

Analisis Getaran pada Alat Peraga 1 Derajat Kebebasan dengan Penambahan Peredam

Galuh Renggani Wilis⁽¹⁾, Royan Hidayat⁽²⁾, Irfan Santosa⁽³⁾, Mustaqim⁽⁴⁾, Moch. Chamim⁽⁵⁾

^{1),2),3),4)} Teknik Mesin, Universitas Pancasakti Tegal,

⁵⁾ Teknik Mesin, STT Warga Surakarta

Email: g411uh.rw@gmail.com

Abstrak

Pembelajaran materi getaran mekanis sebagai dasar pengetahuan mahasiswa tentang kekuatan konstruksi mesin membutuhkan visual dasar seperti alat peraga untuk membantu memahami materi. Getaran Mekanis dipelajari dari system derajat paling sedikit yaitu 1 derajat kebebasan/ *1 degree of freedom* (1DOF). Penelitian dilakukan dengan beberapa tahap, yaitu melakukan pembuatan desain alat dengan solid work, pemilihan bahan serta komponen dan proses perakitan, kemudian pengujian bahan komposit dengan uji impact dan uji bending, serta pengujian getaran pada alat. Pengujian bahan komposit pada kekuatan impact menunjukkan hasil nilai rata-rata harga impact tertinggi pada variasi lurus miring yaitu 0,029 J/mm² dan nilai rata-rata harga impact terendah pada variasi susunan serat miring yaitu 0,009 J/mm². Pengujian bending menunjukkan rata-rata tegangan bending paling tinggi pada variasi susunan lurus miring yaitu 24,59 MPa sedangkan rata-rata tegangan bending terendah pada variasi susunan serat miring yaitu 22,11 MPa. Dari hasil uji kekuatan impact dan bending komposit maka dipilih komposit dengan arah serat lurus+miring yang dibuat sebagai bahan peredam. Hasil dari pengukuran getaran dengan vibration tester meter menunjukkan pengaruh putaran mesin pada kenaikan accelerasi dan displacement alat peraga getaran 1 DOF. Data juga menunjukkan bahwa efek peredam dapat mengurangi besarnya getaran yang terjadi Putaran mesin tertinggi pada alat peraga getaran 1 DOF dengan peredam komposit yaitu sebesar 521,67 Rpm menghasilkan frekuensi getaran 1,724 Hz.

Kata Kunci: getaran, peredam, komposit, putaran, frekuensi.

Pendahuluan

Pembelajaran materi getaran mekanis sebagai dasar pengetahuan mahasiswa tentang kekuatan konstruksi mesin membutuhkan visual seperti alat peraga untuk membantu memahami materi. Getaran Mekanis dipelajari dari system derajat yang paling sedikit yaitu 1 derajat kebebasan/ *1 degree of freedom* (1DOF). Penelitian ini disusun untuk memberikan gambaran pada mahasiswa tentang pembelajaran getaran mekanis 1 DOF yang terdiri dari massa, pegas dan peredam pada alat peraga yang dilengkapi dengan motor 1Hp. Permasalahan pada pembahasan dimulai dari pembuatan alat peraga getaran 1 DOF meliputi desain gambar, pemilihan material, pembuatan komponen sampai proses perakitan alat, pembuatan bahan peredam getaran dengan komposit serat ijuk dan resin polyester dan perbandingan nilai frekuensi yang dihasilkan alat peraga tanpa peredam dan dengan peredam. Tujuan nya untuk menunjukkan tahapan pembuatan alat peraga dan bagian – bagiannya, dapat mengetahui arah kekuatan impact dan bending dari komposit yang di variasi dengan arah serat lurus, miring dan lurus+miring, Hasil data dari alat

