



LUARAN PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA

PANDUAN PENGGUNAAN LABORATORIUM VIRTUAL : LABORATORIUM MAYA DAN PHET

**CHYNTIA CLARINDA
NOVALINA
MARIANA GU
FARADIBA**



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA

Luaran Program Kreativitas Mahasiswa

**PANDUAN PENGGUNAAN
LABORATORIUM VIRTUAL :
Laboratorium Mayadan PhET**

Disusun Oleh :
Chyntia Clarinda
Novalina
Mariana Gu
Faradiba

**Lembaga Penerbit
UKI Press**

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas terselesainya buku panduan penggunaan Laboratorium virtual untuk Lab Maya dan PhET. Pada buku ini berisi tentang cara mengakses aplikasi Lab Maya pada Portal Belajar Kemendikbud dan aplikasi PhET sebagai alternatif dalam pemilihan laboratorium virtual bagi kalangan siswa sekolah menengah.

Terselesainya buku ini tidak terlepas dari dukungan banyak pihak. Maka dari itu kami ucapkan bany kerima kasih kepada Direktorat Pembelajaran dan Kemahasiswaan dengan: Perguruan Tinggi Negeri (PTN) Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi yang telah memberikan dukungan dalam mendanai program riset kami. Ucapan terima kasih juga kami ucapkan kepada Biro Kemahasiswaan Universitas Kristen Indonesia yang telah mendukung dalam upaya pengunggahan proposal riset kami. Selain itu, Banyak pihak yang telah membantu kami dalam penyelesaian buku ini yang tidak dapat kami sebutkan satu satu.

Penulisan buku panduan ini masih memiliki banyak kekurangan, maka dari itu kami mengharapkan banyak masukan dalam perbaikan dan peningkatan hasil luaran yang kami hasilkan.

Jakarta, Mei 2021

Tim Penulis

SINOPSIS

Penyelenggaraan proses pembelajaran di rumah yang dilakukan hingga saat ini, berawal dari terbitnya Surat Edaran Nomor 15 Tahun 2020 tentang Pedoman Penyelenggaraan Belajar Dari Rumah Dalam Masa Darurat Penyebaran Covid-19 Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. Dalam surat edaran ini dijelaskan bahwa tujuan dari pelaksanaan Belajar Dari Rumah (BDR) adalah “memastikan pemenuhan hak peserta didik untuk mendapatkan layanan pendidikan selama darurat Covid-19, melindungi warga satuan pendidikan dari dampak buruk Covid-19, mencegah penyebaran dan penularan Covid-19 di satuan pendidikan dan memastikan pemenuhan dukungan psikososial bagi pendidik, peserta didik, dan orang tua”.

Adanya kebijakan ini berdampak pada proses pembelajaran sains khususnya kegiatan praktikum tatap muka di sekolah tidak dapat diselenggarakan. Aktivitas praktikum sebagai media bantu dalam proses pemahaman pokok bahasan khususnya materi sains menjadi penting untuk tetap dilakukan. Salah satu alternatif yang dapat dilakukan untuk dapat mengganti aktivitas praktikum secara tatap muka adalah menggunakan media bantu berupa Laboratorium Virtual.

Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Kristen Indonesia (FKIP UKI) telah melakukan pelatihan dan workshop terkait penggunaan Laboratorium virtual ke sekolah- sekolah. Di harapkan panduan penggunaan laboratorium virtual ini dalam menjadi salah satu media pendukung dalam mengakses beberapa aplikasi laboratorium dengan mudah.

DAFTAR ISI

SAMPUL	I
KATA PENGANTAR	II
SINOPSIS	IV
DAFTAR ISI	V
PENDAHULUAN	1
URAIAN MATERI	4
ELASTISITAS DAN GERAK HARMONIK	4
LABORATORIUM MAYA	13
1. Deskripsi singkat Lab Maya.....	13
2. Cara akses Lab Maya	15
3. Praktikum.....	16
4. Pengambilan Data	17
5. Pengolahan Data	20
6. Analisis Data.....	24
7. Kesimpulan	26
PhET	27
1. Deskripsi singkat PhET	27
2. Cara akses PhET.....	28
3. Praktikum.....	28
4. Pengambilan Data	29
5. Pengolahan Data	32
6. Analisis Data.....	33
7. Kesimpulan	34
PENUTUP	35
TENTANG PENULIS	37
DAFTAR PUSTAKA	38

PENDAHULUAN

Laboratorium virtual (*Virtual Laboratory*) merupakan sebuah proses pembelajaran berbasis digitalisasi dengan bentuk berupa simulasi Komputer. Laboratorium Virtual ini dapat dijadikan sebagai media pendukung dalam membantu siswa memahami materi pelajaran sains (Pramuka, n.d.). Laboratorium virtual juga dapat menjadi salah satu alternatif pengganti Laboratorium tatap muka dan dapat pula menjadi salah satu solusi dalam keterbatasan atau ketiadaan peralatan Laboratorium disekolah (Jaya, 2012).

Perkembangan laboratorium virtual sudah cukup lama dikembangkan. Laboratorium virtual diawal kemunculannya di mulai dengan versi pertama yaitu Laboratorium Fisiologi Virtual dipresentasikan pada tahun 1997 (Pramuka, n.d.). Seiring dengan perkembangan teknologi secara eksponensial sejalan dengan maraknya aplikasi laboratorium virtual yang sudah dikembangkan. Aplikasi yang telah banyak tersedia sangat bervariasi mulai dari bentuk yang sederhana sampai pada bentuk yang lebih modern.



Gambar 1 Aplikasi- aplikasi Laboratorium Virtual

Dari banyaknya aplikasi Laboratorium virtual yang tersedia saat ini, memudahkan para siswa dalam memahami pokok bahasan khususnya untuk pelajaran sains.

Pentingnya kegiatan praktikum untuk pembelajaran sains sebagai media pembantu dalam prose pembelajaran menyebabkan aktivitas praktikum di Laboratorium menjadi sangat penting. Laboratorium virtual bisa menjadi solusi yang sangat tepat dalam proses pembelajaran sains terlebih di masa pandemi. Selain dari peranan dari laboratorium virtual yang dirasa cukup penting, berbagai manfaat juga dapat diperoleh dari adanya Laboratorium virtual ini seperti: laboratorium virtual dapat diakses secara fleksibel tanpa memperhitungkan waktu, biaya, dan tenaga yang dikeluarkan tidak sebanding dengan Laboratorium tatap muka (Hikmah et al., 2017). Manfaat lainnya yaitu dimungkinkan adanya umpan balik langsung dalam proses penggunaannya, sekolah tidak perlu membeli peralatan mahal untuk kegiatan praktikum.

Kehadiran laboratorium virtual disadari tidak bisa secara menyeluruh menggantikan Laboratorium tatap muka. Laboratorium virtual pun sebenarnya memiliki beberapa keterbatasan seperti, pengajar dan siswa tidak dapat berinteraksi langsung sehingga proses penilaian tidak maksimal dilakukan (Simbolon, 2015). Keterbatasan yang lain seperti pengukuran dengan laboratorium virtual apabila dilakukan secara berulang, hasil yang diperoleh sama sehingga tidak dapat dianalisis kesalahan dalam pengukurannya. Kaliberasi peralatan pada laboratorium virtual juga diabaikan dalam proses praktikum.

Saat ini cukup banyak pilihan virtual lab yang telah dikembangkan mulai dari yang sangat sederhana sampai pada bentuk yang lebih modern. Tidak hanya itu, ada beberapa aplikasi laboratorium virtual yang dapat diakses secara gratis dan berbayar. Disamping itu, simulasi sederhana juga sudah sangat banyak tersedia berbasis android, hanya saja bentuknya hanya sebatas simulasi yang amat sederhana. Adanya pilihan yang cukup banyak

tersebut menjadi cukup sulit untuk memilih aplikasi yang mana yang cocok digunakan sesuai dengan materi yang ada. Karena tidak sedikit laboratorium virtual ini cukup sulit diakses untuk kalangan siswa. Maka dari itu, perlu mempertimbangkan juga cara akses dari laboratorium virtual yang nantinya akan digunakan sebagai media pembantu dalam pemahaman materi sains.

