

RANCANG BANGUN APLIKASI *TRAINER* HUKUM *HOOKE* DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR *ULTRASONIC*

Ceisaleo Pandu Pratama

D3 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email : ceisaleoprutama@mhs.unesa.ac.id

Diah Wulandari

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email : diahwulandari@unesa.ac.id

Abstrak

Sifat-sifat pada material merupakan salah satu pengetahuan yang sangat penting di dunia keteknikan. Khususnya pada sifat elastisitas atau sifat kelentingan yang hampir semua bahan teknik mempunyai sifat ini. Tidak hanya pada sifat elastisitas atau sifat kelentingan saja yang perlu diperhatikan, namun luas (A) dari benda khususnya pada pegas juga mempengaruhi hasil dari suatu percobaan pada hukum *hooke*. Untuk lebih memahami apa itu sifat-sifat material khususnya pada sifat elastisitas atau sifat kelentingan pada material, maka akan mengaplikasikannya dengan *trainer* aplikasi hukum *hooke* dengan menggunakan pegas serta material yang berbahan dari *stainless steel*, baja, dan tembaga. Di dalam penelitian ini menggunakan jenis penelitian yang berbentuk Sebuah Rancang Bangun Trainer Hukum Hooke Menggunakan Sensor Ultrasonik eksperimen (*experiment research*). Pembuatan Trainer ini dilaksanakan dengan maksud untuk terciptanya Trainer Hukum Hooke yang menggunakan Sensor Ultrasonik. Penelitian ini dimulai pada bulan April 2018. Langkah-langkah percobaan variasi material dan diameter antara lain: 1) Menyiapkan rancangan pembuatan Trainer, 2) Melakukan Perancangan Pembuatan Trainer, 4) Menganalisa hasil rancangan, 5) Membuat kesimpulan. Hasil dari penelitian ini adalah terciptanya trainer Hukum Hooke yang menggunakan Sensor Ultrasonik sebagai pembaca hasil dari uji praktik Hukum Hooke tersebut

Kata kunci : *Trainer* Aplikasi Hukum *Hooke*, Hukum *Hooke*, Pegas, Diameter dan Material, Pertambahan Panjang (Δx), Konstanta Pegas (k)

Abstract

The properties of the material is one of the most important knowledge in the engineering world. Especially in the elasticity or resilience nature that almost all technical materials have this property. Not only the elasticity or resilience characteristics that need attention, but the area (A) of the object, especially in the spring also affects the results of an experiment on hooke law. To better understand what are the properties of the material, especially in the elasticity or resilience properties of the material, it will be applied with the hooke law application trainer using springs and materials made of stainless steel, steel, and copper. In this study using the type of research in the form of a Design of Hooke Law Trainer Using an Experimental Ultrasonic Sensor (experimental research). The making of this trainer was carried out with a view to the creation of the Hooke Law Trainer using an Ultrasonic Sensor. The research began in April 2018. The experimental steps for variations in material and diameter include: 1) Preparing the design of the Trainer, 2) Conducting the Design of the Trainer, 4) Analyzing the design results, 5) Making conclusions. The results of this research are the creation of Hooke Law trainers who use Ultrasonic Sensors as readers of the results of the Hooke Law practice test.

Keywords: Hooke Law Alpatation Trainer, Hooke Law, Spring, Diameter and Material, Length Increase (Δx), Spring Constant (k)

PENDAHULUAN

Alat peraga memiliki peran penting dalam kegiatan pembelajaran. Alat peraga mampu memberikan pengalaman visual kepada mahasiswa secara langsung antara lain untuk mendorong motivasi belajar,

memperjelas dan mempermudah konsep yang abstrak dan mempertinggi daya serap belajar.

Fenomena dalam dunia fisika dapat dilihat secara langsung oleh mata namun banyak yang tidak menyadari bahwa itu adalah fenomena fisika maka memerlukan alat peraga untuk mampu memvisualisasikannya. Materi Elastisitas salah satunya, guna membantu dan

mempermudah kegiatan pembelajaran maka sangat diperlukan kegiatan untuk menunjang kegiatan pembelajaran berupa pemvisualisasian atau kegiatan praktik. Pembelajaran dengan cara praktik atau melakukan domontrasi. Tentunya para mahasiswa lebih memahami tentang konsep-konsep serta pembelajaran menjadi lebih mudah efektif serta menarik. Alat peraga ini tentunya sangat bermanfaat karena dapat memberi pengalaman secara langsung kepada para mahasiswa guna untuk menunjang pembelajaran selanjutnya.