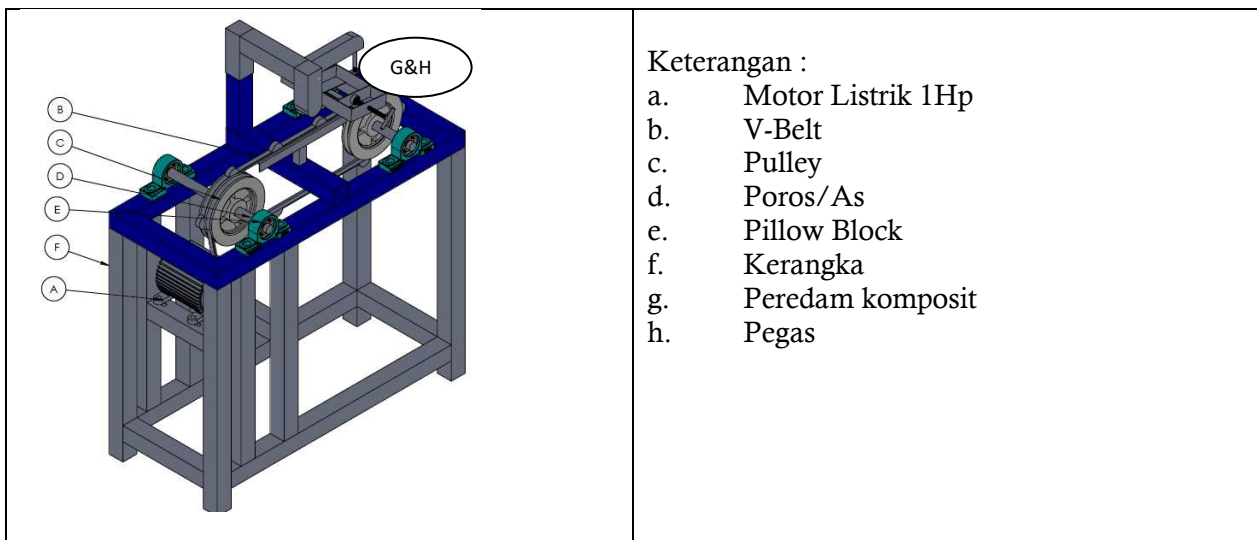
vibration tester meter berupa percepatan dan displacement yang dilihat dari adanya perubahan putaran dengan pengukuran tachometer. Data tersebut akan dianalisis untuk mengetahui besarnya frekuensi getaran pada alat sebelum dan setelah dikenakan peredam.

Landasan Teori

Getaran adalah gerakan bolak-balik dalam suatu interval waktu tertentu. Getaran berhubungan dengan gerak osilasi benda dan gaya yang berhubungan dengan gerak tersebut. Semua benda yang mempunyai massa dan elastisitas mampu bergetar, jadi kebanyakan mesin dan struktur rekayasa engineering mengalami getaran sampai derajat tertentu dan rancangannya biasanya memerlukan pertimbangan sifat osilasinya. [1] Getaran berasal dari berbagai sumber, termasuk aliran fluida, medan magnet, elemen putar, ketidakseimbangan, interaksi, dan kontak gesekan. Mode getaran tergantung pada sifat struktural, geometri dan kondisi batas, yang dapat berubah seiring waktu.[2]

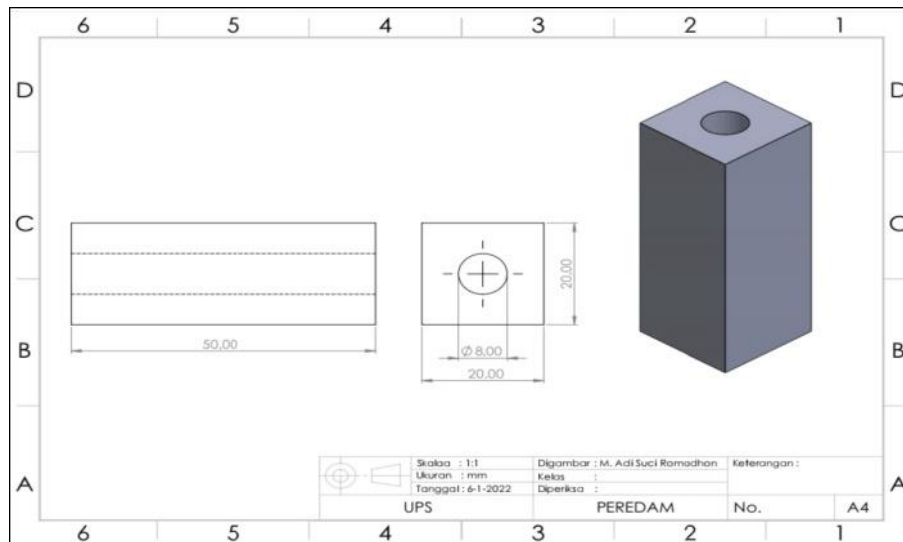
Getaran berlebih pada suatu mekanisme akan berdampak pada kenyamanan/kesehatan operator, kelonggaran permesinan dan cacat produk. Penambahan peredam menjadi solusi untuk mengurangi besarnya getaran yang dihasilkan.

