

## RANCANG BANGUN TRAINER VARIASI KECEPATAN AWAL PADA GERAK LURUS BERUBAH BERATURAN MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK Hc-Sr04

**Ivan Adi Permana Putra**

D3 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email : [ivanputra@mhs.unesa.ac.id](mailto:ivanputra@mhs.unesa.ac.id)

**Dyah Riandadari**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya

Email : [dyahriandadari@unesa.ac.id](mailto:dyahriandadari@unesa.ac.id)

### Abstrak

Fisika adalah ilmu mempelajari gejala alam yang tidak hidup atau materi dalam lingkup ruang dan waktu. Pembelajaran Fisika memerlukan pemahaman yang serius, pada materi-materi tertentu. Untuk lebih memudahkan pemahaman terhadap materi dalam ilmu fisika bisa menggunakan atau memanfaatkan alat peraga. Salah satu penyebabnya adalah tidak tersedianya alat peraga seperti alat peraga gerak lurus. Tujuan dalam tugas akhir ini untuk terciptanya *trainer* variasi kecepatan awal pada gerak lurus beraturan dengan menggunakan sensor ultrasonik Hc-Sr04. Dari pengamatan pada laboratorium fisika dengan belum adanya alat peraga gerak lurus berubah beraturan (GLBB) memperhitungkan kecepatan, jarak, waktu, energi potensial, serta konstanta pegas. Berdasarkan penelitian yang didapatkan spesifikasi alat trainer menggunakan sensor ultrasonik Hc-Sr04, dengan dioperasikan menggunakan Arduino uno R3, diameter luar pegas 2 mm dan menggunakan encoder untuk mengetahui kecepatan, jarak, dan waktu. Ticker timer digunakan untuk mengetahui perubahan kecepatan yang terjadi dengan menggunakan power supply dengan ketentuan 6 v ac/dc.

**Kata kunci:** Gerak Lurus Berubah Beraturan, Ticker timer, Ultrasonik Hc-Sr04, Kecepatan, Jarak, Waktu

### Abstract

Physics is the science of studying the phenomena of nature that are not living or material with in the scope of space and time. Learning physics requires serious understanding, on certain materials. To make it easier to understand material in physics, you can use or use a paraga tool. One reason is the unavailability of porps such as straight-motion props. The purpose of this final project is to create an initial speed variation trainer in regular straight motion using an ultrasonic sensor Hc-Sr04. Based on observation in the physic labolatory with the absence of regular straight-changing motion props (GLBB) taking into account speed, distance, time, potentian energy, and spring contans. Based on the result of the research, the specification of the trainer tool uses the Hc-Sr04 ultrasonic sensor, operated using Arduino uno R3, the outer diameter of the spring is 2 mm and uses encorder to determine speed, distance, and time. The ticket timer is used to determine the speed change the occurs by using a power supply with the provisions of 6 v ac/ dc

**Keywords :** Regular Changed Straight Motion, Ticker Timer, Hc-Sr04 Ultrasonic, Speed, Distance, Time.

### PENDAHULUAN

Gerak adalah suatu perubahan tempat kedudukan pada suatu benda dari titik keseimbangan awal. Oleh karena itu benda dikatakan bergerak jika benda itu berpindah terhadap benda lainnya baik perubahan kedudukan yang menjauhi maupun yang mendekati.

