

SIMULASI DEFLEKSI BEBAN STATIS DAN ANALISIS PERILAKU DAMPING KONSTRUKSI KAYU UNTUK PENGEMBANGAN BED MESIN PERKAKAS

*Azzaro Hafidz Ramadhan¹, Susilo Adi Widyanto², Achmad Widodo²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

²Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460059

*E-mail: ijo_azzaro@yahoo.co.id

Abstrak

Mesin perkakas CNC (Computer Numerical Control) merupakan salah satu jenis mesin perkakas yang dewasa ini banyak digunakan dan juga dikembangkan baik dari performa kerja hingga bahan utamanya. Besi cor kelabu atau baja masih menjadi bahan utama yang digunakan dalam konstruksi mesin perkakas. Namun beberapa kelemahan dari besi cor yaitu massanya yang lebih besar dan juga harganya yang lebih tinggi. Dalam penelitian ini, akan diteliti karakteristik dinamik dari material kayu sebagai material alternatif peredam getaran dari mesin CNC, yang bertujuan sebagai salah satu upaya untuk mendapatkan mesin CNC komersial yang harganya lebih terjangkau. Penelitian ini terdiri dari dua tahapan, yang pertama adalah simulasi dengan menggunakan software ANSYS 14 APDL dan yang kedua adalah pengujian eksperimental. Melalui simulasi dianalisa hubungan antar volume konstruksi terhadap kemampuan meredam getaran, nilai redaman pada setiap titik dan pengaruh besarnya impuls terhadap kemampuan redaman konstruksi. Sedangkan melalui uji eksperimental dianalisa nilai faktor redaman untuk kedua konstruksi. Hasil simulasi pembebanan statis adalah deformasi yang terjadi pada struktur. Pengurangan massa pada struktur berpengaruh terhadap deformasi yang terjadi pada struktur dimana struktur yang memiliki pengurangan massa yang lebih besar memiliki deformasi yang lebih besar. Hasil analisis dinamik adalah berupa grafik antar jarak dengan waktu yang jaraknya dihitung dengan menggunakan metode Logarithmic decrement untuk menentukan nilai faktor redaman. Dari analisis mengindikasikan bahwa faktor redaman pada setiap bagian pada struktur memiliki nilai yang sama dan besarnya impuls tidak berpengaruh terhadap besarnya faktor redaman struktur.

Kata kunci: defleksi, getaran, redaman, transien.

Abstract

Machine tool CNC (Computer Numerical Control) is one of today's machine tools that widely used and well developed both in the performance of work to its main ingredient. Gray cast iron or steel is still the main material used in the construction of machine tools. However, some disadvantages of cast iron is larger mass and the price is also higher. In this study, researcher will be investigated dynamic characteristics of wood materials as an alternative material of the vibration damper of CNC machine, which is aimed as an effort to get a commercial CNC machines that are more affordable. The study consisted of two phases, the first is a simulation phase using ANSYS APDL 14 software and the second is the experimental testing. Through simulation phase, the relationship between the volume of construction on the ability to reduce vibration, damping values at each point and the magnitude of the impulse effect on the ability of damping construction are being analyzed. Meanwhile, the experimental test is analyzing the damping factor value for both constructions. The results of the static load simulation is a deformation that occurs in the structure. Mass reduction on the structure affect the deformation that occurs in the structure where the structure has a greater mass reduction has a larger deformation. The results of the dynamic analysis is a graph with the distance between the time that the distance is calculated using Logarithmic decrement method for determining the value of the damping factor. From the analysis indicates that the damping factor in each section on the structure have the same value and the magnitude of the impulse has no effect on the magnitude of the damping factor structure.

Keywords: deflection, vibration, damping, transient.

1. Pendahuluan

Mesin perkakas CNC (Computer Numerical Control) merupakan salah satu jenis mesin perkakas yang dewasa ini banyak digunakan dan juga dikembangkan baik dari performa kerja hingga bahan utama konstruksinya [1]. Besi cor kelabu atau baja masih menjadi bahan utama yang digunakan dalam konstruksi mesin perkakas CNC kebanyakan [2]. Namun beberapa kelemahan dari besi cor yaitu massanya yang lebih besar dan juga harganya yang lebih tinggi. Hal tersebut memunculkan gagasan untuk mengembangkan material lain yang dapat digunakan sebagai konstruksi mesin perkakas CNC yaitu dengan menggunakan material kayu.

Kayu merupakan hasil hutan yang banyak digunakan dalam berbagai keperluan manusia mengingat sifat khasnya yang tidak dapat ditiru oleh material lain. Penggunaan kayu untuk keperluan konstruksi mesin perkakas CNC tentunya harus disesuaikan dengan sifat-sifat dasar yang dimilikinya yaitu sifat mekanik dan sifat fisiknya. Sifat mekanik kayu berkaitan dengan kekuatan, kekakuan, dan keuletan. Sifat mekanik dari kayu tersebut juga dapat dipengaruhi dari sifat fisik yang dimilikinya, seperti densitas dan kelembaban.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengajukan gagasan material kayu sebagai alternatif peredam getaran dari mesin CNC sebagai salah satu upaya untuk mendapatkan mesin CNC komersil yang harganya lebih terjangkau. Jenis kayu yang digunakan adalah jenis kayu bengkirai. Pemilihan jenis kayu tersebut selain berdasarkan faktor ketersediaan dan harganya yang murah, namun juga kemampuan pembebanan statis dan dinamik yang lebih baik bila dibandingkan dengan jenis kayu lain yang sama-sama memiliki harga yang murah dan ketersediaannya yang mendukung