Bicara tentang fenomena Elastisitas. Pegas merupakan salah satu contoh benda elastis. Elastis atau elastisitas adalah kemampuan sebuah benda untuk kembali ke bentuk awalnya ketika gaya luar yang diberikan pada benda tersebut dihilangkan. Jika sebuah gaya diberikan pada sebuah benda yang elastis, maka bentuk benda tersebut berubah. Untuk pegas dan karet, yang dimaksudkan dengan perubahan bentuk adalah penambahan panjang. Perlu diketahui bahwa gaya yang diberikan juga memiliki batas-batas tertentu. Sebuah karet bisa putus jika gaya tarik yang diberikan sangat besar, melewati batas elastisitasnya.

Demikian juga sebuah pegas tidak akan kembali ke bentuk semula jika diregangkan dengan gaya yang sangat besar. Jadi benda-benda elastis tersebut memiliki batas elastisitas. Setiap pegas memiliki panjang alami, jika pada pegas tersebut tidak diberikan gaya. Tegangan didefinisikan sebagai hasil bagi antara gaya tarik dengan luas penampang benda. Regangan didefinisikan sebagai hasil bagi antara penambahan panjang benda ketika diberi gaya dengan panjang awal benda.

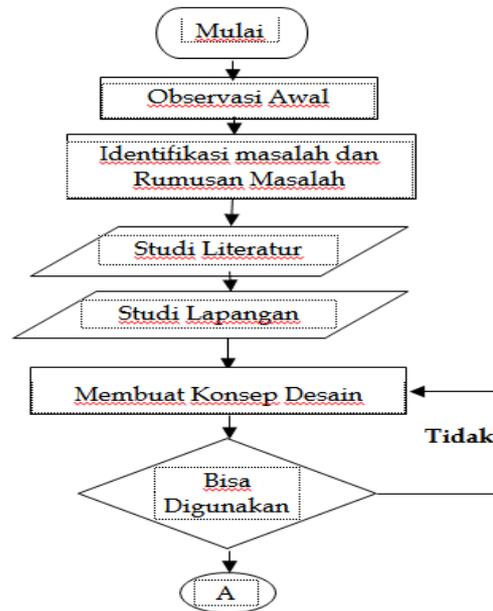
Getaran (oscillation) merupakan salah satu bentuk gerak benda yang cukup banyak dijumpai gejalanya. Dalam getaran, sebuah benda melakukan gerak bolak-balik menurut lintasan tertentu melalui titik setimbangnya. Waktu yang diperlukan untuk melakukan satu gerakan bolak-balik dinamakan periode (dilambangkan dengan T , satuannya sekon (s)). Simpangan maksimum getaran dinamakan amplitudo.

Hukum Hooke menjelaskan tentang batas elastisitas. "Elastisitas benda hanya berlaku sampai suatu batas yaitu batas elastisitas." Grafik tegangan terhadap regangan untuk menjelaskan hukum Hooke: Titik O ke titik B adalah masa deformasi elastis, yaitu perubahan bentuk yang dapat kembali ke bentuk semula. Titik A adalah batas hukum Hooke yang grafiknya merupakan garis lurus. Titik B adalah batas elastis, dan grafik selanjutnya merupakan masa deformasi plastis, yaitu perubahan bentuk yang tidak dapat kembali ke bentuk semula. Titik C adalah titik tekuk (yield point), dimana hanya dibutuhkan gaya yang kecil untuk memperbesar penambahan panjang. Titik D adalah tegangan maksimum (ultimate stress), dimana benda benar-benar mengalami perubahan bentuk secara permanen. Titik E adalah titik patah, dimana benda akan