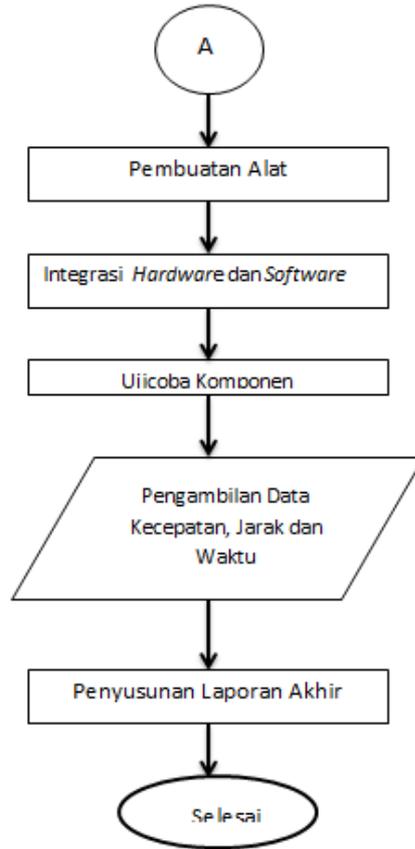
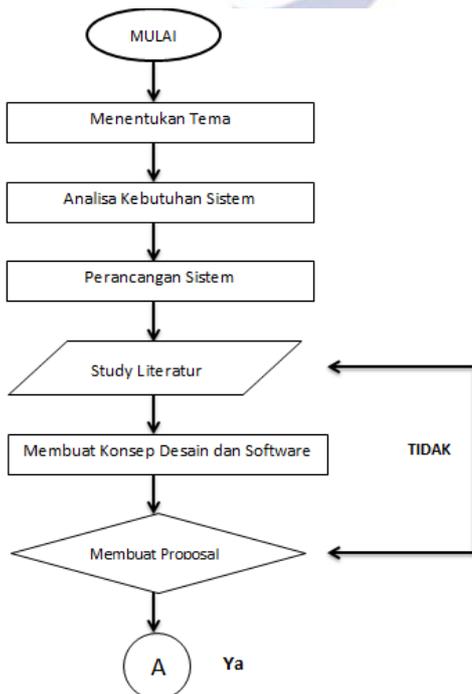
Fisika adalah ilmu mempelajari gejala alam yang tidak hidup atau materi dalam lingkup ruang dan waktu. Pembelajaran Fisika memerlukan pemahaman yang serius, pada materi-materi tertentu. Untuk lebih memudahkan pemahaman terhadap materi dalam ilmu fisika bisa menggunakan atau memanfaatkan alat peraga.

Alat peraga adalah alat yang dapat dipertunjukkan dalam kegiatan belajar mengajar dan berfungsi sebagai pembantu untuk memperjelas konsep atau pengertian contoh benda (Ahmad Solihun, 2015). Dalam kegiatan belajar mengajar tidak semua mahasiswa dapat dengan mudah memahami materi yang ada. Beberapa mahasiswa mungkin dapat memahami konsep atau materi yang dipelajari hanya dengan membaca. Mahasiswa yang kesulitan dengan konsep yang ada dalam materi memerlukan alat bantu yang biasa disebut dengan alat peraga. Berdasarkan saran serta diskusi yang dilakukan bersama dosen pengajar mata kuliah

kinematika dan dinamika fakultas teknik Universitas Negeri Surabaya beliau juga menyatakan proses praktik tersebut masih memiliki permasalahan dalam kurang efektifnya proses belajar, serta masih adanya problem yang terdapat pada *ticker timer*. Diantaranya benda uji trolley macet di tengah jalan. Jejak ketik dari *ticker timer* yang kurang jelas untuk diamati. Sehingga dapat disimpulkan dari permasalahan diatas adalah belum adanya alat trainer gerak lurus beraturan dengan variasi kecepatan dalam praktek gerak lurus sehingga membuat kurang efisien dalam praktik pembelajaran. Alat peraga yang akan dikembangkan adalah alat peraga untuk mengukur waktu dan kecepatan suatu benda pada jarak tertentu menggunakan sensor Ultrasonik Sr-HC04. Pada praktik gerak lurus beraturan dan gerak lurus berubah beraturan masih mengenai kurang adanya beberapa kecepatan awal pada gerak lurus beraturan sehingga menghambat dalam proses praktik pembelajaran yang berlangsung. Hal ini mengangkat permasalahan mengenai variasi kecepatan awal dalam gerak lurus beraturan dan gerak lurus berubah beraturan. Variasi kecepatan awal diharapkan dapat membantu dan mengatasi permasalahan yang terjadi pada proses pembelajaran pada praktik kinematika dan dinamika, sehingga dapat mempermudah mahasiswa melakukan praktik dan meningkatkan efektifitas dalam pembelajaran mata kuliah tersebut.