2. Material dan Metode Penelitian

Diagram alir keseluruhan proses simulasi perilaku damping bantalan (bed) mesin perkakas ditunjukkan pada Gambar 1 di bawah ini

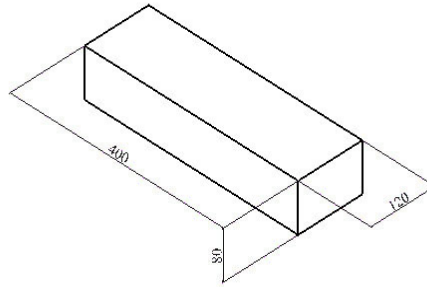


Gambar 1. Diagram alir keseluruhan proses simulasi perilaku damping bantalan (bed) mesin perkakas

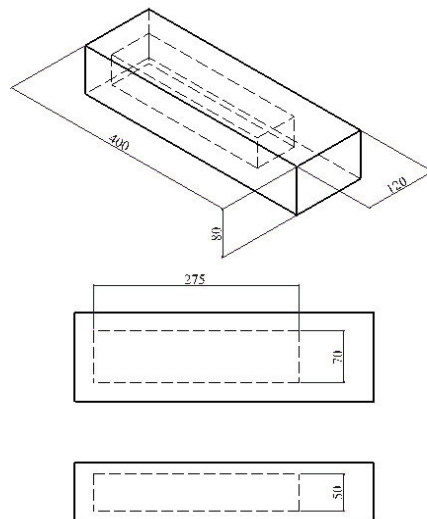
2.1 Material

Dalam penelitian ini, akan diteliti karakteristik dinamik dari material kayu yang digunakan sebagai bantalan (bed) mesin perkakas. Material kayu yang digunakan sebagai bantalan (bed) mesin perkakas ini terdiri dari dua jenis, yaitu kayu bengkirai dan kayu karet. Pemilihan jenis ini dikarenakan ketersediaan kayu yang cukup banyak dan relatif lebih murah jika dibandingkan dengan jenis kayu yang lain. Dari segi kualitas dinamik, kayu ini juga memenuhi kriteria yang diperlukan sebagai bantalan mesin perkakas. Bantalan ini selanjutnya digunakan sebagai fondasi dimana nantinya akan diletakkan benda kerja

Dari kedua jenis kayu yang digunakan, masing-masing memiliki 2 jenis variabel konstruksi yang berbeda, yaitu konstruksi struktur pejal dan struktur dengan partikel peredam berupa pasir. Setiap variasi konstruksi tersebut nantinya akan melalui pengujian yang sama. Penggunaan variasi konstruksi ini dimaksudkan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh variasi konstruksi terhadap kemampuan suatu bantalan dalam meredam getaran. Dimensi dengan satuan centimeter (cm) untuk setiap konstruksi bantalan dapat dilihat pada Gambar 2 (Struktur Pejal) dan Gambar 3 (Struktur dengan partikel peredam).



Gambar 2. Geometri dan dimensi struktur pejal.



Gambar 3. Geometri dan dimensi struktur dengan partikel peredam.

2.2 Simulasi Defleksi Beban Statis

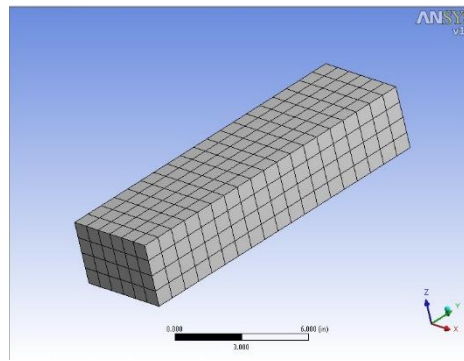
Simulasi defleksi beban statis menggunakan software ANSYS Workbench. Jenis analisis sistem yang digunakan menggunakan Static Structural. Analisa ini dilakukan untuk mengetahui hubungan antara volum struktur dan kekakuan yang dimiliki setiap variasi konstruksi dimana ingin didapatkan suatu struktur yang memiliki bobot yang ringan mungkin dan memiliki kekakuan semaksimal mungkin.

Pada penelitian ini material yang digunakan adalah kayu. Sifat mekanik yang dibutuhkan dalam pengujian kali ini adalah Densitas, Modulus Elastisitas dan Poisson Ratio dengan nilai yang dapat dilihat di Tabel 1.