Alat Peraga Getaran 1 derajat kebebasan ini terdiri dari dudukan massa, pegas, peredam (dapat di pasang-lepas), motor listrik 1Hp, pulley, rangka alat, pillow block dan v-belt. Desain dengan solid work dibuat per komponen dan di



Gambar 1. Alat Peraga Getaran 1 Derajat Kebebasan

Peredam mengurangi getaran pada sebuah mesin. Energi gerak dari bagian yang bergetar dirubah melalui gerakan mejadi panas. Prinsip kerja peredam pada saat terjadi pemegasan, peredam getaran menerima beban tekan dan tarik.



Gambar 2. Desain Peredam pada Alat Peraga 1 Derajat Kebebasan [3]

Pengujian bahan komposit yang akan digunakan sebagai peredam dilakukan dengan membandingkan variasi arah susunan serat lurus, miring dan lurus miring pada komposit dengan tiga kali percobaan untuk tiap variasi fraksi berat perbandingan serat 20% dan resin 80%. Specimen dibuat dengan cara hand lay up menggunakan kaca dan aluminium sebagai cetakan. Untuk mengetahui besarnya harga impact dapat dihitung melalui persamaan sebagai berikut :

Diketahui : $m = 20$ kg (berat palu)
 $r = 0,8$ m (panjang lengan)
 $\alpha = 30^\circ$ (sudut awal)
 $\beta = 29,25^\circ$ (susut setelah diayun)

Mencari E atau usaha yang diperlukan pada uji impact :

$$E = m \times g \times r (\cos\beta - \cos\alpha)$$

Mencari A atau luas penampang pada uji impact :

$$A = l \times t$$

Mencari harga impact :

$$HI = \frac{E}{A}$$

Untuk mengetahui besarnya tegangan bending dapat dihitung melalui persamaan sebagai berikut:

$$S = \frac{(3 \times P_{max} \times 1000 \times 100)}{(2 \times b \times d^2)}$$

Keterangan :

S : tegangan bending/teggangan lengkung (MPa)

P_{max} : beban atau gaya yang terjadi (KN)

b : lebar benda/lebar specimen (mm)

d : ketebalan spesimen (mm)

Analisa Getaran dilakukan dengan menghitung nilai getaran dari data percepatan dan displacement. Diturunkan dari persamaan getaran :

$$m \cdot \ddot{x} + c \dot{x} + k x = 0 \quad [4]$$

Persamaan perpindahan pada sumbu x

$$x = A x \sin \omega t \quad \text{(i) Displacement}$$

$$\dot{x} = A x \omega \cos \omega t \quad \text{(ii) Velocity}$$

$$\ddot{x} = -A x \omega^2 \sin \omega t \quad \text{(iii) Acceleration}$$

Substitusi persamaan ii & iii didapat

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

Tanda negatif menyatakan bahwa arah percepatan berlawanan dengan arah simpangannya

$$\omega = \sqrt{\frac{\ddot{x}}{x}}$$

Setelah diketahui kecepatan sudut (ω) kemudian masukan kedalam rumus dibawah ini :

$$f = \frac{\omega}{2\pi}$$

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan beberapa tahap, yaitu melakukan pembuatan desain alat dengan solid work, pemilihan bahan serta komponen dan proses perakitan, kemudian pengujian bahan komposit dengan uji impact dan uji bending, serta pengujian getaran pada alat. Di tahap ini juga dilakukan pembuatan specimen komposit untuk uji impact dan uji bending dengan variasi susunan serat ijuk dan resin polyester dengan perhitungan fraksi volume

- a. Fraksi volume untuk uji impak 330 gr/ml
 - 1) Resin polyester 80% = 330 gr/ml \times 80% = 264 gr/ml
 - 2) Serat ijuk 20% = 330 gr/ml \times 20% = 66 gr/ml
- b. Fraksi volume untuik uji banding 330 gr/ml
 - 1) Resin polyester 80% = 330 gr/ml \times 80% = 264 gr/ml
 - 2) Serat ijuk 20% = 330 gr/ml \times 20% = 66 gr/ml

Uji Impact dan uji bending dilakukan pada tiga specimen di masing – masing variasi arah serat yaitu lurus, miring dan lurus + miring [3]

Tahap pengambilan data getaran di lakukan sebelum peredam dipasang dan setelah peredam dipasang pada alat getaran 1 DOF, sebelumnya, dilakukan pengaturan dimmer putaran mesin dan diukur putaran pada pulley denga tachometer.