Berdasarkan banyak publikasi terkait dengan penggunaan laboratorium virtual ini, cukup banyak yang menggunakan aplikasi Laboratorium maya yang terintegrasi dari Portal Rumah Belajar Kemendikbud dan Physics Education Technology (PhET).

Pada buku panduan ini akan dijelaskan terkait penggunaan laboratorium virtual khususnya Lab maya dan PhET. Penjelasan berisi tentang bagaimana mengakses kedua aplikasi ini dan bagaimana contoh pengambilan serta pengolahan data yang dilakukan sesuai dengan fitur percobaan yang tersedia. Hasil akhir percobaan akan ditampilkan pula analisis dan kesimpulan yang diperoleh (Rizal et al., 2018).

URAIAN MATERI

ELASTISITAS DAN GERAK HARMONIK

Pada saat Anda berkendara, tentunya kita pernah mengalami guncangan diakibatkan oleh jalanan yang tidak rata. Terkadang guncangan tersebut berlangsung lebih lama saat melewati lubang di jalan. Setelah melewati guncangan kemudian akan kembali menjadi stabil kembali. Pada kondisi seperti ini merupakan bentuk peneapan dari elastisitas dan gerak harmonik. Pada semua jenis kendaraan baik bermotor maupun tidak seperti sepeda, dilengkapi sistem pegas yang berguna untuk meniadakan guncangan yang dirasakan pengemudi/pengendara. Adanya sistem pegas yang ada di setiap kendaraan tentunya memiliki sistem kerja. Bagaimana proses/sistem kerja pegas tersebut?. Untuk lebih memahami konsep ini tentunya kita harus memahami konsep dasar dari elastisitas bahan dan sistem kerja gerak harmonik.

Sifat Elastis Bahan

Setiap material. Bahan tentunya memiliki sifat elastisitas bahan yang berbeda-beda. Ada yang memiliki sifat elastisitas yang tinggi sampai rendah. Sifat bahan yang memiliki elastisitas tinggi disebut benda elastis. Sedangkan sifat bahan yang memiliki elastisitas rendah atau dapat dianggap tidak ada disebut, plastis. Pada sifat elastisitas bahan ini memenuhi **Hukum Hooke** yaitu: "*Semakin besar gaya pegas yang diberikan, maka semakin panjang juga benda pegas tersebut.*" Dalam hal ini kita benda elastis yang kita maksud adalah pegas. Dalam menentukan elastisitas bahan, tentunya ada beberapa parameter yang perlu diketahui yaitu regangan, tegangan dan modulus elastisitas (RW et al., 2017).

Sifat Elastis Benda Padat

Benda yang memiliki elastisitas yang tinggi seperti contoh : Pegas, Bahan dan Benda yang berbahan karet. Benda yang elastis ditandai dengan apabila benda tersebut ditarik atau diregangkan, maka iya bertambah panjang dan apabila dilepaskan, maka benda tersebut kembali ke bentuk semula (panjang mula-mula). Benda yang memiliki elastisitas rendah (Plastis) seperti contoh : Lilin, Plastisin, tanah liat dan sejenisnya. Benda yang plastis ditandai dengan apabila benda ditekan maka benda tersebut akan berubah bentuk dan apa bila tekanan kita hilangkan, maka benda tersebut tidak bisa kembali ke bentuk semula (Purnamasari et al., 2016).

Dari ulasan sebelumnya sudah dijelaskan terkait parameter-parameter yang mempengaruhi sifat elastisitas. Untuk lebih jelasnya kita akan bahas parameter tersebut satu persatu..

1. Tegangan (r)

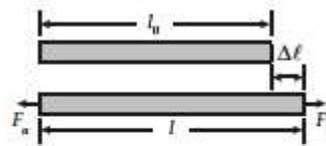


Pada gambar 3.1a terdapat sebuah batang yang memiliki luas sebesar A . Pada tiap ujung batang tersebut kita berikan gaya tarik mengalami sebesar F yang sama besar disetiap ujungnya yang saling berlawanan arah. Pada kondisi tersebut (saat diberi gaya tarik) Batang tersebut dikatakan mengalami tegangan. Gaya tarik yang diberikan pada batang tersebut sebesar F diberikan secara merata tersebar diseluruh permukaan batang sebesar luas permukaan batang yaitu A . Jadi dapat disimpulkan bahwa tegangan (r) dipengaruhi oleh gaya tarik (F) yang diberikan dan luasan permukaan benda

(A) yang menerima gaya. Untuk hubungan ketiga variabel ini dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

2. Regangan (e)



Gambar 3.2
Regangan sebuah batang
sepanjang l adalah $\frac{\Delta l}{l_0}$.

Berbeda dengan tegangan, regangan merupakan pertambahan panjang/luas/volume pada benda yang mengalami tegangan. Pada gambar 3.2 dapat terlihat bahwa adanya pertambahan panjang (Δl) batang yang diakibatkan oleh adanya gaya tarik (F) yang menghasilkan tegangan (r). regangan (e) dipengaruhi oleh panjang mula mula benda terhadap pertambahan panjangnya. Dari kedua variabel ini hubungannya dapat dituliskan menjadi:

$$e = \frac{\Delta l}{l_0}$$

3. Modulus Elastisitas (E)

Setelah mengetahui kedua parameter sebelumnya yaitu tegangan (r) dan regangan (e). dari kedua parameter ini kana dihasilkan modulus elastisitas benda. Berdasarkan Hukum Hooke yang menyatakan bahwa modulus elastisitas bahan/benda ditentukan dari hasil perbandingan antara tegangan (r) dan regangan (e). bentuk hubungan ketiga parameter ini dapat dituliskan sebgau berikut:

$$E = \frac{\sigma}{e} = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{\Delta \ell}{\ell}}$$

$$E = \frac{F \ell}{A \Delta \ell}$$

dengan satuan modulus elastisitas (E) dalam N/m² (Hasanah et al., 2016).

Berdasarkan bunyi Hukum Hooke gaya pemulih pada pegas yang berada di dalam batas elastisnya akan selalu memenuhi persamaan berikut.

$$F = -k \Delta \ell$$

dengan: k = tetapan pegas (N/m),

$\Delta \ell$ = pertambahan panjang pegas (m), dan

F = gaya yang bekerja pada pegas (N).

Tanda minus (-) pada persamaan tersebut menyatakan arah gaya pemulih yang selalu berlawanan dengan pertambahan panjang pegas. Dari

Persamaan sebelumnya, diperoleh persamaan $F = \left(\frac{EA}{\ell} \right) \Delta \ell$ yang hasilnya dapat

dijadikan persamaan $F = k \Delta \ell$. Sedangkan untuk hubungan antara hubungan antara tetapan pegas dan modulus elastisitas dapat dituliskan

sebagai $k = \frac{EA}{\ell}$ (Sari, 2016)

Tabel 3.1 Modulus Elastisitas (Harga Pendekatan)

Bahan	Modulus Young ()
Aluminium	$0,7 \times 10^{11}$ N/m ²
Kuningan	$0,91 \times 10^{11}$ N/m ²
Tembaga	$1,1 \times 10^{11}$ N/m ²
Gelas	$0,55 \times 10^{11}$ N/m ²
Besi	$0,91 \times 10^{11}$ N/m ²
Timah	$0,16 \times 10^{11}$ N/m ²
Nikel	$2,1 \times 10^{11}$ N/m ²
Baja	2×10^{11} N/m ²
Tungsten	$3,6 \times 10^{11}$ N/m ²

Sumber: college physics, 1983

Gerak Harmonik Sederhana

Pendekatan gerak harmonik sederhana dapat kita lihat secara sederhana seperti contoh gerakan getaran. Getaran merupakan gerak bolak-balik yang terjadi terhadap titik tertentu di sekitar titik kesetimbangannya. Sehingga dapat dikatakan bahwa gerak harmonik sederhana merupakan gerak bolak balik benda melalui suatu titik kesetimbangannya.