Tabel 1. Sifat Mekanik Kayu

Jenis Kayu	Kayu Balsa
Young modulus	6×10^9 Pa
Densitas	130 kg/m^3
Poison ratio	0.3

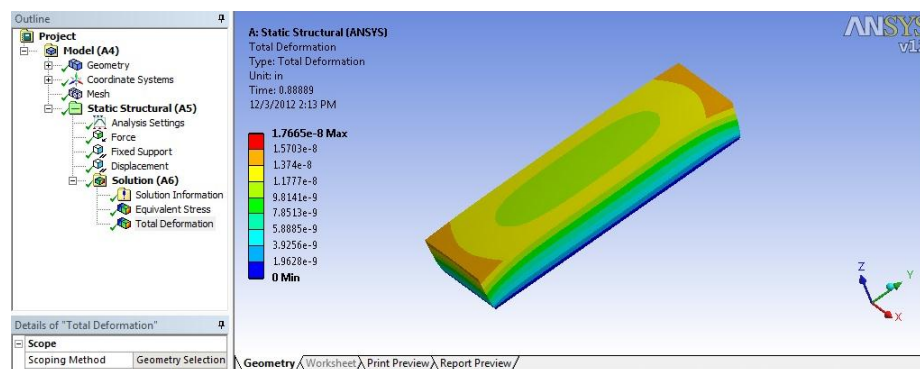
Diskritisasi adalah tahap pembagian struktur menjadi bagian-bagian kecil untuk keperluan penelitian. Jenis meshing yang dilakukan adalah generate mesh. Artinya ukuran pemotongan semua bagian sama besar pada seluruh bagian. Gambar 4 adalah struktur yang telah dilakukan mesh,



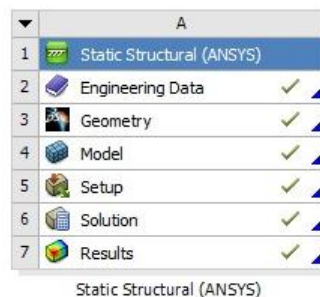
Gambar 4. Struktur setelah di diskritisasi.

Tumpuan yang diberikan adalah jenis tumpuan engsel dan rol [3]. Setelah menyusun posisi tumpuan, diberikan gaya (force) berupa gaya tekan terhadap permukaan bagian atas struktur. Besarnya gaya adalah 10 N dan berada di posisi tengah dari struktur.

Pada penelitian pembebanan statis analisis yang paling tepat adalah Equivalent stress dan pemilihan total deformasi. Setelah seluruh parameter telah dimasukkan dan prosedur dianggap sudah mirip dengan uji eksperimental, maka semua data dapat langsung diolah. Gambar 5 terlihat gradien nilai deformasi yang diterima oleh struktur, terlihat melalui warna dimana warna hijau struktur masih dikategorikan aman dan sampai merah adalah kondisi kritis dari struktur. Proses yang telah benar, dapat dilihat dengan tanda centang berwarna hijau seperti terlihat pada Gambar 6.



Gambar 5. Gradien nilai deformasi struktur



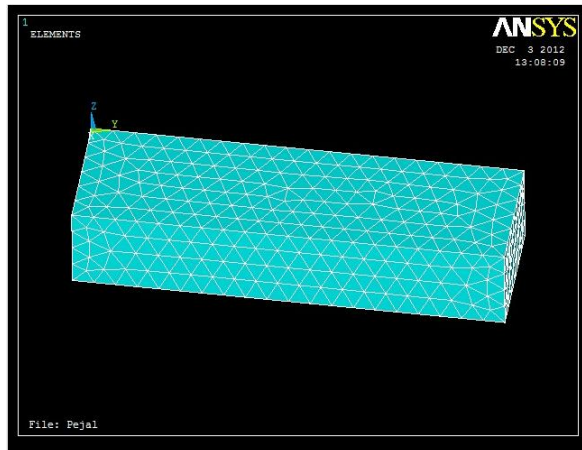
Gambar 6. Seluruh parameter telah sesuai

2.3 Simulasi Perilaku Damping Bantalan (bed) Mesin Perkakas dengan Analisa Transien

Analisis dinamis transien digunakan untuk mendapatkan respon transien getaran yang dihasilkan oleh bantalan (bed) mesin perkakas. Hasil simulasi merupakan suatu grafik kecepatan terhadap waktu, dimana nilai grafik dipergunakan untuk menentukan nilai faktor redaman.

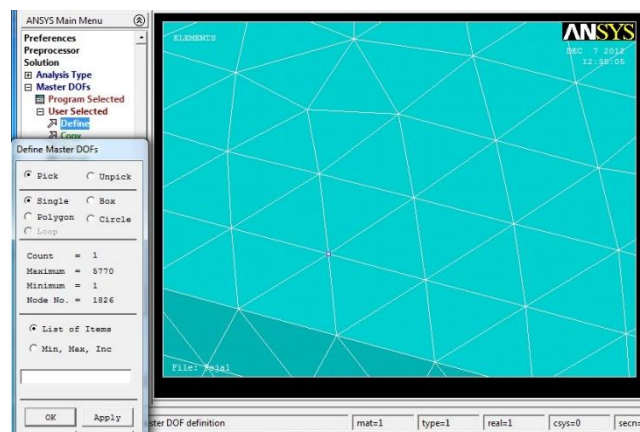
Dalam analisis ini elemen yang digunakan adalah jenis tetrahedron dengan tipe elemen solid 187. Elemen ini sangat cocok untuk dimensi struktur yang digunakan dalam penelitian kali ini karena memiliki 10 nodal dengan 3 derajat kebebasan. Sifat mekanik material sesuai dengan tabel sifat material yang telah dicantumkan pada subbab sebelumnya.

