

Perancangan, Pembuatan dan Pengujian Alat Uji Getaran Bebas Sebagai Perangkat Bantu Ajar Fisika Terapan

Anan Niazi Usman¹, Irwansyah², Masri³, Husnul Qhalis⁴

¹Fakultas Teknik, Universitas Jabal Ghafur, Sigli, Aceh

^{2,3,4}Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh

E-mail: ananniazi@gmail.com

Abstract

Technological developments continue to increase rapidly, especially in the production and construction processes in an industrial development that is familiar to academics, especially in mechanical engineering. Concerning mechanical engineering, there is a lot of knowledge that must be learned, from construction design, automotive structures, crane construction, bridge construction, and others. The design of the construction required a science that is important for the maintenance of safety in use, namely the science of vibration. The science of vibration deals with the oscillatory motion of objects and the forces associated with that motion. All objects that have mass and elasticity can vibrate. Engineering machines and structures are subject to vibration to a certain degree and in their design require consideration of the nature of the oscillations. Free vibration occurs when the system oscillates due to the action of forces present within the systems themselves, and no external forces are acting. A freely vibrating system will vibrate at one or more of its frequencies which are the properties of the dynamical system as determined by the distribution of its mass and stiffness. Therefore a test is needed to determine the characteristics of free vibrations, namely frequency, amplitude, and period which cannot be known directly. It is hoped that the existence of this free vibration test kit will help students taking Applied Physics lectures to understand more deeply the phenomenon of vibration.

Keywords: Fisika Terapan, Getaran bebas, Osilasi, Peraga.

Daftar Notasi

- δ = vektor perpindahan nodal
 u = vektor perpindahan translasi arah sumbu X
 w = vektor perpindahan translasi arah sumbu Z

1. Pendahuluan

Pada umumnya masih banyak yang berpandangan bahwa Fisika hanya merupakan ilmu biasa yang mempelajari ilmu alam tanpa ada penerapannya, dan berkesimpulan mempelajari formula baku. Namun demikian, sangat sedikit yang menyadari bahwa banyak peristiwa-peristiwa yang bersinggungan dekat dengan aktivitas sehari-hari yang melibatkan ilmu Fisika. Fisika merupakan ilmu dasar yang sangat dibutuhkan oleh cabang ilmu-ilmu lain. Fisika sangat penting dalam kehidupan kita, karena banyak peristiwa dalam kehidupan yang melibatkan ilmu Fisika baik disadari maupun tidak.

Fisika Terapan merupakan ranah ilmu yang mempelajari berbagai gejala Fisika dalam kehidupan dan menelaahnya secara mendalam melalui: dimensi faktual dengan mengamati fakta-fakta yang diperoleh, dimensi konseptual dengan menelaah konsep-konsep yang terkait, dimensi prosedural dengan menelaah proses yang terjadi, dan dimensi metakognitif dengan menelaah keterkaitan atau saling

keterhubungan antar konsep yang ada pada gejala tersebut [1].

Perangkat bantu ajar atau sering juga dikenal dengan istilah peraga memiliki peran penting dalam meningkatkan pemahaman peserta didik. Alat peraga merupakan alat yang dapat diserap oleh mata dan telinga dengan tujuan membantu tenaga pendidik agar proses pembelajaran peserta didik lebih efektif dan efisien. Alat peraga merupakan salah satu komponen penentu efektivitas belajar [2]. Alat peraga mengubah materi ajar yang abstrak menjadi kongkrit dan realistik. Penyediaan perangkat alat peraga merupakan bagian dari pemenuhan kebutuhan peserta didik belajar, sesuai dengan tipe peserta didik belajar. Pembelajaran menggunakan alat peraga berarti mengoptimalkan fungsi seluruh panca indra peserta didik untuk meningkatkan efektivitas peserta didik belajar dengan cara mendengar, melihat, meraba, dan menggunakan pikirannya secara logis dan realistik. Pelajaran tidak sekedar menerawang pada wilayah abstrak, melainkan sebagai proses empirik yang kongkrit yang realistik serta menjadi bagian dari hidup yang tidak mudah dilupakan. Beragam perangkat bantu pembelajaran baik yang bertumpu pada *hardware* maupun *software* terus dikembangkan. Salah satunya penerapan penilaian kualitas pembelajaran berbasis pada metode *cone of experience* Edgar Dale atau dikenal dengan kerucut