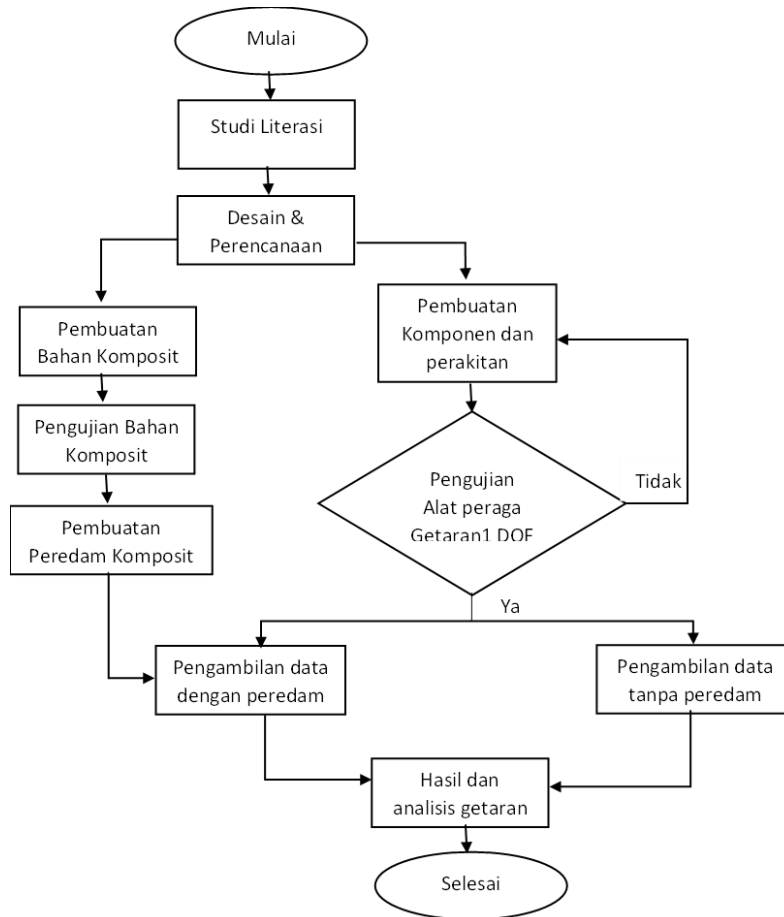
Alat yang digunakan untuk mendapatkan data getaran:

1. Alat peraga getaran 1 DOF
2. Tachometer
3. Vibration tester meter
4. Timbangan

Pengumpulan data :

Pengumpulan data diperoleh dari pengujian alat peraga getaran dengan variasi putaran yang sudah ditentukan kemudian masing–masing pengujian diambil data menggunakan alat tachometer dan vibration meter dan ditulis dalam table.

Diagram Alir Penelitian :