**METODE**

Metode ini membahas tentang prosedur atau langkah-langkah yang dibuat oleh penulis agar memudahkan dalam proses pengumpulan data dan menganalisis data yang dihasilkan oleh gerak lurus beraturan



**Gambar 1.** Flow Chart Metode Perancangan

**Perancangan Alat**

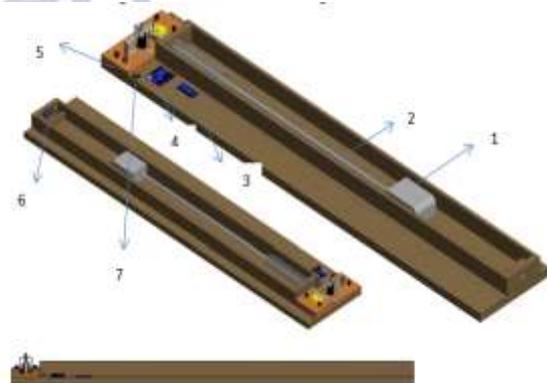
Perancangan alat “Rancang Bangun Alat Trainer Variasi Kecepatan Awal Pada Gerak Lurus Berubah Beraturan ini meliputi rancangan desain 3D, yaitu sebagai berikut:

- **Gambar 3D Rancang Bangun Trainer GLBB**

**Perancangan Alat**

Perancangan alat “Rancang Bangun Alat Trainer Variasi Kecepatan Awal Pada Gerak Lurus Berubah Beraturan ini meliputi rancangan desain 3D, yaitu sebagai berikut:

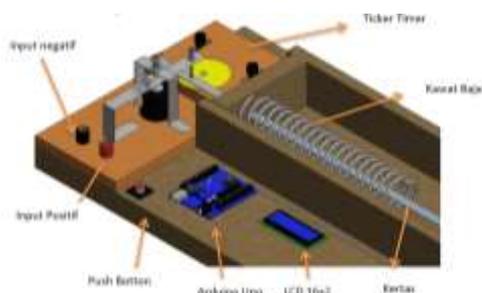
- **Gambar 3D Rancang Bangun Trainer GLBB**



**Gambar 2.** Rancang Bangun Alat Trainer Variasi Kecepatan Awal Pada Gerak Lurus Berubah Beraturan Tampak Atas,Samping, dan Depan (Inventor, 2016)

Keterangan:

1. Mobil/ Trolley
2. Kertas Print *Ticker Timer*
3. LCD ( *Liquid Crystal Display* )
4. Arduino Uno R3
5. *Ticker Timer*
6. Sensor Ultrasonik Hc-Sr04
7. Push Button



**Gambar 3.** Komponen Rancang Bangun Alat Trainer Variasi Kecepatan Awal Pada Gerak Lurus Berubah (Inventor, 2016).

### Spesifikasi Alat *Ticker Timer* dengan Variasi Kecepatan

Alat ini menggunakan papanudukan menggunakan kayu sebagai dudukan komponen *Ticker timer* yang berukuran 200 cm x 30 cm dengan ketebalan 1 cm. Dengan komponen power supplay berdaya 1,5 V- 12 V 1200 mA. Alat ini juga memiliki pelontar yang terbuat dari kawat baja dan perancangan alat ini dilengkapi dengan Arduino Uno R3 sebagai pengontrol otomatis serta dilengkapi juga oleh LCD (*Liquid Crystal Display*) 2x16 sehingga memudahkan membaca hasil dalam sebuah penelitian alat tersebut.

### Prinsip Sistem Kerja

Sistem Kerja Alat *Ticker Timer* dengan Variasi Kecepatan pada gerak lurus berubah beraturan adalah alat ini menggunakan sistem pelontar sebagai kecepatan awal yang dihasilkan oleh penekanan terhadap kawat baja yang telah di coil menyerupai pir, sistem kerja alat ini yaitu mobil akan ditekan dengan variasi 3 tekanan tekan yang berbeda. Selanjutnya sensor ultrasonik akan membaca hasil jarak yang telah ditempuh oleh mobil dan akan ditampilkan di *display* LCD sehingga di ketahui jarak dan waktu yang ditempuh oleh mobil.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada percobaan *trainer* gerak lurus beraturan (GLB) ini menggunakan beberapa lilitan yang akan dilakukan uji coba pada tiap masing-masing jumlah lilitan pegas yang dapat melontarkan mobil/*trolley* sejauh yang dapat ditempuh oleh mobil, yang dapat dilihat hasil di tabel 1 berikut:

Tabel 1. Hasil dari percobaan trainer pada pengaruh jarak yang ditempuh oleh *trolley*