Gambar 7 adalah struktur yang telah dilakukan mesh, dan mesh yang diberikan berbentuk tetrahedron. Nilai ukuran mesh yang dilakukan adalah 20 yang merupakan ukuran dari panjang sisi elemen.



Gambar 7. Benda uji setelah meshing.

Jenis analisa yang digunakan adalah analisis dinamik transien dengan metode Reduced. Melalui analisis ini didapatkan nilai faktor redaman suatu struktur. Hasil analisa ini nantinya berupa suatu grafik yang berisi data-data dimana data-data tersebut adalah frekuensi yang terjadi pada struktur akibat diberikan impuls. Penentuan kondisi batas merupakan penentuan titik/noda yang akan diteliti. Pada penelitian ini dipilih beberapa titik untuk diteliti fenomena getaran yang terjadi disetiap titik dan beban yang diterima berupa gaya pada suatu titik. Gambar 8 terlihat kondisi batas berupa titik, dimana titik tersebut mengasumsikan titik yang akan diteliti.

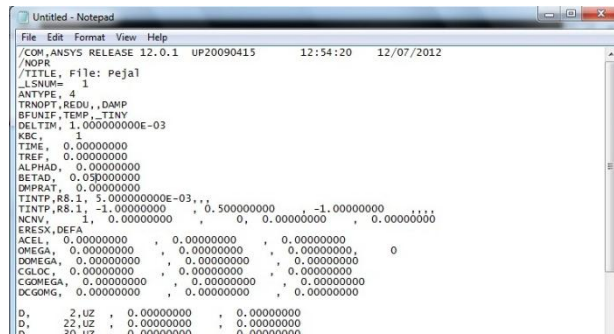


Gambar 8. Penentuan kondisi batas.

Load step merupakan suatu tahap untuk menentukan mekanisme tahap pemberian impuls pada struktur. Penelitian ini menggunakan 3 tahap load step. Setiap load step ini menggunakan beberapa variasi waktu dan pembebanan. Kondisi Load Step 1 merupakan kondisi awal struktur, dimana kondisi ini struktur belum mendapatkan input. Pada tahap ini ditentukan tumpuan yang diberikan pada struktur. Semua input yang telah dimasukkan disimpan sebagai suatu mode pengaturan. Pada load step 1 ini dianggap masih dalam keadaan awal sehingga nilai waktunya adalah 0 (nol). Sedangkan nilai 0,001 adalah nilai range waktu yang digunakan ketika pemberian beban.

Pada tahap Load Step 2 diberikan impuls terhadap struktur. Pemberian impuls menggunakan variasi waktu pembebanan. Artinya, ditentukan lamanya pembebanan yang diberikan pada struktur. Gaya yang diberikan berupa gaya tekan sebesar 10 N searah sumbu z. Waktu pembebanan yang diterima oleh struktur adalah 0.1 detik. Pada tahap Load Step 3 beban yang diberikan pada struktur dihapus. Penghapusan beban diasumsikan dengan pelepasan beban yang diberikan pada struktur dan kemudian ditentukan rentang waktu. Pada tahap ini diisi nilai waktu 17 detik yang artinya adalah range waktu yang ditentukan untuk merekam fenomena getaran adalah selama 17 detik.

Pengolahan data yang dilakukan sedikit berbeda dengan analisis sebelumnya. Pada analisis transien, pengolahan data dilakukan sesuai load step yang telah disimpan sebelumnya. Setelah proses solve selesai, proses belum sepenuhnya selesai. Pada proses selanjutnya dimasukkan nilai konstanta redaman seperti pada Gambar 9. Nilai konstanta redaman tersebut diberikan dengan beberapa variasi nilai untuk menentukan melalui grafik berapakah konstanta redaman yang paling mendekati agar struktur teredam.

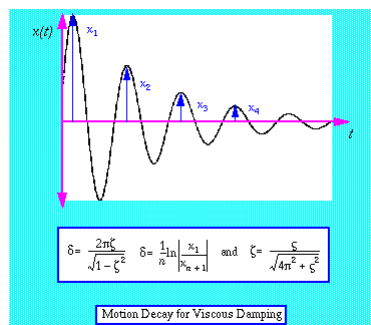


Gambar 9. Memasukkan nilai konstanta redaman.

Setelah nilai konstanta redaman dimasukkan, maka langkah selanjutnya rekonstruksi struktur mulai dari impor geometri, pemasukan nilai sifat material, diskritisasi/meshing sampai penentuan kondisi batas. Setelah semua parameter yang dimasukkan sama dari segi nilai dan posisi, maka dilakukan solve sesuai dengan load step yang telah disimpan. Setelah semua proses selesai, dilakukan pengambilan data. Data yang diambil sesuai dengan letak kondisi batas yang telah ditentukan sebelumnya. Dari proses pengambilan data ini akan didapat data berupa grafik dan data redaman. Data tersebut yang nantinya akan diolah kembali dengan metode logarithmic decrement untuk menentukan nilai faktor redamannya.