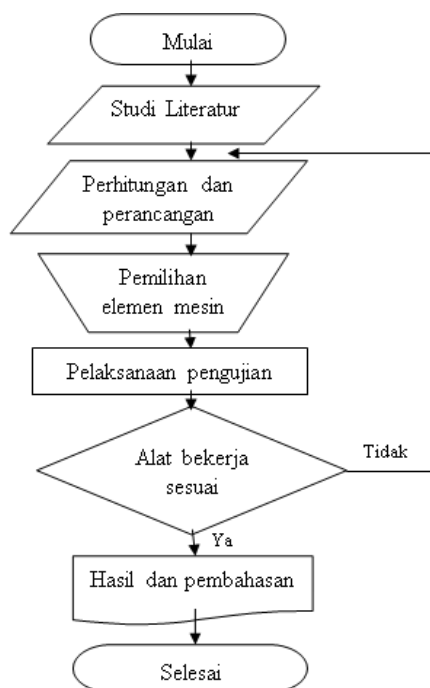
pengalaman Edgar Dale pada pembelajaran fisika menunjukkan efektivitas pembelajaran dalam kategori sangat efektif [3]. Dengan demikian, alat peraga dalam mengajar memegang peranan penting sebagai alat bantu untuk menciptakan proses pembelajaran yang efektif. Proses belajar mengajar ditandai dengan adanya beberapa unsur, antara lain tujuan, bahan, metode dan alat, serta evaluasi. Unsur metode dan alat merupakan unsur yang tidak bisa dilepaskan dari unsur lainnya yang berfungsi sebagai cara atau teknik untuk mengantarkan sebagai bahan pelajaran agar sampai tujuan. Dalam pencapaian tersebut, peranan alat bantu atau alat peraga memegang peranan yang penting sebab dengan adanya alat peraga ini bahan dengan mudah dapat dipahami oleh peserta didik [4].

Getaran dapat didefinisikan sebagai gerak osilasi dari sistem mekanik di sekitar titik atau posisi seimbang. Getaran terjadi karena adanya gaya eksitasi. Getaran adalah gerakan translasi (bolak-balik) yang ada disekitar titik kesetimbangan dimana kuat lemahnya dipengaruhi besar kecilnya energi yang diberikan. Kesetimbangan disini maksudnya adalah keadaan dimana suatu benda berada ada posisi diam jika tidak ada gaya yang bekerja pada benda tersebut. Semua benda yang mempunyai massa dan elastisitas mampu bergetar. Mesin dan struktur rekayasa mengalami getaran sampai derajat tertentu dan rancangannya biasanya memerlukan perkembangan sifat osilasinya. Penelitian sejenis berkenaan dengan analisis perencanaan pembelajaran, pelaksanaan pembelajaran, dan sistem penilaian pembelajaran dengan menggunakan alat peraga fisika telah dilaksanakan untuk meningkatkan penguasaan materi getaran dan gelombang, serta peningkatan penguasaan materi getaran dan gelombang dengan menggunakan alat peraga fisika [5]. Hal yang sama dikembangkan berkenaan kelayakan alat peraga rel osilasi kelereng dalam pembelajaran fisika pada materi getaran harmonis, mengetahui keterlaksanaan pembelajaran, hasil belajar serta respon siswa setelah pembelajaran berlangsung [6]. Pada proses belajar dan mengajar untuk mata kuliah getaran mekanis, peserta didik hanya difokuskan pada analisa getaran secara matematik. Seringkali peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami fenomena getaran yang terjadi [7]. Pengetahuan peserta didik terhadap fenomena getaran mekanik akan semakin jelas jika peserta didik dapat secara langsung melihat dan menganalisa fenomena getaran yang terjadi pada suatu sistem mekanik yang sederhana. Berdasarkan uraian tersebut perlu adanya alat peraga ataupun alat pengujian getaran mekanik. Merancang dan membangun mesin yang bertujuan untuk mengetahui penyebab terjadinya getaran dan hubungan getaran tersebut terhadap *misalignment* dan kecepatan putar pada komponen mesin telah kerap dikembangkan [8]. Maka pada penelitian ini dilakukan perancangan, pembuatan dan pengujian alat bantu peraga getaran

bebas untuk mengetahui karakteristik getaran bebas yaitu frekuensi, amplitudo, dan periode yang tidak dapat diketahui secara langsung. Objektifitas dari penelitian adalah menghasilkan model desain dari alat uji getaran bebas sederhana dan menghasilkan alat pengujian getaran bebas untuk memahami fenomena getaran bebas, baik teredam maupun tidak. Diharapkan dengan adanya alat uji getaran bebas ini akan dapat membantu peserta didik untuk memahami fenomena getaran.