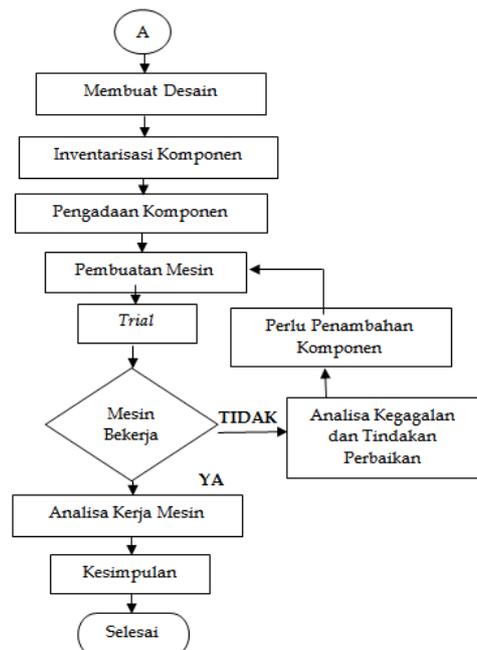
patah/putus bila gaya yang diberikan sampai ke titik tersebut.

METODE

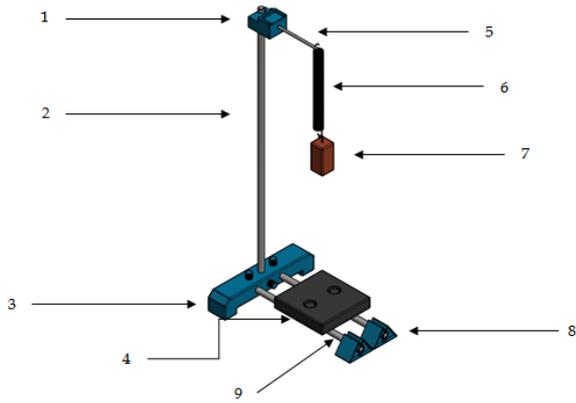
Alur Perancangan dan Pembuatan Alat



Gambar 1. Flowchart Perancangan dan Pembuatan Alat



Gambar 2. Flowchart Perancangan dan Pembuatan Alat



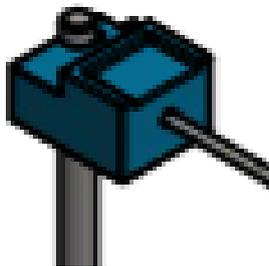
Gambar 3. Komponen Alat Trainer Hukum Hooke

Keterangan gambar 3 :

1. Penjepit statif atas / balok pendukung
2. Batang statif panjang
3. Dasar dudukan statif
4. Sensor ultrasonik
5. *springhole*
6. pegas
7. Beban bercelah
8. Kaki statif
9. Batang statif pendek

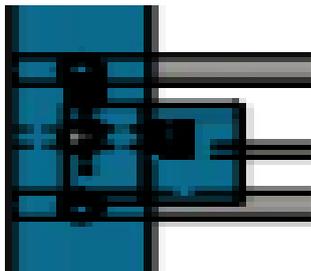
Jenis-jenis komponen Trainer Hukum Hooke berbasis sensor ultrasonic

- a. Balok pendukung. Balok pendukung ini digunakan untuk penyambung statif panjang dengan *springhole*.



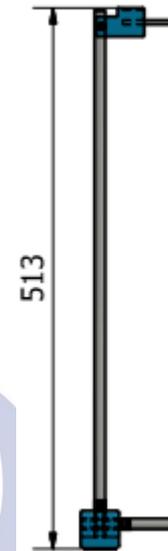
Gambar 4 Balok Pendukung

Gambar 5 Rangka Tampak Atas



- b. Batang Statif
Batang statatif panjang berfungsi sebagai

perangkai 2 berposisi tegak atau Horizontal dengan bahan *Stainless steel* dengan panjang 513mm dengan diameter 10 mm



Gambar 6 Batang Statif Panjang Statif



Gambar 7 Batang Statif Panjang Statif

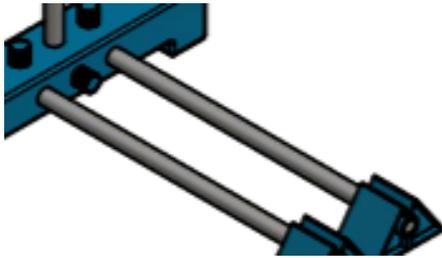
- c. Kaki Statif
Terbuat dari plastik ABS dengan ukuran 50 x 30 x 36 mm



Gambar 8 Kaki Statif

- d. Batang Statif Pendek

Batang statif pendek terbuat dari bahan stainless steel digunakan sebagai tatakan atau penyambung antara kaki statif dengan dasar statif.