2.4 Pengujian dan Perhitungan Nilai Faktor Redaman dengan Metode Logarithmic Decrement

Metode pengurangan logaritma (Logarithmic Decrement) adalah suatu metode yang digunakan untuk mengukur redaman dengan domain waktu [4]. Dengan metode ini, amplitudo perpindahan suatu getaran bebas dari suatu sistem diukur dan direkam. Kurva penurunan ditunjukkan pada Gambar 10 berikut. Logarithmic decrement adalah nilai logaritma natural dari perbandingan antara dua puncak yang berurutan pada suatu perpindahan pada penurunan getaran



Gambar 10. Fenomena getaran teredam [5]

Pada gambar 10 diatas nilai maksimum setiap simpangan akan di bandingkan selanjutnya diolah sehingga didapat nilai rasio redaman dengan metode Logarithmic Decrement. Pengujian dilakukan dengan menggunakan impact hammer. Dimana struktur diletakkan pada suatu tumpuan dan setelahnya diberikan gaya tekan. Pada penelitian ini dipilih jenis tumpuan engsel. Pada Gambar 11 terlihat benda uji diletakkan diatas tumpuan dan sebelumnya benda uji telah diberikan suatu tanda sebagai titik yang akan dilakukan pengujian [6].



Gambar 11. Penempatan benda uji.



Gambar 12. Pemberian impuls.

Setelah semua persiapan sebelum pengujian telah selesai dan memenuhi standar pengujian, dilakukan pengujian dengan memberikan suatu impuls pada benda. Impuls merupakan suatu gaya yang diberikan pada suatu benda dengan variasi waktu. Pemberian impuls seperti pada Gambar 12 dianggap sebagai gaya yang diterima oleh benda, gaya tersebut tereksitasi menjadi sebuah getaran dan getaran tersebut yang nantinya diukur dan diteliti.

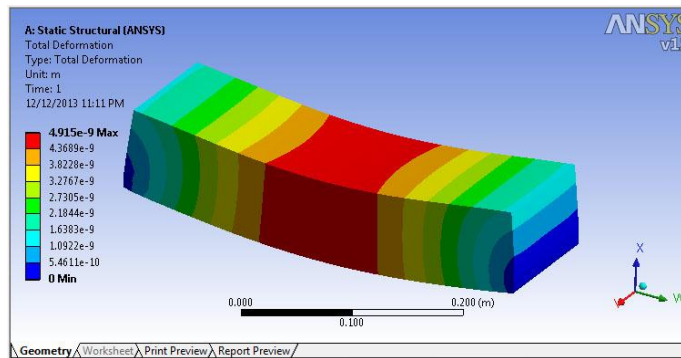
Ketika impuls telah diberikan ke benda, sinyal input berupa getaran akan diteruskan sensor ke komputer. Sinyal-sinyal yang diterima merupakan suatu sinyal tegangan dari akselerometer yang diekspor oleh suatu software menjadi suatu grafik. Grafik yang dihasilkan merupakan kumpulan suatu nilai-nilai amplitudo getaran yang terjadi pada benda uji ketika diberikan impuls.

Data yang diperoleh dari proses sebelumnya dimana data tersebut berbentuk grafik diolah menggunakan software pengolahan data. Dapat berupa MATLAB atau dengan Microsoft Excel. Data-data yang tersebut diolah menggunakan metode Logarithmic Decrement. Setelah data diolah, dan dihasilkan nilai factor redaman dari benda uji, maka proses ini dapat dikatakan selesai.

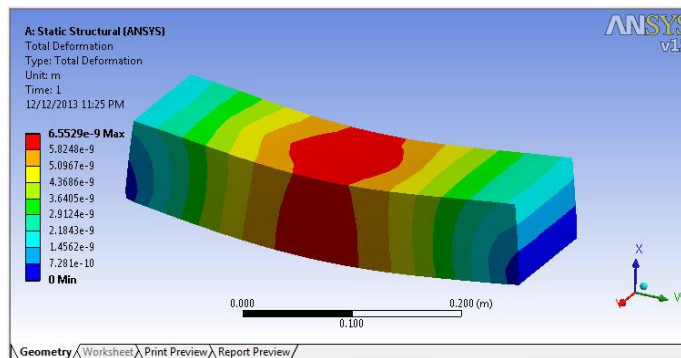
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil dan Analisa Simulasi Beban Statis Struktur Bantalan (Bed)

Simulasi ini dilakukan untuk mengetahui hubungan antara volume dengan kekakuan yang dimiliki oleh struktur dari setiap variasi konstruksi. Simulasi ini berupa pemberian gaya yang dipusatkan pada suatu konstruksi dengan tumpuan. Hasil analisa berupa nilai deformasi dan warna kontur dari struktur yang akan dijadikan bahan analisa. Berikut ini Gambar 13 dan Gambar 14 adalah hasil simulasi dari setiap konstruksi:



Gambar 13. Hasil simulasi analisis beban statis struktur pejal.



Gambar 14. Hasil simulasi analisis beban statis struktur dengan partikel peredam.