No	Jenis Pegas	Jumlah Lilitan Pegas	Jarak yang ditempuh Oleh Mobil (Cm)
1	Besi	20	90,3
2	Besi	25	88
3	Besi	30	74,8

Pada tahap ujicoba *trainer* gerak lurus beraturan (GLB) selanjutnya yaitu akan dilakukan perhitungan RUMUS untuk mengetahui perbedaan atau variasi kecepatan yang dihasilkan oleh masing-masing jumlah lilitan pegas yang telah mendorong mobil/*trolley* dan hasil dapat dilihat dibawah ini pada setiap lilitan:

Tabel 2. Hasil dari percobaan trainer pada pengaruh waktu pada *trolley*

No	Jenis Pegas	Jumlah Lilitan Pegas	Waktu yang Ditempuh Oleh Mobil (s)
1	Besi	20	2,07
2	Besi	25	2,04
3	Besi	30	2,05

Perhitungan pada masing-masing pegas akan menghasilkan waktu dan jarak yang telah ditempuh sebagai berikut:

- o Pada jumlah lilitan sebanyak 20 buah lilitan akan menghasilkan jarak dan waktu untuk diketahui kecepatan yang pada mobil/*trolley*
- o Pada jumlah lilitan sebanyak 25 buah lilitan akan menghasilkan jarak dan waktu untuk diketahui kecepatan yang pada mobil/*trolley*
- o Pada jumlah lilitan sebanyak 30 buah lilitan akan menghasilkan jarak dan waktu untuk diketahui kecepatan yang pada mobil/*trolley*



**Gambar 4.** Hasil Perakitan Komponen ( Sumber: Dokumentasi )

Dalam alat *trainer* percobaan variasi kecepatan awal pada gerak lurus beraturan (GLB) ini yang dapat diketahui adalah jarak dan waktu, sehingga untuk mendapatkan kecepatan harus

menghitung secara manual, untuk rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$V = \frac{S}{t}$$

Keterangan :

V = Kecepatan (m/s)

S = Jarak ( m)

T = Waktu (s)

Hasil Keseluruhan pada percobaan *trainer* gerak lurus beraturan (GLBB) dapat dilihat pada tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil dari percobaan Trainer GLBB

No	Jumlah Lilitan	Jarak	Waktu	Hasil Kecepatan
1	20	90,3	2,07	43,62
2	25	88	2,04	43,13
3	30	74,8	2,05	28,43

Dari data tabel 4.3 diatas berikut ini hasil dari salah satu perhitungan data yang telah diperoleh sebagai berikut ini :

Diketahui :

$$S = 90,3$$

$$T = 2,07$$

Ditanya V..?

$$\text{Jawab : } V = \frac{S}{t} \quad (1)$$

$$V = \frac{90,3}{2,07}$$

$$V = 43,62 \text{ m/s}$$

Semakin banyak jumlah lilitan yang digunakan dengan diameter pegas tetap, kecenderungan nilai konstanta pegas yang diperoleh semakin kecil. Hal ini disebabkan karena semakin banyak jumlah lilitan pegas maka semakin banyak pula elemen pegas yang mengalami pergeseran searah gaya beban yang diberikan sehingga menghasilkan pertambahan panjang semakin besar. Akibatnya nilai konstanta pegas akan semakin menurun. Semakin besar diameter pegas yang digunakan dengan jumlah lilitan pegas tetap, kecenderungan nilai konstanta pegas yang diperoleh jauh semakin kecil.

Nilai konstanta pegas dipengaruhi oleh jenis bahan pegas, jumlah lilitan pegas, dan diameter pegas. Semakin besar jumlah lilitan dan diameter pegas. Semakin besar jumlah lilitan dan diameter pegas maka semakin kecil konstanta pegas tersebut. Konstanta pegas berbanding terbalik dengan jumlah lilitan pegas dan pangkat tiga dari diameter pegas.