1. Gaya Pemulih

Setiap benda elastis tentunya memiliki gaya pemulih. Dimana gaya pemulih merupakan gaya yang muncul apabila benda yang telah diberikan gaya maka benda tersebut akan berusaha kembali ke bentuk semula. Sehingga dapat dikatakan bahwa benda yang elastis tidak terjadi perubahan bentuk akibat adanya gaya pemulih yang ada pada benda elastis tersebut. Dengan adanya gaya pemulih tersebut, benda akan secara otomatis melakukan gerak harmonik sederhana sehingga nantinya dalam waktu tertentu akan kembali ke bentuk semula. Dengan demikian dapat kita simpulkan bahwa, pada benda yang melakukan gerak harmonik sederhana bekerja gaya pemulih yang selalu mengarah pada titik kesetimbangan benda.

a. Gaya Pemulih Pada Pegas

Pegas adalah salah satu contoh benda elastis. Oleh karena sifat elastisnya ini, suatu pegas yang diberi gaya tekan atau gaya regang akan kembali ke keadaan setimbangnya mula-mula apabila gaya yang bekerja padanya dihilangkan. Gaya yang timbul pada pegas untuk mengembalikan posisinya ke keadaan setimbang disebut gaya pemulih pada pegas (Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, n.d.).

Gaya pemulih pada pegas banyak dimanfaatkan dalam bidang teknik dan kehidupan sehari-hari. Misalnya, pada shockbreaker kendaraan dan springbed. Di dalam shockbreaker terdapat sebuah pegas yang berfungsi

meredam getaran saat roda kendaraan melewati jalanan yang tidak rata. Dengan demikian, kendaraan dapat dikendarai dengan nyaman. Demikian juga dengan springbed. Pegas-pegas yang tersusun di dalam springbed akan memberikan kenyamanan saat Anda tidur di atasnya. Bagaimanakah sifat-sifat gaya pemulih pada pegas ini apabila diuraikan secara Fisika? Agar Anda dapat memahaminya (Fatmawati, 2016).

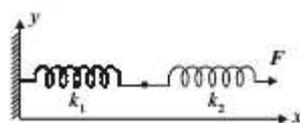
1. Hukum Hooke

Pada Hukum Hooke yang sudah dijelaskan sebelumnya dan bentuk persamaan yang sudah di peroleh sebelumnya dapat kita analisis terkait dengan nilai konstanta pegasnya (k). Konstanta pegas dapat dihitung dengan cara menentukan susunan pegas. berikut ini akan dijelaskan terkait beberapa bentuk susunan pegas yang mungkin dilakukan.

2. Susunan Pegas

Berdasarkan Hukum Hooke terkait dengan konstanta pegas, perhitungan nilai konstanta bisa berubah salah satu upaya ngbisa dilakukan adalah dengan mengubah susunan pegas. Susunan pegas dapat dilakukan dengan beberapa bentuk yaitu: susunan seri, susunan parallel dan susunan gabungan (susunan seri dan paralel) (Budi et al., 2021).

a. Susunan Seri



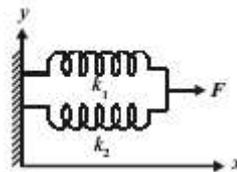
Gambar 3.5
Rangkaian pegas seri dengan konstanta masing-masing k_1 dan k_2

Perhatikanlah Gambar 3.5. Gaya yang bekerja pada setiap pegas adalah sebesar F . Dengan demikian, setiap pegas akan mengalami pertambahan panjang sebesar Δx_1 dan Δx_2 . Pertambahan panjang total kedua

pegas adalah $\Delta x_{\text{total}} = \Delta x_1$ dan Δx_2 . Menurut Hukum Hooke, konstanta pegas total rangkaian pegas yang disusun seri tersebut

adalah $\Delta x_{\text{total}} = \frac{F}{k_1} + \frac{F}{k_2}$, kedua arus dibagi dengan F, $\frac{\Delta x_{\text{total}}}{F} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$ Secara umum, konstanta total pegas yang disusun seri dinyatakan dengan persamaan $\frac{1}{k_{\text{total}}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \frac{1}{k_3} + \dots + \frac{1}{k_n}$ dengan k_n = konstanta pegas ke-n (Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, n.d.).

b. Susunan Paralel



Gambar 3.6
Rangkaian pegas paralel dengan konstanta masing-masing k_1 dan k_2 .

Gambar 3.6 menunjukkan dua pegas yang dirangkai secara paralel. Jika rangkaian pegas itu ditarik dengan gaya sebesar F, setiap pegas akan mengalami gaya tarik sebesar F_1 dan F_2 , dengan $F_{\text{total}} = F_1 + F_2$. Setiap pegas juga akan mendapat pertambahan panjang sebesar Δx_1 dan Δx_2 . Oleh karena Δx_1 dan Δx_2 , konstanta pegas total untuk rangkaian pegas paralel menurut Hukum Hooke adalah

$$F_{\text{total}} = F_1 + F_2$$

$$F_{\text{total}} = \Delta x (k_1 + k_2)$$

$$\frac{F_{\text{total}}}{\Delta x} = k_1 + k_2$$

$$k_{\text{total}} = k_1 + k_2$$

Secara umum, konstanta total pegas yang dirangkai paralel dinyatakan dengan persamaan

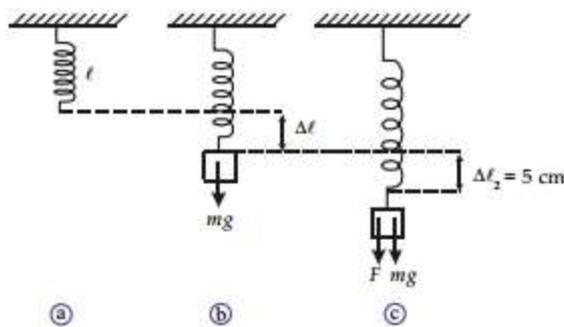
$$k_{\text{total}} = k_1 + k_2 + k_3 + \dots + k_n$$

dengan k_n = konstanta pegas ke- n (Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, n.d.).

c. Susunan Gabungan

Pada susunan gabungan ini merupakan susunan pegas yang merupakan susunan yang terdiri dari susunan seri dan susunan paralel. Perhitungan konstanta pegas mengikuti bentuk dari susunan paralel dan susunan seri.

Perhatikanlah ilustrasi gerakan pegas dan gaya pemulihnya yang diperlihatkan pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7

- (a) Sebuah pegas digantung tanpa beban.
- (b) Pegas digantung dengan beban sehingga panjang pegas bertambah sebesar Δl_1 .
- (c) Pegas digantung dengan beban dan ditarik gaya sehingga bertambah panjang sebesar Δl_2 .

Gambar tersebut memperlihatkan suatu pegas yang konstanta pegasnya k dan panjangnya saat belum digantungi beban adalah A . Setelah benda bermassa m digantungkan pada pegas, seperti pada Gambar 3.7b, pegas bertambah panjang sebesar ΔA dan berada dalam keadaan setimbang. Gaya pemulih yang timbul pada pegas sama dengan berat benda, mg . Apabila pegas yang digantungi beban itu ditarik ke bawah dengan gaya sebesar F , pegas bertambah panjang sebesar ΔA_2 , seperti terlihat pada Gambar 3.7c. Pada saat ini, gaya pemulih pada pegas memenuhi hubungan sesuai Hukum

Hooke $F = -k\Delta A$ dengan $\Delta A = \Delta A_2$ (Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, n.d.; Nugroho, 2018).