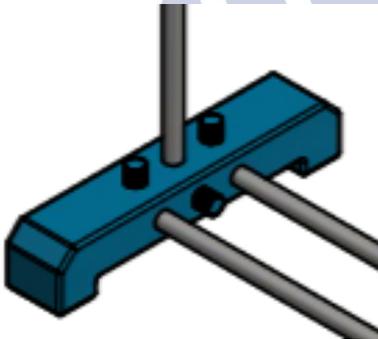
Gambar 9 Batang Statif Pendek



Gambar 12 Pegas

e. Dudukan Statif

Terbuat dari plastic ABS digunakan sebagai dudukan batang statif panjang sekaligus penyambung antara batang statif pendek dengan kaki statif.



Gambar 10 Dudukan Statif

h. Beban Bercelah

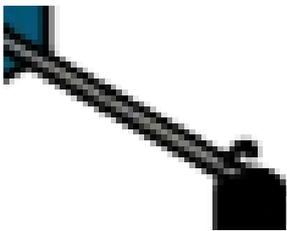
Beban bercelah terbuat dari logam kuningan dengan beban bervariasi mulai dari 50gr samapai 250gr.



Gambar 13 Beban Bercelah

f. Springhole

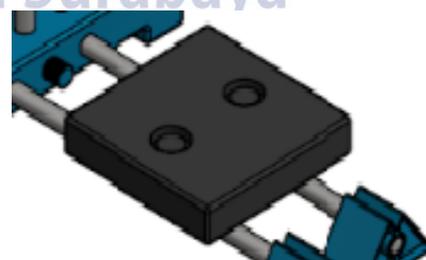
Springhole terbuat dari bahan *stainlesssteel* . bagian ini digunakan sebagai pengait pegas.



Gambar 11 Springhole

i. Sensor Ultrasonic

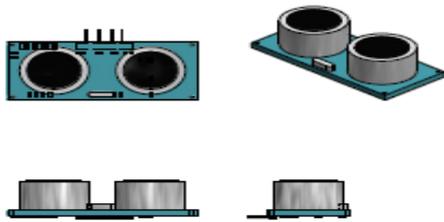
Sensor ini pada dasarnya membaca jarak dan gerak pada beban bercelah sehingga dapat mengetahui beban tersebut dalam keadaan statif atau tidak.



Gambar 3.14 Sensor Ultrasonik Sumber

g. Pegas

Pegas terbuat dari baja berdiameter 10mm dengan panjang 14 mm



Gambar 15 sensor ultrasonik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan Pengujian Trainer Hukum Hooke dengan menggunakan Sensor Ultrasonic

Setelah melakukan tahap perangkaian dan pengujian alat rancang bangun trainer hukum hooke menggunakan sensor ultrasonic adalah pengujian keselarasan teori hukum hooke dengan alat yang telah dibuat yaitu rancang bangun trainer hukum Hooke menggunakan sensor Ultrasonic

a. Massa

besaran yang menunjukkan ukuran kelembaman (Kelembaman atau yang dikenal juga inersia adalah kecenderungan semua benda fisik untuk menolak perubahan terhadap keadaan geraknya) yang dimiliki oleh suatu benda atau jumlah partikel yang dikandung zat. Massa suatu benda tidak akan berubah atau bersifat tetap di mana pun benda itu berada.

No.	Massa dalam gram	Massa dalam kg
1.	50	0,05
2.	100	0,1
3.	150	0,15
4.	200	0,2
5.	250	0,25

Tabel 1 Pengambilan Data untuk Massa

b. Gaya

Gaya pada penelitian eksperimen ini menggunakan persamaan Dengan gravitasi yang digunakan yaitu $9,8 \text{ m/s}^2$. Gaya yang digunakan tentunya akan berbeda-beda tergantung dengan massa yang akan digunakan. Dengan

$$F = W = m \cdot g \dots\dots\dots (1)$$

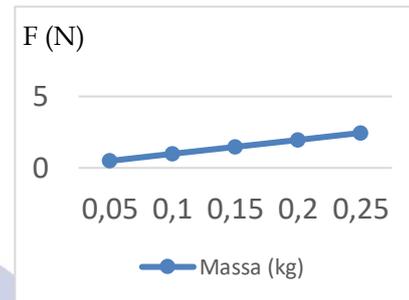
Menggunakan $m = 0,05 \text{ kg}$, maka :

$$\begin{aligned} W &= m \cdot g \\ &= 0,05 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 \\ &= 0,49 \text{ kg m/s}^2 = 0,49 \text{ N} \end{aligned}$$