Dari percobaan diatas dapat diketahui konstanta pegas mempunyai rumus sebagai berikut :

$$K = \frac{m \cdot g}{\Delta x} \quad (2)$$

Keterangan :

M = berat (Kg)

$\Delta x$  = perpindahan (m)

g = gravitasi bumi (m/s)

Pada pegas 1 atau jumlah lilitan 30, untuk mengetahui  $\Delta x$  dari pegas dapat dihitung sebagai berikut:

$$\Delta x = x_1 = 98 \text{ mm}$$

$$x_2 = 114 \text{ mm}$$

$$\Delta x = x_2 - x_1 = 114 - 98$$

$$\Delta x = 16 \text{ mm}$$

$$\Delta x = 0,16 \text{ m}$$

Untuk menghitung konstanta pegas pada percobaan pada pegas dengan jumlah 30 lilitan maka dapat dihitung sebagai berikut:

Diketahui : m = 250 gr = 0,25 kg

$$\Delta x = 16 \text{ mm} = 0,16 \text{ m}$$

$$G = 9,8 \text{ m/s}$$

Ditanya : Konstanta pegas...?

$$\text{Jawab : } K = \frac{m \cdot g}{\Delta x}$$

$$K = \frac{0,25 \cdot 9,8}{0,16}$$

$$K = \frac{2,45}{0,16}$$

$$K = 15,31 \text{ N/m}$$

Dalam percobaan ini juga terdapat energi potensial yang dihasilkan dari pegas. Untuk energi potensial memiliki rumus sebagai berikut:

$$E_p = \frac{1}{2} K X^2 \quad (3)$$

Keterangan :

K = Konstanta pegas

X = Pertambahan panjang pegas

Maka untuk mengetahui energi potensial yang dihasilkan oleh pegas dengan jumlah lilitan 30 maka akan didapat hasil sebagai berikut:

$$E_p = \frac{1}{2} K X^2$$

$$E_p = \frac{1}{2} \cdot 15,31 \cdot (0,16)^2$$

$$E_p = \frac{1}{2} \cdot 15,31 \cdot 0,0256$$

$$E_p = 0,196$$

Dari perhitungan diatas dapat kita ketahui V awal dengan rumus sebagai berikut:

$$E_p = E_k \quad (4)$$

$$E_p = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2$$

$$0,196 = \frac{1}{2} \cdot 0,4 \cdot V^2$$

$$V^2 = \frac{0,196}{0,2}$$

$$V^2 = 0,2475$$

$$V = \sqrt{0,2475}$$

$$V = 0,5 \text{ m/s}$$

Pada percobaan pegas kedua atau pegas yang memiliki 25 lilitan maka, untuk mengetahui  $\Delta x$  dapat dihitung sebagai berikut;

$$\begin{aligned}\Delta x &= x_1 = 98 \text{ mm} \\ &= x_2 = 106 \text{ mm} \\ \Delta x &= x_2 - x_1 = 106 - 98 \\ \Delta x &= 8 \text{ mm} \\ \Delta x &= 0,08 \text{ m}\end{aligned}$$

Untuk menghitung konstanta pegas pada percobaan pada pegas dengan jumlah 25 lilitan maka dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Diketahui} : m &= 250 \text{ gr} = 0,25 \text{ kg} \\ \Delta x &= 8 \text{ mm} = 0,08 \text{ m} \\ G &= 9,8 \text{ m/s}\end{aligned}$$

Ditanya : Konstanta pegas...?

$$\begin{aligned}\text{Jawab} : K &= \frac{m \cdot g}{\Delta x} \\ K &= \frac{0,25 \cdot 9,8}{0,08} \\ K &= \frac{2,45}{0,08} \\ K &= 30,625 \text{ N/m}\end{aligned}$$

Dalam percobaan yang kedua ini juga terdapat energi poyrnisial yang dihasilkan dari pegas. Untuk energi potensial memiliki rumus sebagai berikut:

$$E_p = \frac{1}{2} K X^2$$

Keterangan :

K = Konstanta pegas

X = Pertambahan panjang pegas

Maka untuk mengetahui energi potensial yang dihasilkan oleh pegas dengan jumlah lilitan 25 maka akan didapat hasil sebagai berikut:

$$\begin{aligned}E_p &= \frac{1}{2} K X^2 \\ E_p &= \frac{1}{2} \cdot 30,625 \cdot (0,08)^2 \\ E_p &= \frac{1}{2} \cdot 30,625 \cdot 0,0064 \\ E_p &= 0,098\end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas dapat kita ketahui V awal dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}E_p &= E_k \\ E_p &= \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2 \\ 0,098 &= \frac{1}{2} \cdot 0,4 \cdot V^2 \\ V^2 &= \frac{0,098}{0,2} \\ V^2 &= 0,1225 \\ V &= \sqrt{0,1225} \\ V &= 0,35 \text{ m/s}\end{aligned}$$