Energi Potensial Pegas

pada elastisitas benda atau gerak harmonic sederhana dengan hubungan beberapa parameter –parameter yang ada sebelumnya, tentunya pada kondisi ini kita harus memperhatikan energi yang ada pada sistem ini. Energi yang dihasilkan pada sistem ini adalah energi potensial pegas. Energi potensial adalah sebuah energi yang berasal dari dalam pegas. Karena sifatnya yang elastis, nilai energi potensial yang dihasilkan berkaitan erat terhadap besar gaya dari luas yang diberikan ke benda untuk meregangkan dan atau menekan benda elastis tersebut. Dari ilustrasi ini nilai energi potensial dapat dirumuskan seperti;

$$E_p = \frac{1}{2} \cdot k \cdot \Delta x^2$$

Dimana,

E_p = Energi potensial pegas (J)

Δx = pertambahan panjang benda (m)

k = konstanta benda (N/m)

LABORATORIUM MAYA

1. Deskripsi singkat Lab Maya

Laboratorium Maya merupakan bagian yang terintegrasi dari Portal Rumah Belajar yang dikelola oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. Portal rumah belajar ini dapat diakses pada laman <https://belajar.kemdikbud.go.id/> . Adapun tampilan halaman muka untuk portal rumah belajar (Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, n.d.; Qusthalani & Muharti, 2019):



Gambar 2 Halama Muka Portal Rumah Belajar

Pada Portal rumah belajar telah dilengkapi dengan beberapa fitur utama dan pendukung dalam upaya pelaksanaan pembelajaran daring. Fitur Utama pada portal belajar ini yaitu: Kelas Maya, Sumber belajar, Bank Soal dan Laboratorium Maya (Marlina, 2021).

*Panduan Penggunaan Laboratorium Virtual :
Laboratorium Maya dan PhET*



Gambar 3 Fitur Utama Portal Rumah Belajar

Dan beberapa fitur pendukung seperti: Peta Budaya, Buku Sekolah elektronik, Wahana Jelajah Angkasa, Karya Bahasa dan Sastra, Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan, Edugame dan Blog Pena.



Gambar 4 Fitur Pendukung Portal Rumah Belajar

Salah satu fitur utama yang ada pada portal rumah belajar adalah Laboratorium maya. Pada fitur ini dilengkapi cukup banyak judul percobaan yang telah tersedia (Yanti et al., 2020).

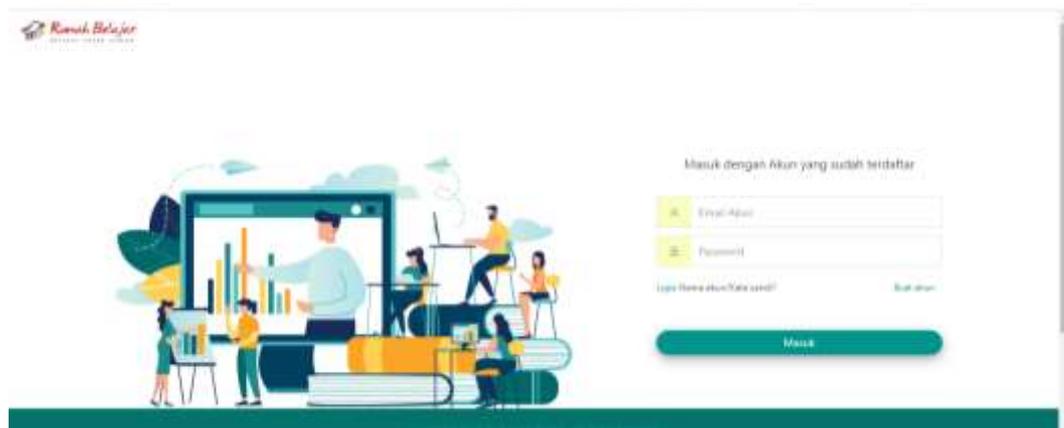
*Panduan Penggunaan Laboratorium Virtual :
Laboratorium Maya dan PhET*



Gambar 4 Halama Muka Laboratorium Maya

2. Cara akses Lab Maya

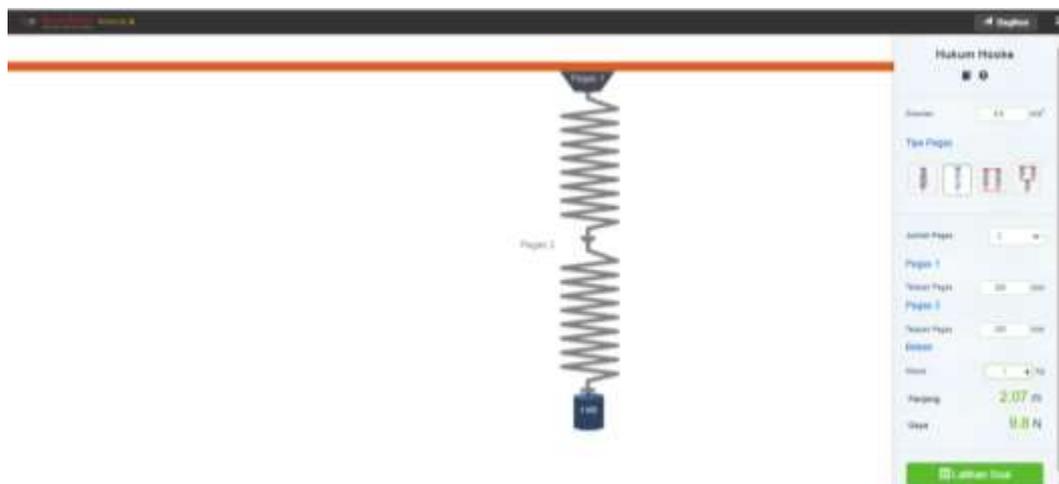
1. Ketik <https://belajar.kemdikbud.go.id/LabMaya/Home/Index>
2. Atau search di google “**rumah belajar**” atau “**Lab Maya**”
3. Klik **daftar** (bagi yang belum memiliki akun)
4. Atau klik login bagi yang sudah memiliki akun



5. Pada Laman beranda pilih Laboratorium Maya, klik **coba sekarang**
6. Pada Laman **Dashboard Lab Maya**, pilih terlebih dahulu kategori **SMA → Fisika (SMA)**

- Gunakan berapa gravitasi yang akan digunakan pada saat melakukan percobaan.
- Pada saat gravitasi sudah ditentukan, maka dengan otomatis kita sudah dapat mengetahui panjang dan gayanya berapa.
- Tentukan juga pegasnya berapa dan bebannya untuk dapat mengetahui hasil akhirnya.

4. Pengambilan Data



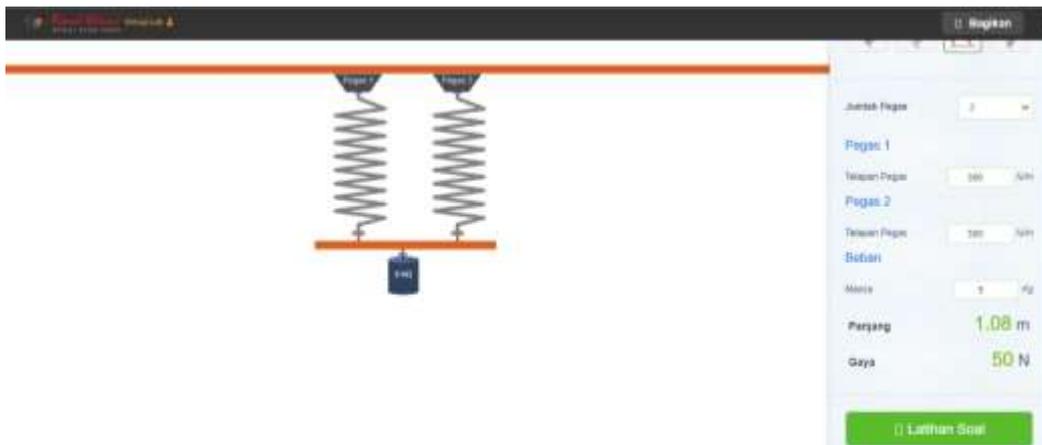
Gambar 6 Proses Percobaan Susunan Seri

Tabel 1. Pengambilan Data untuk Susunan Pegas Seri

Jumlah Pegas	Tetapan Pegas (N/m)	Beban (kg)	Panjang (m)	Gaya (N)
2	300	1	2,07	10
		2	2,13	20
		3	2,2	30
		4	2,27	40
		5	2,33	50
3	300	1	3,1	10
		2	3,2	20
		3	3,3	30