Dengan menggunakan persamaan diatas maka didapat besar gaya dengan massa yang berbeda dimana dapat terlihat pada tabel dibawah ini:

No.	Massa (m)	W
1.	0,1 kg	0,98 N
2.	0,15 kg	1,47 N
3.	0,2 kg	1,96 N
4.	0,25 kg	2,45 N

Tabel 2 Pengambilan Data untuk Gaya



Gambar 3 Grafik Hubungan Gaya Terhadap Massa

Pada gambar 3 terlihat jika massa semakin besar maka gaya yang dihasilkan juga semakin besar.

c. Pertambahan Panjang

Pegas akan selalu memiliki sifat keelastisan. Sifat elastis diartikan sebagai kemampuan suatu benda untuk kembali ke kedudukan semula setelah diberi gaya dari luar. Apabila kita meninjau pegas, andai panjang pegas pada keadaan seimbang adalah l_0 . Salah satu ujung pegas dihubungkan pada suatu neraca pegas dan ujung yang lain ditarik sedemikian rupa sehingga pegas tersebut akan bertambah panjang. Besar atau kecilnya pertambahan panjang pegas bergantung pada besar kecilnya gaya yang digunakan untuk menarik pada pegas. Artinya semakin besar gaya yang dipakai untuk menarik suatu pegas, maka akan semakin besar pula pertambahan panjang yang dialami pegas, begitu pula sebaliknya.



Gambar 4 Grafik Hubungan Gaya Terhadap Pertambahan Panjang (Δx)

Pada gambar 4 dapat disimpulkan bahwa gaya berbanding lurus dengan pertambahan panjang. Hal ini sesuai dengan persamaan hukum *hooke* pada persamaan rumus .

$$\Delta x = (X_1 - X_0) \dots\dots\dots (2)$$

Sebab sensor terpasang sejajar dengan pegas diameter 10 mm. Sehingga dari persamaan diatas, maka:

Menggunakan $F = 0,49$ N, maka:

$$\Delta x = (X_1 - X_0) \text{ cm}$$

$$= (15 - 14,5) \text{ cm}$$

$$= 0,5 \text{ cm} = 0,005 \text{ m}$$

d. Konstanta Pegas (k)

Pada penelitian eksperimen ini, konstanta pegas (k) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3.2. Konstanta pegas ini dipengaruhi oleh gaya (f) dan pertambahan panjang (Δx). Dengan:

$$k = F / \Delta x \dots\dots\dots (3)$$

Menggunakan $F = 0,15$ N, $\Delta x = 0,005$ m dan menggunakan pegas material baja diameter 10 mm maka :

$$k = F / \Delta x$$

$$= 1,47 / 0,005$$

$$= 196 \text{ N/m}$$

Setelah didapat konstanta pegas (k) pada masing-masing gaya, selanjutnya menghitung rata-rata dari konstanta pegas (k) material baja diameter 10 mm:

$$k = \frac{k_1 + k_2 + k_3 + k_4 + k_5}{5} = \frac{0 + 196 + 42 + 35,6 + 25,7}{5}$$

$$= 59,86 \text{ N/m}$$

e. Regangan

Regangan merupakan perubahan relatif ukuran atau bentuk suatu benda yang mengalami tegangan. Regangan dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara pertambahan panjang benda terhadap panjang benda mula-mula.