Pada percobaan pegas ketiga atau pegas yang memiliki 20 lilitan maka, untuk mengetahui  $\Delta x$  dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\Delta x &= x_1 = 98 \text{ mm} \\ &= x_2 = 115 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta x &= x_2 - x_1 = 115 - 98 \\ \Delta x &= 17 \text{ mm} \\ \Delta x &= 0,17 \text{ m}\end{aligned}$$

Untuk menghitung konstanta pegas pada percobaan pada pegas dengan jumlah 20 lilitan maka dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Diketahui} : m &= 250 \text{ gr} = 0,25 \text{ kg} \\ \Delta x &= 17 \text{ mm} = 0,17 \text{ m} \\ G &= 9,8 \text{ m/s}\end{aligned}$$

Ditanya : Konstanta pegas...?

$$\begin{aligned}\text{Jawab} : K &= \frac{m \cdot g}{\Delta x} \\ K &= \frac{0,25 \cdot 9,8}{0,17} \\ K &= \frac{2,45}{0,17} \\ K &= 14,41 \text{ N/m}\end{aligned}$$

Dalam percobaan yang ketigs ini juga terdapat energi poyrnisial yang dihasilkan dari pegas. Untuk energi potensial memiliki rumus sebagai berikut:

$$E_p = \frac{1}{2} K X^2$$

Keterangan :

K = Konstanta pegas

X = Pertambahan panjang pegas

Maka untuk mengetahui energi potensial yang dihasilkan oleh pegas dengan jumlah lilitan 20 maka akan didapat hasil sebagai berikut:

$$\begin{aligned}E_p &= \frac{1}{2} K X^2 \\ E_p &= \frac{1}{2} \cdot 14,41 \cdot (0,17)^2 \\ E_p &= \frac{1}{2} \cdot 14,41 \cdot 0,0289 \\ E_p &= 0,21\end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas dapat kita ketahui V awal dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}E_p &= E_k \\ E_p &= \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2 \\ 0,21 &= \frac{1}{2} \cdot 0,4 \cdot V^2 \\ V^2 &= \frac{0,21}{0,2} \\ V^2 &= 0,2625 \\ V &= \sqrt{0,2625} \\ V &= 0,51 \text{ m/s}\end{aligned}$$

- Pada percobaan alat trainer ini akan mendahasilkan gaya gesek statis dimana gaya tersebut dihasilkan oleh dua permukaan yang diam. Gaya gesek statis memiliki rumus sebagai berikut :

$$f_s = \mu_s \cdot N$$

Keterangan:

$\mu_s$  = ketetapan statis pada benda

N = Beban

Dimana untuk mencari beban maka digunakan rumus

$$N = m \cdot g$$

Maka untuk mengetahui gaya gesek yang dihasilkan oleh trainer ini adalah sebagai berikut:

$$f_s = \mu_s \cdot N$$

$$f_s = 0,40 \cdot 2,45$$

$$f_s = 0,98 \text{ N}$$

Nilai 2,45 diperoleh dari hasil perhitungan sebagai berikut:

$$N = m \cdot g$$

$$N = 0,25 \cdot 9,8$$

$$N = 2,45 \text{ N}$$

Semakin banyak jumlah lilitan yang digunakan dengan diameter pegas tetap, kecenderungan nilai konstanta pegas yang diperoleh semakin kecil.

Hal ini disebabkan karena semakin banyak jumlah lilitan pegas maka semakin banyak pula elemen pegas yang mengalami pergeseran searah gaya beban yang diberikan sehingga menghasilkan pertambahan panjang semakin besar. Akibatnya nilai konstanta pegas akan semakin menurun.

Pada percobaan alat trainer ini akan mendahaskan gaya gesek statis dimana gaya tersebut dihasilkan oleh dua permukaan yang diam.