*Panduan Penggunaan Laboratorium Virtual :
Laboratorium Maya dan PhET*

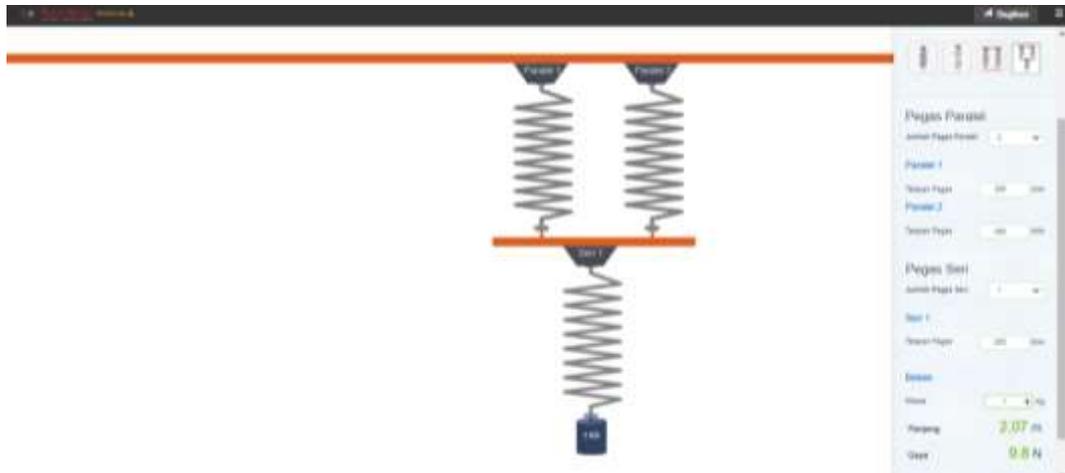
		4	3,4	40
		5	3,5	50



Gambar 7 Proses Percobaan Susunan Paralel

Tabel 2. Pengambilan Data untuk Susunan Pegas paralel

Jumlah Pegas	Tetapan Pegas (N/m)	Beban (kg)	Panjang (m)	Gaya (N)
2	300	1	1,02	10
		2	1,03	20
		3	1,05	30
		4	1,07	40
		5	1,08	50
3	300	1	1,01	10
		2	1,02	20
		3	1,03	30
		4	1,04	40
		5	1,06	50



Gambar 8 Proses Percobaan Susunan Gabungan

Tabel 3. Pengambilan Data untuk Susunan Pegas Gabungan

Jumlah Pegas	Tetapan Pegas (N/m)	Beban (kg)	Panjang (m)	Gaya (N)
2 paralel 1 seri	300	1	2,05	10
		2	2,10	20
		3	2,15	30
		4	2,20	40
		5	2,25	50
2 paralel 2 seri	300	1	3,08	10
		2	3,17	20
		3	3,25	30
		4	3,33	40
		5	3,42	50

Selanjutnya mengertakan Latihan soal dengan meng-klik tombol warna hijau di kanan bawah



Gambar 9 Latihan Soal

5. Pengolahan Data

Pada pengolahan data untuk aplikasi Lab Maya nilai yang diperoleh hanya Berupa gaya dan panjang pegas setelah diberi beban. Untuk memperoleh nilai pertambahan panjang pegas (Δx) maka harus menggunakan persamaan berdasarkan teori .

- Susunan Seri $\frac{1}{k_{tot}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$ ($\frac{1}{k_{tot}} = \frac{1}{300} + \frac{1}{300} = \frac{2}{300} = 150$)

Untuk massa Beban 1 Kg

$$F = k\Delta x$$

$$mg = k(\Delta x)$$

$$1(10) = 150\Delta x$$

$$\Delta x = 0,067$$

Untuk massa beban 2 Kg

$$F = k\Delta x$$

$$mg = k_1 + k_2(\Delta x)$$

$$2(10) = 150\Delta x$$

$$\Delta x = 0,133$$

Untuk massa beban 3 Kg

$$F = k\Delta x$$

$$mg = k_1 + k_2(\Delta x)$$

$$3(10) = 150\Delta x$$

$$\Delta x = \mathbf{0,2}$$

Untuk massa beban 4 Kg

$$F = k\Delta x$$

$$mg = k (\Delta x)$$

$$4(10) = 150\Delta x$$

$$\Delta x = \mathbf{0,267}$$

Untuk massa beban 5 Kg

$$F = k\Delta x$$

$$mg = k (\Delta x)$$

$$5(10) = 150\Delta x$$

$$\Delta x = \mathbf{0,333}$$

- Susunan Paralel $k_{tot} = k_1 + k_2$ ($k_{tot} = k_t + k_2 = 300 + 300 = 600$)

Untuk massa beban 1 Kg

$$F = k\Delta x$$

$$mg = k_1 + k_2(\Delta x)$$

$$1(10) = 600\Delta x$$

$$\Delta x = \mathbf{0,017}$$

Untuk massa beban 2 Kg

$$F = k\Delta x$$

$$mg = k_1 + k_2(\Delta x)$$

$$2(10) = 600\Delta x$$

$$\Delta x = \mathbf{0,0333}$$

Untuk massa beban 3 Kg

$$F = k\Delta x$$

$$mg = k_1 + k_2(\Delta x)$$

$$3(10) = 600\Delta x$$

$$\Delta x = 0,05$$

Untuk massa beban 4 Kg

$$F = k\Delta x$$

$$mg = k_1 + k_2(\Delta x)$$

$$4(10) = 600\Delta x$$

$$\Delta x = 0,067$$

Untuk massa beban 5 Kg

$$F = k\Delta x$$

$$mg = k_1 + k_2(\Delta x)$$

$$5(10) = 600\Delta x$$

$$\Delta x = 0,083$$

Sehingga data pengukuran yang ditambahkan dengan pertambahan panjang pegas setelah dicari menggunakan persamaan adalah:

Jumlah Pegas	Tetapan Pegas (N/m)	Beban (kg)	Panjang (m)	Pertambahan Panjang (m)	Gaya (N)
2	300	1	2,07	0,067	10
		2	2,13	0,133	20
		3	2,2	0,200	30
		4	2,27	0,267	40
		5	2,33	0,333	50
3	300	1	3,1	0,033	10
		2	3,2	0,067	20
		3	3,3	0,100	30

*Panduan Penggunaan Laboratorium Virtual :
Laboratorium Maya dan PhET*

		4	3,4	0,133	40
		5	3,5	0,167	50

Jumlah Pegas	Tetapan Pegas (N/m)	Beban (kg)	Panjang (m)	Pertambahan Panjang (m)	Gaya (N)
2	300	1	1,02	0,017	10
		2	1,03	0,033	20
		3	1,05	0,050	30
		4	1,07	0,067	40
		5	1,08	0,083	50
3	300	1	1,01	0,011	10
		2	1,02	0,022	20
		3	1,03	0,033	30
		4	1,04	0,044	40
		5	1,06	0,056	50

Selain pertambahan panjang yang harus di cari berdasarkan teori yang sudah dijelaskan pada uraian materi, selanjutnya akan dicari energi potensial pada pegas. Pada aplikasi Lab Maya tidak tersedia praktikum terkait energi potensial.

$$E_p = \frac{1}{2} \cdot k \cdot \Delta x^2$$

Untuk Pertambahan panjang (Δx) = 0,067

$$E_p = \frac{1}{2} \cdot 300 \cdot 0,067^2 = 0,7$$

Untuk Pertambahan panjang (Δx) = 0,133

$$E_p = \frac{1}{2} \cdot 300 \cdot 0,133^2 = 2,7$$

Untuk Pertambahan panjang (Δx) = 0,200

$$E_p = \frac{1}{2} \cdot 300 \cdot 0,200^2 = 6,00$$

Untuk Pertambahan panjang (Δx) = 0,267

$$E_p = \frac{1}{2} \cdot 300 \cdot 0,267^2 = 10,7$$

Untuk Pertambahan panjang (Δx) = 0,333

$$E_p = \frac{1}{2} \cdot 300 \cdot 0,333^2 = 16,6$$

Selanjutnya nilai energi potensial dapat dimasukkan ke dalam tabel bersama dengan nilai hasil pengukuran yang diperoleh sebelumnya.