2. Metode dan Peralatan

Metode pelaksanaan penelitian dikelompokkan atas tiga bagian, perancangan, pembuatan dan pengujian. Tahapan perancangan yang akan dilakukan meliputi identifikasi masalah hingga penentuan dimensi dan perancangan serta tahapan fabrikasi dan pengujian. Adapun prosedur yang dilakukan dalam perancangan dan pembuatan alat uji getaran bebas mengikuti diagram alir berikut:



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Tahapan perancangan, pembuatan, dan pengujian diawali dengan identifikasi masalah dilakukan dengan mengumpulkan data berdasarkan pada kunjungan dan survey ke laboratorium pengujian material serta studi pustaka pada beberapa penelitian ataupun jurnal. Berdasarkan hasil kunjungan lapangan dan studi pustaka didapat beberapa model alat uji getaran, salah satunya adalah alat uji tekuk dengan penggerak dinamo. Kekurangan alat uji tersebut

adalah tidak terlalu praktis dan juga harganya yang mahal. Penentuan kapasitas beban, setelah dilakukan identifikasi masalah tahapan selanjutnya adalah menentukan kapasitas beban yang diinginkan pada alat. Perhitungan dan perancangan, pada tahapan ini perhitungan alat didasarkan pada kekakuan pegas yang telah ditentukan.

- Kostanta pegas

$$f = \frac{mg}{\Delta x} \quad (1)$$

- Frekuensi pribadi (Pengujian)

$$\omega_n = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (2)$$

$$\omega_n = 2\pi f$$

- frekuensi

$$f = \frac{\omega_n}{2\pi} \quad (3)$$

- kecepatan

$$v = \frac{L}{t} \quad (4)$$

- Panjang gelombang

$$\lambda = \frac{v}{f} \quad (5)$$

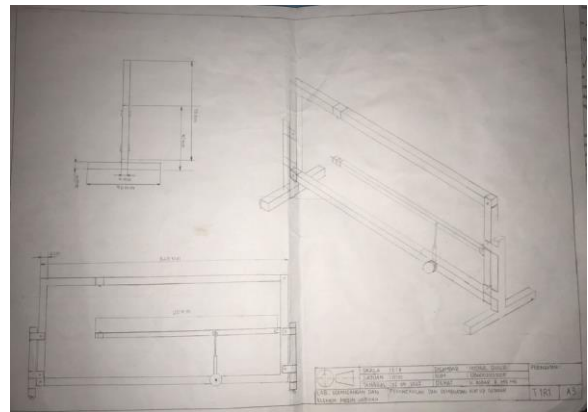
- Frekuensi pribadi (Teori)

$$\omega_n = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (6)$$

- Frekuensi pribadi (Pengujian)

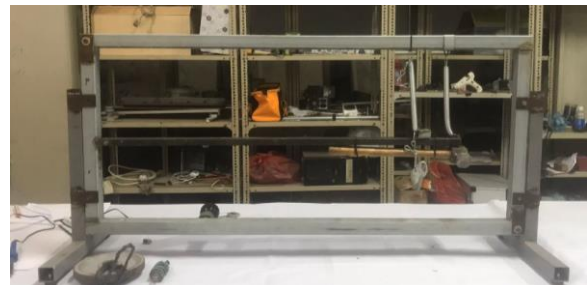
$$f = \frac{v}{\lambda} \quad (7)$$

Sedangkan perancangan alat meliputi mekanisme kerja alat dan dimensi alat. Perancangan alat digambar mengikuti kaedah menggambar Teknik menurut standar ISO, seperti terlihat pada gambar 2.



Gambar 2. Gambar teknik hasil perancangan alat uji getaran bebas

Pemilihan elemen mesin, disesuaikan dengan hasil perhitungan dan perancangan serta mengikuti standarisasi yang ada di pasaran. Fabrikasi, setelah mendapatkan hasil perhitungan dan perancangan tahapan selanjutnya dilakukan proses fabrikasi, dengan beberapa proses permesinan dan pengalasan. Hasil fabrikasi ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Hasil pembuatan alat uji getaran bebas

Simulasi, pada tahapan ini simulasi alat dilakukan untuk mengetahui apakah alat bekerja sesuai dengan konsep rancangan. Pengujian spesimen, dilakukan pada pegas dengan dimensi panjang 190 mm, lebar 25 mm dan berdiameter kawat pegas 1,5 mm.