Regangan atau Strain dapat dihitung dengan menggunakan persamaan rumus 2.4. ΔL yang digunakan adalah Δx yang sudah dihitung pada perhitungan pertambahan panjang. L_0 yang digunakan yaitu panjang mula-mula pegas yaitu 0,145 m, dengan:

$$e = \Delta L / L_0 \dots\dots\dots (4)$$

Menggunakan $\Delta L = 0$ dan $L_0 = 0,145$ maka :

$$e = \Delta L / L_0$$

$$= 0,005 / 0,145$$

$$= 0,12$$

Dengan menggunakan persamaan diatas maka didapat besar regangan dengan gaya yang berbeda dimana dapat terlihat pada tabel dibawah ini:

f. Modulus Elastisitas

Persamaan rumus yang akan digunakan pada perhitungan modulus elastisitas yaitu persamaan rumus:

$$E = \sigma / e \dots\dots\dots (5)$$

Menggunakan $\sigma = 0,23$ N/m² dan $e = 0$ maka :

$$E = \sigma / e$$

$$= 0,47 / 0,12$$

$$= 10208$$

Dengan menggunakan persamaan diatas maka didapat besar modulus elastisitas dengan gaya yang berbeda dimana dapat terlihat pada tabel dibawah ini:

Hasil Pengujian Trainer Hukum Hooke dengan menggunakan Sensor Ultrasonic

Konstanta pegas adalah besaran fisik yang menentukan tingkat kekakuan pegas. Setiap pegas memiliki nilai sendiri konstanta pegas. Huruf k digunakan untuk menunjukkan jumlah. Satuan SI-nya adalah Newton per meter (N / m).

Pada dasarnya, pegas bekerja atas dasar hukum gerak ketiga Newton. Ini menyatakan bahwa “untuk setiap tindakan, ada reaksi yang sama dan berlawanan”. Jika pegas ditarik menjauh dari kesetimbangannya, maka akan ada gaya pemulih yang dihasilkan di dalamnya. Hukum yang memberikan hubungan antara gaya pemulih ini dan perpindahan adalah hukum Hooke. Ini menyatakan bahwa, “gaya pemulih pegas berbanding lurus dengan perpindahan kecil”. Konstanta proporsionalitas disebut konstanta pegas. Nilai tetapan pegas (k) pada setiap pegas itu dipengaruhi oleh beberapa faktor yang mengakibatkan nilai k pada setiap pegas itu berbeda. Faktor – faktor tersebut adalah suhu lingkungan, rapat massa, diameter pegas, lilitan dan luas penampang pegas. Suhu lingkungan sangat berpengaruh pada nilai tetapan pegas, pada saat suhu tinggi maka pegas akan memuai atau merenggang, sedangkan pada suhu rendah pegas akan merapat, hal ini akan memberikan efek pada kerapatan massa. Semakin tinggi suhu maka kerapatan massanya rendah maka nilai k – nya kecil dan sebaliknya. Lilitan pada pegas juga mempengaruhi nilai k, jika lilitannya semakin banyak maka pegas akan semakin kaku sehingga nilai k-nya semakin tinggi. Selain itu, luas permukaan pegas juga mempengaruhi nilai k, jika luas penampang semakin besar maka nilai k-nya juga semakin besar. Sedangkan pada diameter pegas, jika semakin lebar diameter pegas maka nilai k – nya akan semakin kecil hal ini dikarenakan semakin lebar diameter pegas maka semakin besar pula daerah pergeseran elemen pegas sehingga menghasilkan pertambahan panjang yang semakin besar yang akibatnya nilai konstanta pegas semakin kecil.

Nilai k pada pegas dengan cara statis atau dinamis seharusnya memiliki nilai k yang sama, namun dari hasil perhitungan didapat nilai k yang berbeda – beda. Perbedaan nilai k tersebut kemungkinan besar dikarenakan kurangnya ketelitian praktikan dalam mengambil data pada saat percobaan dan dalam penggunaan alat masih terdapat kesalahan. Selain itu, terdapat suatu faktor yang dapat mempengaruhi pengambilan data percobaan tetapan pegas dan faktor tersebut tidak dapat dikendalikan. Faktor yang dimaksud adalah gaya gesek udara yang membuat

pegas mengalami perlambatan. Sehingga data yang didapat kurang valid. Hal ini dapat terlihat dari perubahan waktu yang didapatkan pada percobaan dinamis tidak sama pada setiap pengulangan percobaan, meskipun dengan beban yang sama.

Konstanta pegas adalah besaran fisik yang menentukan tingkat kekakuan pegas. Setiap pegas memiliki nilai sendiri konstanta pegas. Huruf k digunakan untuk menunjukkan jumlah. Satuan SI-nya adalah Newton per meter (N/m).