Jumlah Pegas	Tetapan Pegas (N/m)	Energi Potensial (J)	Perubahan Panjang (m)	Gaya (N)
1	300	0,7	0,067	10
		2,7	0,133	20
		6,0	0,200	30
		10,7	0,267	40
		16,6	0,333	50

6. Analisis Data

Selanjutnya menjawab pertanyaan yang sudah disiapkan pada Lembar Kerja Siswa (LKS)

1. Sebanyak 2 pegas dirangkai secara paralel masing-masing pegas memiliki tetapan sebagai berikut , $k_1=200$ N/m, $k_2=210$ N/m, $k_3=395$ N/m. Jika pada rangkaian diberikan gaya sebesar 235 N. Berapakah perubahan panjang pegas?

Jawab:

$$\begin{aligned}F &= k\Delta x \\mg &= k_1 + k_2(\Delta x) \\235 &= 805\Delta x \\49 &= 600\Delta x \\\Delta x &= 0,29 \text{ m}\end{aligned}$$

2. Sebuah pegas memiliki tetapan sebesar 250N/m, setelah diberi gaya pegas mengalami perubahan panjang sebesar 0.17meter, berapakah gaya yang diberikan ke pegas?

Jawab:

$$\begin{aligned}F &= k\Delta x \\F &= 250(0,17) \\F &= 42,5 \text{ N}\end{aligned}$$

3. Sebanyak 3 pegas dirangkai secara seri masing-masing pegas memiliki tetapan sebagai berikut , $k_1=380 \text{ N/m}$, $k_2=150 \text{ N/m}$. Jika pada rangkaian diberikan gaya sebesar 300 N. Berapakah perubahan panjang pegas?

Jawab:

$$\begin{aligned}\left(\frac{1}{k_{tot}} = \frac{1}{380} + \frac{1}{150} = \frac{53}{5700} = 107,55\right) \\F &= k\Delta x \\300 &= 107,55(\Delta x) \\\Delta x &= 2,78 \text{ m}\end{aligned}$$

4. Ketika sebuah pegas diberikan gaya sebesar 415 N, pegas tersebut mengalami perubahan panjang sebesar 1.15 meter, berapakah perubahan tetapan pegas tersebut?

Jawab:

$$\begin{aligned}F &= k\Delta x \\415 &= k(1,15) \\k &= 360,9 \text{ N/m}\end{aligned}$$

5. Sebuah pegas memiliki tetapan sebesar 200 N/m, jika pada dipegas diberikan gaya sebesar 250 N, berapakah perubahan panjang pegas?

Jawab:

$$F = k\Delta x$$
$$250 = 200(\Delta x)$$
$$\Delta x = 1,25 \text{ m}$$

6. Sebanyak 3 pegas dirangkai secara paralel masing-masing pegas memiliki tetapan sebagai berikut , $k_1=160 \text{ N/m}$, $k_2=270 \text{ N/m}$. Jika pada rangkaian diberikan gaya sebesar 380 N. Berapakah perubahan panjang pegas?

Jawab:

$$F = k\Delta x$$
$$380 = 160 + 270(\Delta x)$$
$$\Delta x = 0,88 \text{ m}$$

7. Kesimpulan

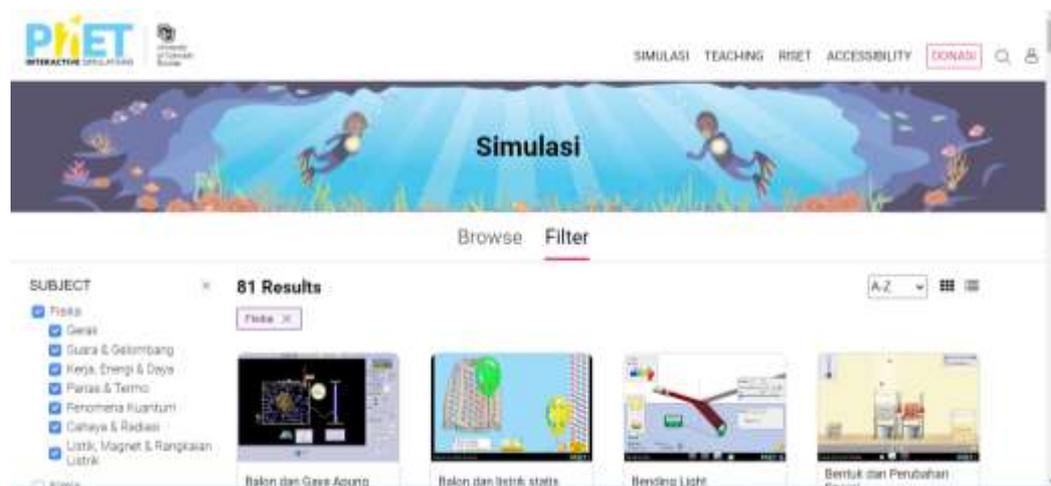
Adapun kesimpulan berdasarkan percobaan Hukum Hooke mengikuti LKS yang sudah disiapkan adalah:

- Gaya yang bekerja pada suatu benda elastis akan sebanding dengan pertambahan panjang
- Semakin besar beban yang diberikan pada suatu benda elastis maka semakin besar pula pertambahan panjangnya
- Pada susunan seri pegas, pertambahan panjang pegas lebih besar dari pada susunan paralel.

PhET

1. Deskripsi singkat PhET

Aplikasi Laboratorium virtual yang menjadi alternatif digunakan untuk tingkat sekolah menengah adalah simulasi PhET atau *Physics Education Technology*. Pada Aplikasi phET terdapat banyak simulasi pembelajaran sains yaitu Fisika, Kimia, Biologi dan Juga Matematika (Saregar, 2016). Simulasi PhET ini dikembangkan oleh Universitas Colorado, Amerika Serikat ini. Aplikasi ini menawarkan banyak simulasi yang lebih interaktif. (Hikmawati et al., 2019; University, n.d.)



Gambar 10 Halaman Muka Simulasi PhET

Berbeda dengan Aplikasi sebelumnya, simulasi PhET ini tidak dilengkapi fitur-fitur pendukung. Aplikasi ini hanya berupa simulasi percobaan. Untuk dapat menggunakan simulasi pada PhET sebaiknya dibuatkan terlebih dahulu Lembar Kerja Siswa (LKS) sehingga siswa memudahkan untuk melakukan simulasi. Namun saat ini, cukup banyak publikasi ilmiah yang terkait dengan simulasi ini yang bisa digunakan untuk membantu dalam penggunaannya (Utami, 2016).

2. Cara akses PhET

1. Ketik <https://phet.colorado.edu/in/>
2. Atau search di google “phet”
3. Klik **simulasi** → **fisika**
4. Pilih judul percobaan yang diinginkan