Tabel 2. Nilai Deformasi Maksimum Bed Mesin Perkakas

No.	Jenis Konstruksi	Deformasi Maksimum
1	Struktur Pejal	4,915e-9 m
2	Struktur dengan Partikel Peredam	6,553e-9 m

Nilai total deformasi yang diterima oleh stuktur dengan partikel peredam lebih tinggi dibandingkan struktur pejal seperti terlihat pada Tabel 2. Perbedaan nilai deformasi ini diakibatkan luas area yang menerima pembebanan berbeda. Semakin besar luas area pembebanan maka semakin kecil nilai deformasi yang terjadi pada struktur tersebut. Oleh karena itu metode yang paling tepat untuk mendapatkan struktur dengan bobot ringan tetapi memiliki kekakuan semaksimal mungkin adalah dengan konstruksi struktur dengan partikel peredam.

3.2 Hasil dan Analisa Uji Eksperimental Faktor Redaman Struktur Bebas Bantalan (Bed) Kayu Bengkirai

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan sensor akselerometer. Setiap struktur ditumpu pada suatu tumpuan dan diberikan impuls. Impuls tersebut merupakan sinyal input berupa grafik percepatan yang direkam dalam suatu aplikasi. Hasil rekaman data tersebut yang kemudian diolah menggunakan metode logarithmic decrement seperti yang terlihat pada Tabel 3

Tabel 3. Hasil Uji Eksperimental Faktor Redaman Struktur Bebas Bantalan (Bed) Kayu Bengkirai

No.	Jenis Konstruksi	Faktor Redaman
1	Struktur Pejal	0,0652
2	Struktur dengan Partikel Peredam	0,0481

Dari pengujian ini terlihat bahwa volume suatu struktur tidak memiliki korelasi yang jelas terhadap kemampuan peredaman struktur. Tetapi variasi konstruksi struktur berpengaruh terhadap kemampuan suatu benda dalam meredam suatu getaran.

3.3 Hasil dan Analisa Uji Eksperimental Faktor Redaman Struktur Bantalan Mesin CNC dengan Material Kayu Bengkirai dan Besi Cor

Pengujian yang dilakukan pada struktur ini sama dari segi metodenya. Tetapi yang menjadi sedikit perbedaan adalah mekanisme pengujiannya. Pengujian pada bagian yang telah tergabung dilakukan dengan menggunakan variasi posisi dari bed. Pada pengujian ini menggunakan variasi 3 posisi bantalan. Pada Tabel 4 di bawah ini dicantumkan hasil pengujian pada mesin CNC dengan struktur kayu dan besi cor.

Tabel 4. Perbandingan Hasil Uji Eksperimental Faktor Redaman Mesin CNC dengan Material Kayu Bengkirai dan Besi cor

No.	Jenis Material	Titik 1	Titik 2	Faktor Redaman Rata-Rata
1	Kayu Bengkirai	0,0755	0,0393	0,00570
2	Besi Cor	0,0436	0,0397	0,00497

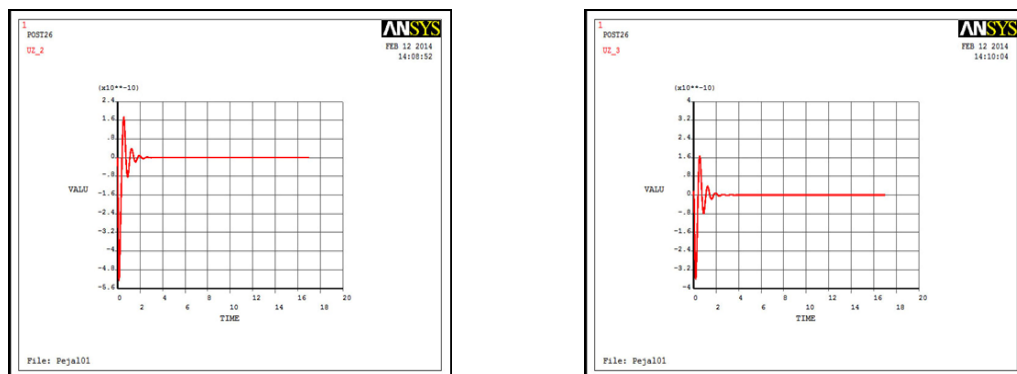
Dari hasil perhitungan antara mesin CNC dengan struktur berbahan kayu dan besi cor pada Tabel 4 terlihat selisih nilai faktor redaman yang cukup besar. Hal ini diakibatkan dari sisi sifat mekanik material, kayu memiliki sifat mekanik yaitu kekakuan yang lebih rendah dari besi cor. Selain dari sisi sifat mekanik material, proses assembly antara bagian-bagian struktur masih terdapat kekurangan pada mesin CNC dengan struktur kayu. Getaran timbul akibat rambatan getaran-getaran yang dihasilkan oleh bagian-bagian yang lain.

3.4 Hasil dan Analisa Simulasi Analisis Dinamik Transien

Hasil dari simulasi dengan analisis dinamik transien adalah berupa grafik antar frekuensi dan waktu. Grafik berbentuk sinusoidal dimana setiap simpangan maksimum (amplitudo) akan dibandingkan untuk mengetahui nilai redaman pada setiap titik.