Gaya gesek statik maksimum adalah gaya terkecil yang menyebabkan benda bergerak dan sebanding dengan gaya normal. Besarnya gaya gesek bergantung pada kekasaran permukaan benda dan bidang yang bersentuhan

## PENUTUP

### Simpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa terhadap *trainer* gerak lurus beraturan (glb) secara keseluruhan, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

- Jadi dalam merancang alat peraga GLB dengan berbasis sensor ultrasonik penulis menggunakan mikrokontroler ATmega 328 Sebagai kontrol utamanya yang mana mikrokontroler ini berfungsi sebagai pembaca waktu dan pembaca jarak tempuh trolley, sensor *ultrasonic* sebagai sensor jarak dan waktu serta display LCD 16x2 sebagai tampilan digital *output* dari suhu benda yang diujikan dalam percobaan gerak lurus beraturan (glb).
- Dalam pengujian ini menggunakan pegas yang terbuat dari besi yang mempunyai variasi 3 jenis lilitan besi yaitu 20 lilitan, 25 lilitan, dan 30 lilitan dengan diameter luar 2 cm, serta pengujian dilakukan sebanyak 3 kali untuk diambil rata-

ratanya, baik untuk pengambilan data pada jarak maupun untuk pengambilan data pada waktu

- Berdasarkan data yang diperoleh pengujian gerak lurus beraturan (glb) pegas besi dengan 20 lilitan mampu menempuh rata-rata jarak 90,3 cm dengan rata-rata waktu tempuh 2,07 detik, pegas dengan 25 lilitan mampu menempuh rata-rata jarak 88 cm dengan rata-rata waktu tempuh 2,04 detik, pegas dengan 30 lilitan mampu menempuh rata-rata jarak 74,8 cm dengan rata-rata waktu tempuh 2,05 detik.
- Jumlah banyaknya lilitan pegas belum tentu dapat menghasilkan jarak yang jauh.

## Saran

Dalam pembuatan rancang bangun variasi kecepatan awal pada gerak lurus beraturan berbasis mikrokontroler ATmega tidak lepas dari kekurangan pada proses perancangan dan pembuatan laporan, sehingga perlu saran dalam pembuatan rancang bangun variasi kecepatan awal pada gerak lurus beraturan (glb) dengan menggunakan sensor ultrasonik Hc-Sr04 berbasis mikrokontroler ATmega sebagai berikut :

- Pada saat melakukan uji coba pengujian perlu berhati-hati karena akrilik bisa lepas dan bisa menyebabkan pegas mantul sehingga dapat mengenai wajah penguji.
- Perlu adanya bantuan 1 orang lagi setidaknya untuk memudahkan dalam menekan pegas atau tombol pada lcd agar hasil lenih akurat
- Perlu adanya pengembangan alat tentang penggunaan sensor ultrasonik karena sensor akan memancarkan sinyal terus menerus dan dapat berubah apabila terkena angin atau getaran..

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Mikrajuddin. 2016. *Fisika Dasar 1*. Bandung: Institut Teknologi Bandung
- Heri Andrianto, 2016, *Arduino book* Penerbit Informatika Bandung
- Ishaq Mohamad, 2007. *Fisika Dasar- Edisi Kedua*- Yogyakarta.
- Ir. Darwin Sebayang, 1984. *Theory Of Elasticity*, Third edition, Jakarta: Penerbit Erlangga
- Jati, Bambang Murdaka Eka, 2007. *Fisika Dasar untuk Mahasiswa Ilmu-Ilmu Eksakta dan Teknik*, Yogyakarta.
- Jati, Bambang Murdaka Eka, 2013. *Fisika Dasar Edisi 2 Mahasiswa Ilmu-Ilmu Eksakta, Teknik & Kedokteran*, Yogyakarta.
- J.L Meriam, L.G Kraige, 1987. *Engineering Mechanics, Dynamics*, Volume 2, 2 Edition, Jakarta: Penerbit Erlangga

- Sarojo, Ganijanti Aby, 2014. Mekanika Edisi 5, Jakarta: Salemba Teknika.
- Walidatul Munawaroh, Linda 2010. Pengaruh Alat Peraga Lurus Three In One GELUTIN Terhadap Hasil Belajar Piswa Pada Konsep Gerak Lurus
- Winarso Surakhmad, 1998. Pengantar Penelitian Ilmiah, Edisi Delapan, Bandung.
- Young, Hugh D. & Freedman, Roger. A, 2002. Fisika Universitas : ahli bahasa, Endang Juliastuti; Editor, Hilarius Wibi H., Lemeda Simarmata, Amalia Safitri. Ed. 10, Jakarta: Erlangga.