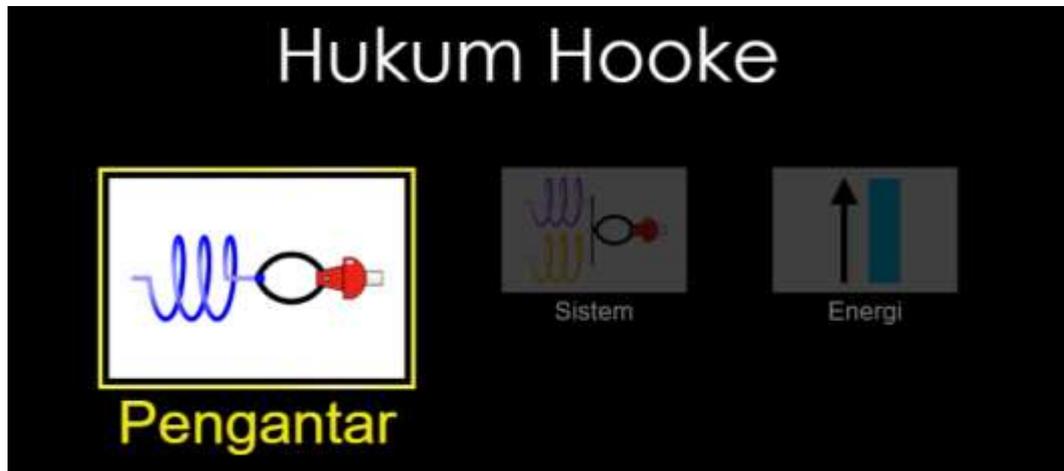


5. Klik **Play** atau **Unduh**
6. Mulai melakukan percobaan

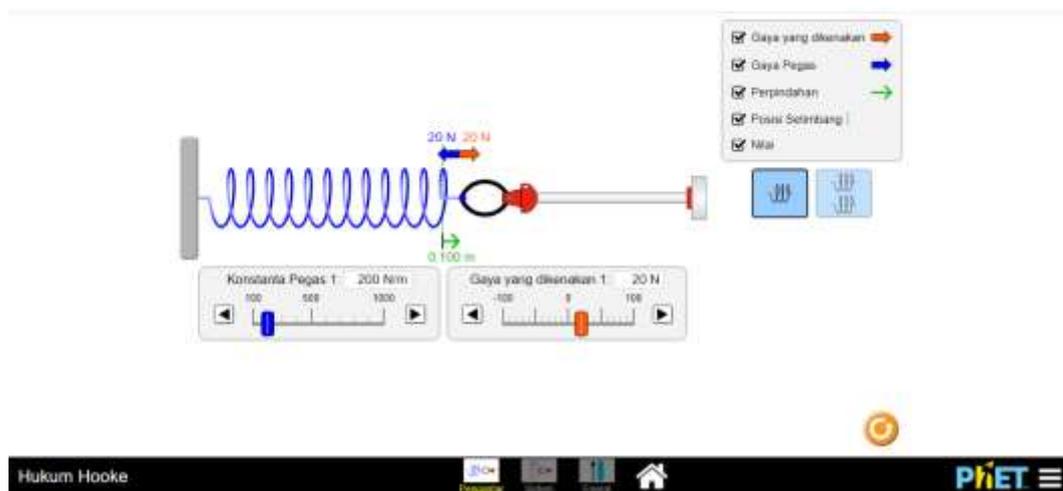


3. Praktikum

Pada Praktikum Hukum Hooke terbagi menjadi 3 frame yaitu: frame 1 : Pengantar; Frame 2 : Sistem dan Frame 3 : Energi.



Frame 1 : Pengantar



4. Pengambilan Data

Frame 1 : Pengantar

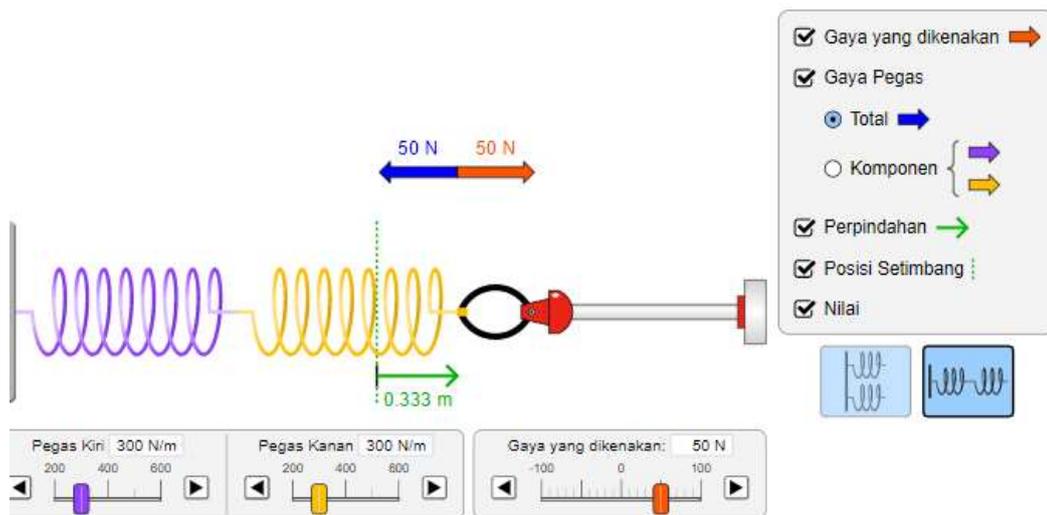
Tabel 4. Pengambilan Data untuk satu Pegas

Jumlah Pegas	Tetapan Pegas (N/m)	Pertambahan Panjang (m)	Gaya (N)
1	200	0,050	10
		0,100	20

*Panduan Penggunaan Laboratorium Virtual :
Laboratorium Maya dan PhET*

		0,150	30
		0,200	40
		0,250	50
1	300	0,033	10
		0,067	20
		0,100	30
		0,133	40
		0,167	50

Frame 2 : sistem

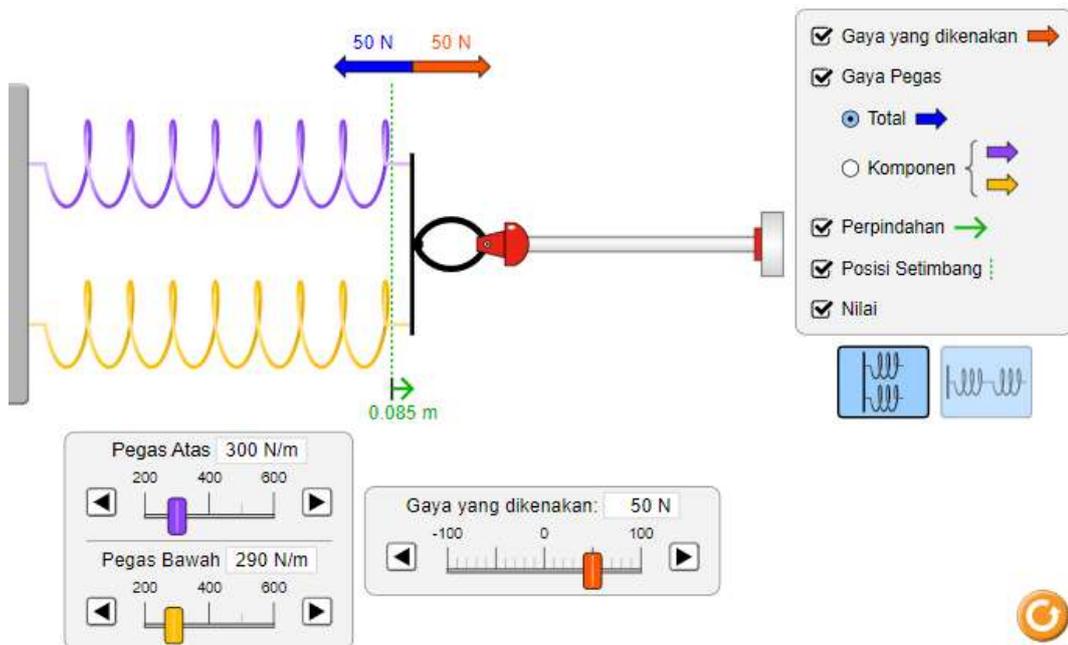


Gambar 12 Pengambilan Data untuk Susunan pegas seri

Tabel 5. Pengambilan Data untuk Susunan Pegas Seri

Jumlah Pegas	Tetapan Pegas (N/m)	Pertambahan Panjang (m)	Gaya (N)
2	300	0,067	10
		0,133	20
		0,200	30
		0,267	40

		0,333	50
--	--	-------	----



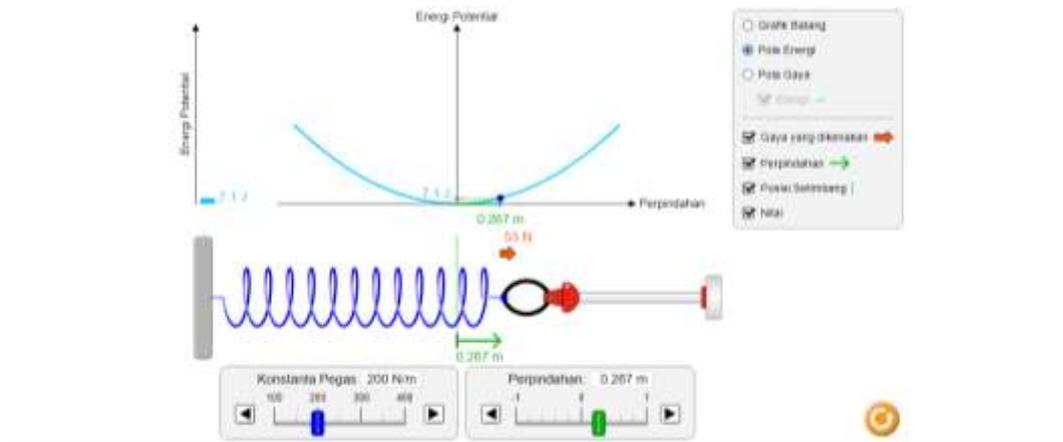
Gambar 13 Pengambilan Data untuk Susunan pegas Paralel

Tabel 6. Pengambilan Data untuk Susunan Pegas paralel

Jumlah Pegas	Tetapan Pegas (N/m)	Pertambahan Panjang (m)	Gaya (N)
2	300	0,017	10
		0,034	20
		0,051	30
		0,068	40
		0,085	50

Keterbatasan pengukuran pada simulasi PhET yaitu pada pengambilan data hanya bisa dilakukan maksimal 2 pegas. pada simulasi ini tidak tersedia untuk susunan gabungan (seri dan Paralel).

