat dalam kayu. Hal ini akan menyebabkan frekuensi resonansi, koefisien redaman dan koefisien redaman kritis akan cenderung meningkat dan simpangan yang terjadi cenderung menurun.
3. Untuk bahan yang berbeda koefisien peredaman dari sistam yang bergetar. dimana semakin besar koefisien peredam maka semakin besar pula massa sistem tersebut. Hal ini disebabkan massa sistem yang bergetar secara tidak langsung berbanding lurus terhadap koefisien peredaman. Disamping itu pula massa bahan kayu dipenagruhi pula oleh berat jenis bahan kayu tersebut. Kayu ulin mempunyai berat jenis yang paling besar dari kayu bayam dan kayu jati, untuk itu kayu ulin yang mempunyai massa yang terbesar dari ketiga jenis kayu tersebut.
4. Dari ketiga spesimen (bahan uji) massa dan koefisien peredaman diperoleh nilai terbesar pada bahan kayu ulin kemudian kayu bayam dan yang terkecil kayu jati.

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah Mappaita, H. Ir, MSME, 1989.”Getaran Mekanik” Materi kuliah Jurusan Mesin, Fakultas Teknik UMI, Ujung Pandang.

J.F. Dumanauw, 1995 . “ Mengenal Kayu” Cetakan 6, penerbit KANISUS, (Anggota IKAPI), Yogyakarta.

K.H. Felix Yap. Ir. , 1984. “Konstruksi Kayu” Edisi III, Penerbit BINACIPTA, Anggota IKAPI, Bandung

William T. Thomson, Lea Prasetyo, 1986. “ Teori Getaran Dengan Penerapan”, Edisi II, Penerbit ERLANGGA. Jakarta

William W. Seto, B.S. in ME, MS, 1985. “ Getaran Mekanis”, Seri buku SCHAUM teori dan soal-soal, Penerbit ERLANGGA, Jakarta.