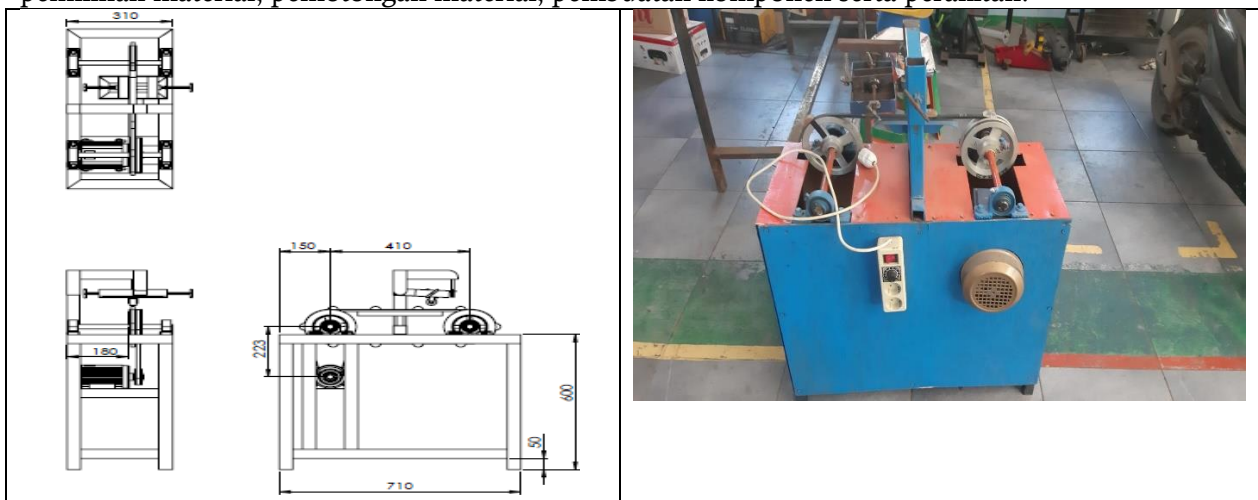


Gambar 3. Flowchart Penelitian

Hasil Penelitian Dan Pembahasan

Tahap Perancangan dan Pembuatan Alat :

Di mulai dari pembuatan desain alat peraga 1 derajat kebebasan. Di buat dengan *solidwork* , pemilihan material, pemotongan material, pembuatan komponen serta perakitan.

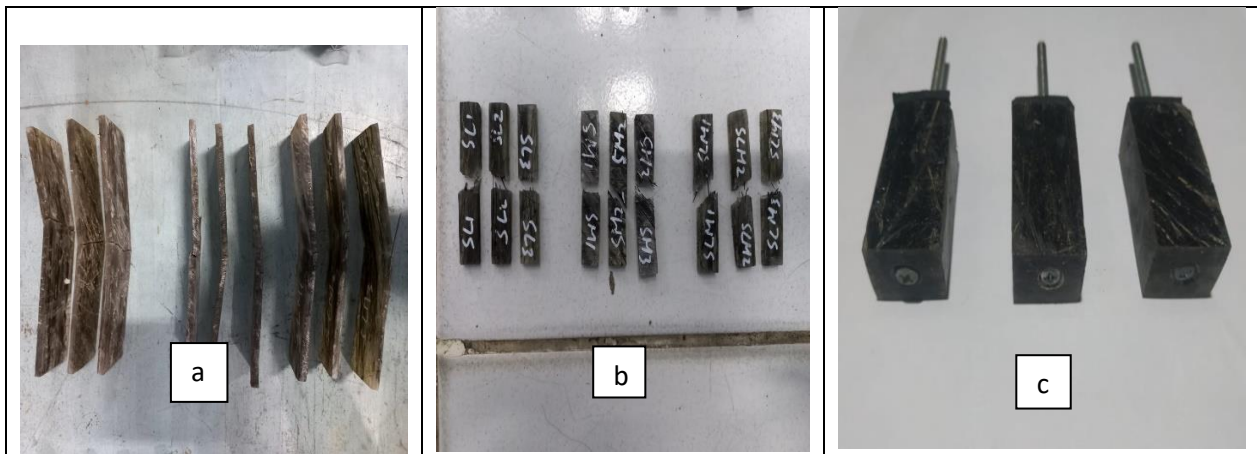


Gambar 4a.Desain Alat Peraga Getaran 1 DOF (2D), b.Alat Peraga Getaran 1 DOF

Tahap Pengujian Bahan Komposit :

Dilakukan dengan pengujian impact yang menunjukkan hasil nilai rata-rata harga impact tertinggi pada variasi lurus miring yaitu 0,029 J/mm² dan nilai rata-rata harga impact terendah pada variasi susunan serat miring yaitu 0,009 J/mm². Rata-rata tegangan bending paling tinggi pada variasi susunan lurus miring yaitu 24,59 MPa sedangkan rata-rata tegangan bending terendah pada variasi susunan serat miring yaitu 22,11 MPa.[3]

Dari Hasil Pengujian, dibuat bentuk peredam sesuai desain peredam pada gambar 2, diambil dari data impact terbaik untuk di gunakan pada tahap pengambilan data getaran.