Gambar 4. Setup alat uji untuk simulasi getaran bebas

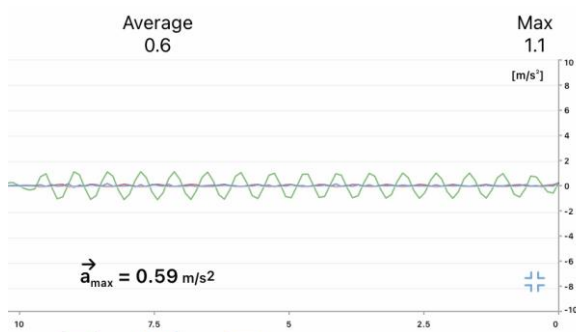
Adapun prosedur pelaksanaan Alat Uji Getaran Bebas adalah sebagai berikut :

- Alat pengujian getaran bebas disiapkan dengan menyiapkan alat uji, tanpa menggunakan redaman.
- Pasang pegas pada alat uji.
- Berikan beban yang ingin digunakan pada ujung tuas *beam*.
- Smartphone* dengan aplikasi pengukur getaran dipasang pada tuas *beam* alat pengujian, agar bisa mendapatkan grafik hasil getaran.
- Lalu berikan *initial condition* pada sistem alat uji untuk mendapatkan hasil grafiknya pada *smartphone*.
- Setelah diperoleh hasil uji segera simpan
- Ulangi uji coba dengan memasang redaman.
- Kemudian analisis dan simpulkan hasil dari alat uji coba.

3. Hasil dan Pembahasan

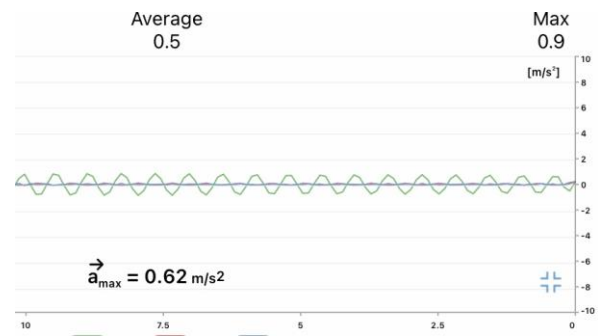
3.1. Hasil pengujian alat uji dengan kondisi getaran bebas tanpa peredam

Data hasil pengujian tanpa menggunakan peredam, menunjukkan bahwa, dengan setup awal batang pegas 5 cm terhadap landasan alat uji dengan pembebanan 2 kg, diperoleh $a_{\max}$ sebesar 0.59 m/s^2 , sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil percobaan 1 tanpa peredam

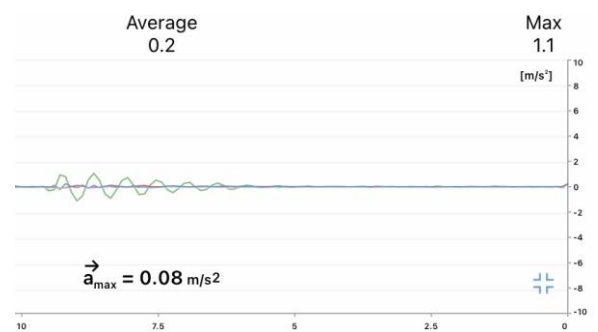
Sedangkan dengan pendekatan dimana setup awal pada batang pegas sepanjang 3 cm terhadap landasan alat uji dengan pembebanan 2 kg, diperoleh $a_{\max}$ sebesar 0.59 m/s^2 , sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil percobaan 2 tanpa peredam

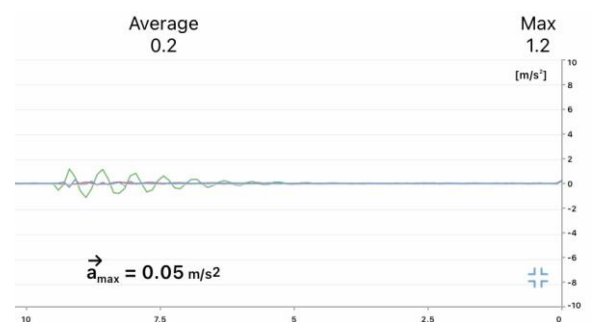
3.2. Hasil pengujian alat uji dengan kondisi getaran bebas

Data hasil pengujian getaran bebas menggunakan peredam, dimana peralatan di setup awal pada batang pegas sepanjang 5 cm terhadap landasan alat uji dengan pembebanan 2 kg. Sehingga dapat diketahui bahwa $a_{\max}$ sebesar 0.08 m/s^2 , sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil percobaan 3 menggunakan peredam

Demikian juga halnya untuk percobaan berikutnya dimana setup awal batang pegas 3 cm terhadap landasan alat uji dengan pembebanan 2 kg.