3.4.1 Hasil Hasil Simulasi Analisis Dinamik Transien Struktur Pejal dengan Variasi Titik

Simulasi ini mengambil sampel sebanyak 4 titik, dimana titik tersebut dapat mewakili dari titik yang lainnya. Grafik-grafik yang dihasilkan tersebut akan menghasilkan suatu nilai simpangan yang akan dibandingkan untuk mendapatkan nilai faktor redaman pada setiap titik seperti yang terlihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Grafik analisis dinamik transien struktur pejal titik 1 dan 2.

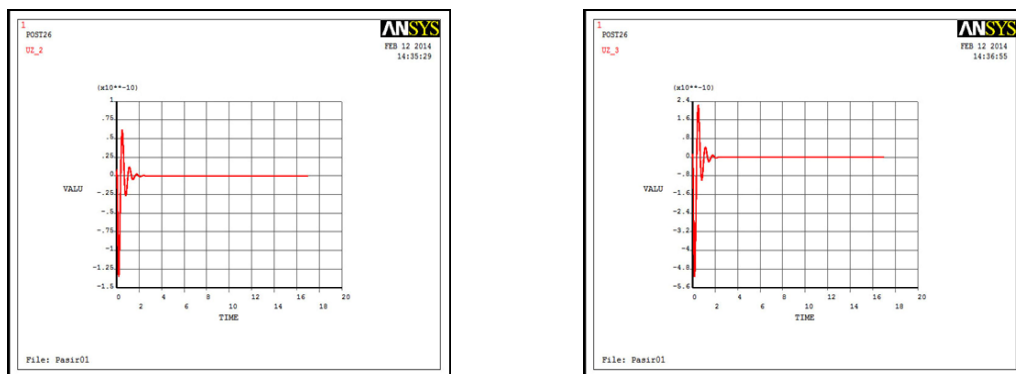
Tabel 5. Hasil Perhitungan Redaman pada Konstruksi Struktur Pejal dengan Variasi Titik

Jenis Struktur	x1	x2	$\ln(x1/x2)$	Faktor redaman
Pejal	1,73E-10	3,89E-11	1,4921	0,2310
	1,74E-10	3,85E-11	1,5097	0,2335
	3,81E-11	8,43E-12	1,5088	0,2334
	3,77E-11	8,35E-12	1,5068	0,2331
	1,68E-10	3,74E-11	1,4989	0,2320
rata-rata				0,2326

Dari Tabel 5 terlihat bahwa nilai faktor redaman dari setiap titik memiliki perbedaan yang sangat kecil sekali atau dapat dianggap sama. Dari hasil simulasi tersebut dapat disimpulkan bahwa setiap posisi atau letak pada struktur memiliki kemampuan yang sama dalam meredam getaran, karena struktur tersebut memiliki faktor redaman yang sama pada setiap titiknya.

3.4.2 Hasil Simulasi Analisis Dinamik Transien Struktur dengan Partikel Peredam dengan Variasi Titik

Simulasi ini menggunakan variasi titik dengan mengambil 3 sampel titik. Titik yang diambil dianggap dapat mewakili dari setiap bagian pada struktur. Gambar 16 merupakan gambar grafik simpangan terhadap waktu pada setiap titik untuk struktur dengan partikel peredam. Prosedur pengolahan data juga sama dilakukan seperti pada struktur pejal dalam menentukan nilai faktor redamannya.



Gambar 16. Grafik analisis dinamik transien struktur dengan partikel peredam titik 1 dan 2

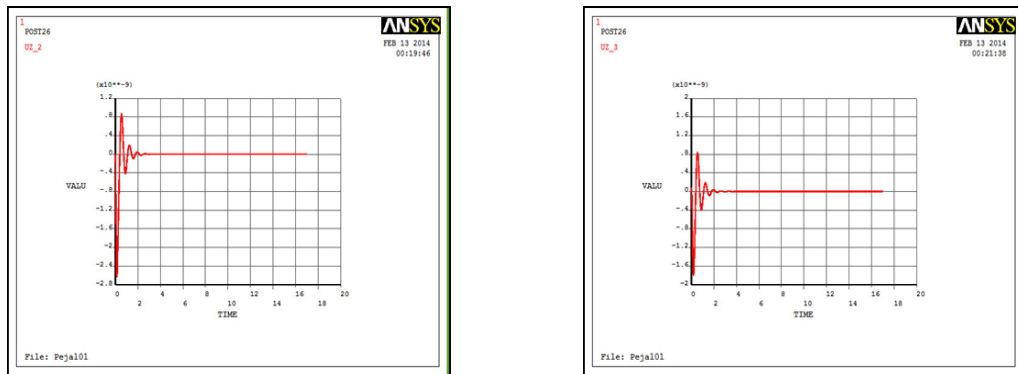
Tabel 6. Hasil Perhitungan Redaman pada Konstruksi Struktur dengan Partikel Peredam dengan Variasi Titik

Jenis Struktur	x1	x2	$\ln(x1/x2)$	Faktor redaman
Dengan Partikel Peredam	2,23E-10	4,24E-11	1,6587	0,2551
	2,12E-10	4,03E-11	1,6621	0,2556
	4,34E-11	8,26E-12	1,6593	0,2552
	6,12E-11	1,16E-11	1,6605	0,2554
	2,20E-10	4,19E-11	1,6595	0,2552
rata-rata				0,2553

Melalui Tabel 4.5 terlihat bahwa nilai simpangan pada setiap titik berbeda namun memiliki nilai faktor redaman yang sama. Nilai simpangan pada setiap titik memiliki perbedaan dikarenakan pengaruh posisi pemberian beban. Semakin dekat dengan titik pemberian beban maka simpangannya akan semakin besar, namun karena memiliki kekakuan yang sama maka perbandingan penurunan nilai simpangan akan memiliki nilai yang sama pada setiap titik.