PENUTUP

Simpulan

Hasil dan pembahasan pengujian dari studi kasus pengaruh diameter dan variasi material pegas pada *trainer* aplikasi hukum *hooke* dapat disimpulkan beberapa poin antara lain :

- Pada pengujian *Trainer* Hukum *Hooke* dapat diketahui bahwa pada material pegas tentunya akan mempengaruhi konstanta pegas. Berdasarkan hasil uji variasi material terhadap konstanta pegas rata-rata baja diameter 10 mm sebesar 59,86 N/m
- Hasil uji variasi diameter pegas terhadap pertambahan panjang (Δx) pada pegas material baja 10 mm dengan massa 0,05 kg memiliki Δx sebesar 0 mv
- Massa selalu berbanding lurus dengan gaya maka massa semakin besar maka gaya yang dihasilkan juga semakin besar
- Gaya berbanding lurus dengan pertambahan panjang hal ini dibuktikan dengan semakin besar gaya yang diberikan maka akan selaras dengan pertambahan panjang pada Pegas

Saran

Dalam pengujian pengaruh diameter dan variasi material pegas pada *trainer* aplikasi hukum *hooke* tidak lepas dari kekurangan pada proses pengujian serta penyusunan laporan, sehingga perlu saran untuk studi kasus pengaruh diameter dan variasi material pegas pada *trainer* aplikasi hukum *hooke* adalah:

- Pada saat penggunaan sensor ultrasonik sangat perlu diperhatikan pada mika, sebab sensor tersebut mengukur dengan batasan pada mika. Jika mika sudah rusak sebaiknya diganti.
- Penggunaan sensor ultrasonik pada pegas di *trainer* aplikasi hukum *hooke* sebaiknya menunggu pegas dan beban tersebut diam dan tenang agar hasil yang dimunculkan pada aplikasi hukum *hooke* bisa lebih terpercaya.
- Pengukuran pada pertambahan panjang (Δx) dilakukan 3 kali dan diambil rata-rata. Hasil yang didapatkan akan lebih terpercaya dan lebih akurat.
- Penggunaan pegas yang sering pada saat percobaan akan berpengaruh pada hasil, sebab pegas akan kendor.
- Keakuratan sensor ultrasonik hanya sampai batas centimeter.

- Pengetahuan tentang harga baik alat maupun bahan yang digunakan agar biaya yang dikeluarkan tidak terlalu banyak.
- Pada penggunaan gaya sebaiknya perlu diperhatikan, jangan sampai pertambahan panjang yang dihasilkan 0.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, S. 2013. Instrumen Perangkat Pembelajaran Bandung: PT. Remaja.
- Arikunto, S. 2007. Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik. Jakarta: Rineka Apta
- Ariyanto, Sudirman Rizki. 2016. Pengembangan Modul Radiator *Trainer* Sebagai Penunjang Mata Kuliah Perpindahan Panas Mahasiswa DIII Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Ishaq, Mohamad. 2007. Fisika Dasar. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- L.A. Kharida, dkk. 2009. Penerapan Model Berbasis Pembelajaran Masalah untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa pada Pokok Bahasan Elastisitas Bahan. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Mediarman, Bernard. 2005. Fisika Dasar. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Prasetyo, Nugroho Aji dan Pertiwi Perwiraningtyas. 2017. Pengembangan Buku Ajar Berbasis Lingkungan Hidup Pada Mata Kuliah Biologi di Universitas Tribhuwana Tungadewi. Malang: Universitas Tribhuwana Tungadewi
- Sarjono, Ganijanti Aby. 2014. Mekanika. Jakarta Selatan: Salemba Teknika.
- Sebayang, Darwin (Penterjemah). 1994. Teori Elastisitas. Jakarta: PT. Gelora Aksara Pratama.
- Sugiyono, 2013. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung: CV. Alfabeta.
- Suharto. 1991. Dinamika dan Mekanika. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Sumarsono, Joko. 2008. Fisika. Jakarta: CV. Teguh Karya.
- Tung, Khoe Yao. 2005. Fisika Mekanika. Yogyakarta: Andi.
- Wirasmita, Omang. 1989. Pengantar Laboratorium Fisika. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.