Gambar 5.a.Uji Bending Bahan Komposit, b.Uji Impact bahan komposit, c.Peredam Komposit

Tahap Pengambilan Data Getaran ;

Hasil penelitian yang dilakukan dengan beberapa variasi putaran tanpa peredam dan dengan peredam didapatkan data sebagai berikut :

Tabel 1. Data accelerasi dan displacement getaran 1 DOF

Setting putaran (dimmer)	Putaran rata-rata (Rpm)	Tanpa Peredam			Dengan peredam		
		Accelerasi (m/s ²)	Displacement (mm)	Displacement (m)	Accelerasi (m/s ²)	Displacement (mm)	Displacement (m)
Dimmer 5	151,7	15,9	18,6	0,186	11,1	15,1	0,151
		15,8	16,4	0,164	12,8	14,0	0,14
		15,9	17,0	0,17	12,4	14,7	0,147
Rata - rata		15,87		0,173	12,1		0,146
Dimmer 6	295,67	26,8	27,6	0,276	13,8	17,9	0,159
		29,6	32,2	0,322	22,5	24,6	0,226
		36,2	30,3	0,30	15,6	21,4	0,194
Rata -rata		30,87		0,299	19,3		0,213
Dimmer 7	521,67	43,2	28,4	0,284	31,2	24,8	0,28
		64,0	36,3	0,363	52,6	33,6	0,336
		52,0	51,03	0,51	40,7	47,7	0,477
Rata - rata		53,07		0,386	41,5		0,354

Dari data diatas dapat dilihat hasil dari pengukuran getaran dengan vibration tester meter adanya kenaikan putaran mesin yang berpengaruh pada kenaikan accelerasi dan displacement. Data juga menunjukkan bahwa efek peredam dapat mengurangi besarnya getaran yang terjadi pada alat getaran 1 DOF tersebut.

Analisa hasil getaran menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$m \cdot \ddot{x} + c \dot{x} + k x = 0$$

Persamaan simpangan pada sumbu x :

$$x = A x \sin \omega t \quad (\text{Displacement})$$

$$\dot{x} = A x \omega \cos \omega t \quad (\text{Velocity})$$

$$\ddot{x} = -A x \omega^2 \sin \omega t \quad (\text{Acceleration})$$

Substitusi :

persamaan ii & iii didapat

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

Tanda negatif menyatakan bahwa arah percepatan berlawanan dengan arah simpangannya

$$\omega = \sqrt{\frac{\ddot{x}}{x}}$$

Setelah diketahui frekuensi (ω) dalam rad/s dikonversi kedalam Hertz (Hz) dengan rumus :

$$f = \frac{\omega}{2\pi}$$

Contoh menghitung getaran dalam (Hz) sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \omega &= \sqrt{\frac{15,87}{0,173}} \\ &= 9,58 \text{ rad/s} \\ f &= \frac{9,58}{2\pi} \\ &= 1,525 \text{ Hz} \end{aligned}$$

Tabel 2.2. Data hasil perhitungan frekuensi getaran tanpa peredam :

Putaran (RPM)	Rata – rata			Frekuensi (Hz)
	Accelerasi (m/s ²)	Displacement (m)	ω (rad/s)	
151,7	15,87	0,173	9,58	1,525
295,67	30,87	0,299	10,161	1,618
521,67	53,07	0,386	11,725	1,867

Putaran mesin tertinggi pada alat peraga getaran 1 DOF tanpa peredam yaitu sebesar 521,67 Rpm menghasilkan frekuensi getaran 1,867 Hz.