Gambar 8. Hasil percobaan 4 menggunakan peredam

Hasil pengujian alat uji dengan kondisi getaran bebas getaran dengan massa 2 kg, dan redaman yang mempengaruhi dalam uji coba getaran. Sehingga didapatkan nilai berupa, frekuensi pribadi teori, panjang gelombang, kecepatan, dan frekuensi pribadi sesuai pengujian.

Tabel 1. Hasil pengujian getaran

Redaman	Massa (kg)	Konstanta (N/m)	Frekuensi Pribadi (teori)	Panjang Gelombang (m)	Kecepatan (m/s)	Frekuensi Pribadi (Pengujian)
Tidak	2	500	1,0	0,2	0,005	1,2
Iya	2	500	1,8	0,5	0,09	1,8

4. Kesimpulan

Beberapa hal yang dapat disimpulkan dari hasil perancangan dan fabrikasi alat uji getaran bebas ini adalah sebagai berikut :

1. Peralatan bantu uji getaran bebas telah selesai dirancang dan diuji, serta dapat dipergunakan untuk memperkuat materi getaran pada perkuliahan Fisika Terapan.
2. Kapasitas maksimum panjang pegas yang direncanakan pada alat uji getaran ini adalah 30 cm. Sehingga pegas yang terlalu panjang tidak dapat digunakan pada alat uji, dengan beban maksimal 50 kg.
3. Alat pengukur getaran yang digunakan adalah aplikasi vibrator pada *smartphone*.

Daftar Pustaka

- [1] R. Kustijono, 2013, Fisika Terapan, Deskripsi dan Dimensi Penerapan, Jurusan Fisika Universitas Negeri Surabaya. Tersedia di: <https://sites.google.com/view/fisika-terapan>, diakses 6 November 2022.
- [2] I.A., Al Hidayah, 2018, Penggunaan Alat Peraga Pembelajaran Fisika Untuk Meningkatkan Kemampuan Kognitif Serta Minat Belajar Siswa. Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Semarang.
- [3] S., Syamsidar, Ma'ruf, dan R. Hustim, 2018, Pembelajaran Fisika Berbasis Cone of Experience Edgar Dale pada Materi Elastisitas dan Fluida Statis. Jurnal Pendidikan Fisika Universitas Muhammadiyah Makassar, Vol. 6, No. 1, 1-12.
- [4] A.B., Susila, dan L.A., Sanjaya, 2021, Pelatihan Desain Alat Peraga Pembelajaran Fisika di Islamic Boarding School Dwi Warna Desa Pemagarsari, Kecamatan Parung, Kabupaten Bogor Provinsi Jawa Barat, *Journal of Community Services: Sustainability and Empowerment* Vol. 01, No. 01, 1-9.
- [5] R. Indarti, A. Hasyim, E.Suyanto, 2013, Pemanfaatan Alat Peraga Fisika Untuk Meningkatkan Penguasaan Materi Getaran Dan Gelombang Bagi Siswa Tunarungu. Jurnal Teknologi Informasi Komunikasi Pendidikan. Vol. 01, No. 07, 1-15.

- [6] D.E.P., Rini, 2016, Pengembangan Alat Peraga Rel Osilasi Kelereng Untuk Menentukan Percepatan Gravitasi Dalam Menunjang Pembelajaran Fisika Pada Materi Getaran Harmonis. Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika (JIPF) Vol. 5, No. 3, 64-68.
- [7] Sriyono, 2002, Pembuatan Alat Peraga Getaran Mekanis Satu Derajat Kebebasan Tanpa Peredam. Departemen Teknik Mesin, Universitas Diponegoro, Semarang.
- [8] J. Nugraha, I. Malik, A. Junaidi, 2016, Rancang Bangun Alat Peraga Pengukur getaran, Jurnal Austenit, Vol.e 8, No. 1, 17-26.