3.4.3 Hasil Simulasi Analisis Dinamik Transien Struktur Pejal dengan Variasi Impuls

Simulasi ini menggunakan 3 sampel titik, dimana setiap titik nanti akan diteliti faktor redamannya. Pada simulasi ini, peneliti menggunakan sampel struktur pejal. Gambar 17 adalah grafik simpangan terhadap waktu dimana nilai simpangan tersebut akan dibandingkan untuk mengetahui nilai faktor redaman pada setiap titik memiliki nilai yang sama atau tidak walaupun dengan impuls yang berbeda.



Gambar 17. Grafik analisis dinamik transien struktur pejal titik 1 dan titik 2 dengan beban 50N.

Tabel 7. Hasil Perhitungan Redaman pada Konstruksi Pejal dengan Besar Impuls 50 N

Jenis Struktur	x1	x2	ln(x1/x2)	faktor redaman
Pejal	8,64E-10	1,94E-10	1,4921	0,2310
	8,72E-10	1,93E-10	1,5097	0,2335
	1,91E-10	4,22E-11	1,5088	0,2334
	1,88E-10	4,17E-11	1,5068	0,2331
	8,38E-10	1,87E-10	1,4989	0,2320
rata-rata				0,2326

Dari Tabel 5 dan Tabel 7 dapat terlihat bahwa perbedaan nilai redaman pada setiap struktur memiliki perbedaan yang sangat kecil, bahkan ada 2 (dua) titik memiliki nilai redaman yang sama persis. Hal ini diakibatkan oleh struktur tersebut memiliki kekakuan yang seragam pada setiap titiknya. Sehingga perbandingan nilai penurunan simpangan pada setiap titik walaupun titik tersebut memiliki nilai simpangan yang lebih besar akan sama pada setiap titiknya.

4 Kesimpulan

- 1) Luas area pembebanan pada struktur berpengaruh pada kekakuan, di mana semakin besar luas area yang menerima pembebanan maka nilai deformasi akan semakin kecil di mana struktur yang area terkena bebannya paling besar adalah struktur pejal kemudian diikuti dengan struktur dengan partikel peredam. Sehingga nilai deformasi pada struktur pejal lebih kecil dibandingkan struktur dengan partikel peredam, yaitu untuk struktur pejal sebesar $4,915e-9$ m dan struktur dengan partikel peredam $6,553e-9$ m.
- 2) Struktur bantalan (bed) mesin perkakas dengan konstruksi struktur dengan partikel peredam memiliki nilai faktor redaman yang lebih kecil dengan nilai 0.0481. Sedangkan nilai faktor redaman struktur pejal memiliki nilai 0.0652.
- 3) Kemampuan peredaman suatu material akan meningkat apabila memiliki redaman kritis yang besar di mana nilai faktor redaman akan mengalami penurunan. Sehingga faktor redaman pada mesin CNC dengan konstruksi berbahan kayu memiliki nilai faktor redaman lebih besar dibanding dengan mesin CNC dengan konstruksi berbahan besi cor yaitu, kayu 0,00570 dan besi cor 0,00497. Hal ini diakibatkan perbedaan sifat mekanik material dan nilai redaman kritis besi cor lebih besar dari kayu. Sehingga ketika ada gaya maka energi dari gaya tersebut langsung diserap/diredam.
- 4) Nilai faktor redaman pada setiap titik dari hasil analisis pada simulasi analisis dinamik transien dengan berbagai struktur tidak memiliki perbedaan yang sangat jauh, bahkan kecil sekali dan dapat dianggap sama yaitu untuk struktur pejal sekitar 0.2326 dan struktur dengan partikel peredam 0.2553.
- 5) Perbedaan besarnya impuls yang diberikan pada struktur yang sama tidak mempunyai pengaruh yang besar.

5. Daftar Pustaka

- [1] Sri. H. W, Yatna Y. M, 1986, "Pengantar Mesin Perkakas", Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- [2] Rochim. T, 1993, "Proses Permesinan", Bandung, Indonesia.
- [3] Clough. R. W dan Penzien. J, 1995, "Dynamics of Structures, 3rd Ed, Berkeley," USA.
- [4] Anonymous, "Logarithmic Decrement," http://en.wikipedia.org/wiki/Logarithmic_decrement," diakses tanggal 3 Desember 2013.
- [5] Dukkupati. R. V dan Srinivas. J, 2005, "Textbook of Mechanical Vibrations," New Delhi, India.
- [6] Steidel. R. F, Jr, 1980, "An Introduction to Mechanical Vibration," 2nd Ed, Wiley, New York.