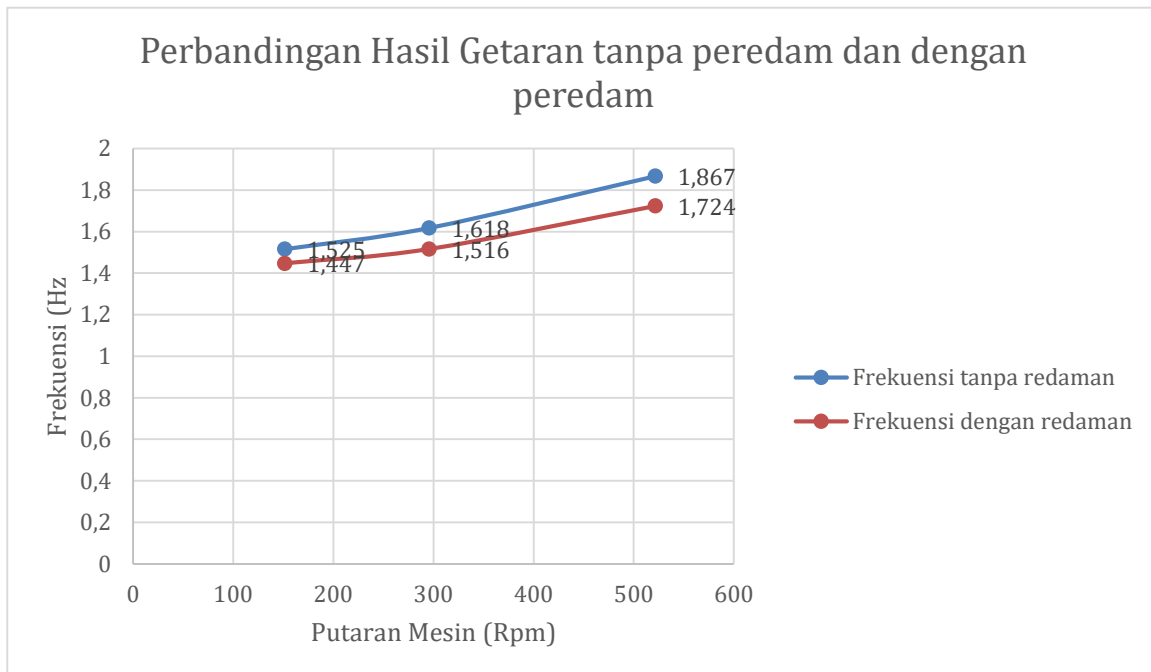
Putaran (RPM)	Rata – rata			Frekuensi (Hz)
	Accelerasi (m/s ²)	Displacement (m)	ω (rad/s)	
151,7	12,1	0,146	9,087	1,447
295,67	19,3	0,213	9,518	1,516
521,67	41,5	0,354	10,824	1,724

Putaran mesin tertinggi pada alat peraga getaran 1 DOF dengan peredam komposit yaitu sebesar 521,67 Rpm menghasilkan frekuensi getaran 1,724 Hz.

Selisih frekuensi yang di hasilkan dari alat peraga tanpa peredam dan dengan peredam dapat dilihat dari table dibawah ini :

Tabel 3. Perbandingan Getaran dari alat tanpa peredam dan dengan peredam

Putaran (Rpm)	Frekuensi Getaran tanpa peredam (Hz)	Frekuensi Getaran dengan peredam (Hz)	Selisih frekuensi (Hz)
151,7	1,525	1,447	0,078
295,67	1,618	1,516	0,102
521,67	1,867	1,724	0,143



Gambar 6. Grafik pengujian Getaran

Rata-rata selisih frekuensi getaran yang dihasilkan dari alat yang menggunakan peredam dan tidak menggunakan peredam ;

$$\frac{0,078 + 0,102 + 0,143}{3} = 0,108 \text{ Hz}$$

Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan tahapan dari pembuatan alat peraga 1 DOF dari pembuatan desain, pemilihan material, pembuatan komponen dan perakitannya.

Pengujian material yang dilakukan pada bahan komposit dengan variasi arah serat menunjukkan nilai rata-rata tegangan bending paling tinggi pada variasi susunan arah serat lurus+miring dengan rata-rata kekuatan bending 24,59 Mpa, sedangkan rata-rata tegangan bending paling rendah pada variasi susunan serat miring dengan rata-rata kekuatan tegangan bending 22,11 Mpa.

pengujian impak menunjukan hasil nilai rata-rata harga impak paling tinggi pada variasi susunan serat lurus+miring dengan nilai rata-rata harga impak 0,029 J/mm².

Referensi

- [1] Rusiyanto, T., "*Getaran Mekanis*", Yogyakarta: Akprind Ekspres, 2021.
- [2] G. Toh and J. Park, "Review of vibration-based structural health monitoring using deep learning," *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 10, no. 5. MDPI AG, Mar. 01, 2020. doi: 10.3390/app10051680.
- [3] Romadhon, Adi Suci, "*Analisis Serat Ijuk Sebagai Peredam Getaran Pada Alat Peraga Getaran.*" Universitas Pancasakti Tegal, 2021
- [4] G. S. Kelly, "*Fundamentals_of_Mechanical_Vibrations,*" The University of Akron, 2000