Frame 3 : Energi



Gambar 13 Pengambilan Data untuk Energi Potensial

Tabel 7. Pengambilan Data untuk Energi Potensial

Jumlah Pegas	Tetapan Pegas (N/m)	Pertambahan Panjang (m)	Gaya (N)	Energi Potensial (J)
1	200	0,050	10	0,30
		0,100	20	1,00
		0,150	30	2,30
		0,200	40	4,00
		0,250	50	6,30
3	300	0,033	10	0,20
		0,067	20	0,70
		0,100	30	1,50
		0,133	40	2,70
		0,167	50	4,20

5. Pengolahan Data

Simulasi yang tersedia pada PhET untuk percobaan Hukum Hooke memiliki keterbatasan dalam proses pengambilan data. Pada simulasi ini

hanya terbatas pada jumlah pegas maksimal 2 pegas saja dan tidak tersedia pengukuran dengan bentuk susunan pegas gabungan (seri dan paralel).

Pada simulasi Hukum Hooke menggunakan PhET pertambahan panjang (Δx) secara otomatis dapat terlihat setelah menentukan nilai tetapan pegas dan gaya yang diberikan. Begitu pula pada energi potensial (E_p) pada simulasi PhET ini sudah dapat terlihat nilainya pada simulasi di frame 3. Namun pada proses kegiatan percobaan dapat dilakukan dengan mencari panjang akhir dari pegas dengan menggunakan data hasil pengukuran.

Proses pengolahan data berdasarkan simulasi ini tidak begitu banyak diperoleh karena simulasi yang tersedia sederhana dan nilai- nilai (variabel) yang dicari sudah otomatis terlihat. Sehingga proses pengolahan data yang dihasilkan juga sederhana.

6. Analisis Data

Pada simulasi PhET tidak disediakan lembar kerja sehingga harus dirancang sebelumnya untuk pertanyaan dan latihan soalnya. Analisis data pada simulasi ini hanya untuk susunan yang sederhana seperti satu pegas, susunan seri untuk 2 pegas dan susunan paralel untuk dua pegas.

Pada tahap analisis data untuk simulasi ini bisa dirancang sesuai dengan keinginan atau dapat menggunakan Lembar Kerja Siswa (LKS) yang ada pada Laboratorium Maya (Portal Rumah Belajar). Tidak jauh berbeda dengan aplikasi Laboratorium Maya, simulasi PhET dapat dikembangkan dengan mencari variabel-variabel yang berhubungan dengan data hasil pengukuran yang telah diperoleh sebelumnya seperti panjang akhir dari pegas dan variabel lainnya sehingga dapat melatih siswa dalam memahami materi.

7. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengukuran dengan menggunakan aplikasi PhET yang terbagi menjadi 3 bagian berdasarkan tiap frame, maka dapat diperoleh kesimpulan :

- Gaya yang bekerja pada suatu benda elastis akan sebanding dengan pertambahan panjang.
- Pada susunan seri pegas, pertambahan panjang pegas lebih besar dari pada susunan paralel.
- Energi potensial pada pegas akan sebanding dengan pertambahan panjangnya

PENUTUP

Pada penggunaan aplikasi Laboratorium Maya dan PhET dalam mengakses kedua aplikasi tersebut mudah dan sederhana. Secara umum terdapat perbedaan kedua aplikasi tersebut misalnya pada tampilan praktikum untuk judul yang sama seperti percobaan Hukum Hooke ada beberapa variabel yang tidak hitung secara otomatis pada masing masing aplikasi dan harus di bantu dengan persamaan berdasarkan teori yang sudah ada. Selain itu dari segi variasi jumlah percobaan antara kedua aplikasi tersebut memiliki banyak jenis percobaan yang dapat dipilih hanya saja untuk aplikasi PhET ada beberapa percobaan yang tidak dapat diakses secara gratis (free) sedangkan pada Lab Maya semua judul percobaan dapat diakses secara gratis (Qusthalani & Muharti, 2019; Sumargo, 2014).

Kedua aplikasi ini sangat sesuai digunakan untuk kalangan sekolah tingkat menengah. Terlebih pada Lab Maya yang sudah terkategori sesuai sesuai tingkat kelasnya. Pada aplikasi Laboratorium Maya yang terintegrasi dengan banyak fitur utama yang dimiliki oleh Portal Rumah Belajar yang dikelola oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. Pada Lab maya sudah dilengkapi dengan Ruang kelas online, ruang diskusi dan Lembar Kerja Siswa (LKS) yang dapat memudahkan siswa dalam mengakses setiap percobaan. Selain itu fitur pendukung yang ada pada Lab Maya yaitu telah dilengkapi teori dasar sesuai dengan judul percobaan dan juga sudah tersedia banyaak alternatif soal latihan baik itu yang sudah tertera di LKS maupun yang ada pada proses percobaan berlangsung.

Aplikasi PhET menjadi salah satu alternatif dalam penggunaan laboratorium virtual. Hanya saja aplikasi PhET hanya berupa simulasi percobaan. Pada aplikasi ini tidak disediakan teori dasar dan latihan latihan soal seperti pada aplikasi Laboratorium Maya. Namun, kelebihan dari

aplikasi ini dari segi tampilannya lebih baik dan lebih bervariasi dari pada aplikasi Laboratorium Maya (Winarto et al., 2015).

Adanya alternatif Aplikasi seperti PhET dan Laboratorium Maya diharapkan dapat menjadi solusi media pendukung dalam proses pembelajaran sains dan dapat menjadi pengganti sementara untuk praktikum tatap muka yang saat ini sangat sulit dilakukan mengingat kondisi bangsa saat ini berada pada masa pandemi (Rizal et al., 2018). Petunjuk penggunaan aplikasi PhET dan Lab Maya ini diharapkan dapat membantu guru dan siswa dalam mengakses Laboratorium virtual.

TENTANG PENULIS



Chyntia Clarinda, sedang menempuh pendidikan S1 di Universitas Kristen Indonesia dengan program studi Pendidikan Fisika. Sudah pernah mengikuti Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) dan beberapa aktivitas kemahasiswaan yang lainnya.

 chyntiaclarinda24@gmail.com



Novalina, sedang menempuh studi S1 di Universitas Kristen Indonesia, Jakarta Timur. Mengambil jurusan Pendidikan Biologi FKIP UKI. Sudah pernah mengikuti Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) dan Penelitian bersama dengan dosen Pendidikan Biologi FKIP UKI. Bercita-cita menjadi seorang guru profesional.

 novalinasimanullang@gmail.com



Mariana Gu, sedang menempuh studi S1 di Universitas Kristen Indonesia, Jakarta Timur. Mengambil jurusan Pendidikan Fisika FKIP UKI. Sudah pernah mengikuti Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) dan Penelitian bersama dengan dosen Pendidikan Fisika FKIP UKI. Bercita-cita menjadi seorang guru profesional.

 marnigu69@gmail.com



Faradiba, S.Si., M.Sc bekerja sebagai dosen tetap di Prodi Pendidikan Fisika FKIP UKI dan memegang beberapa mata kuliah diantaranya: Metode Pengukuran Fisika, ICT-2, Pengelolaan Laboratorium, Fisika Sekolah, Fisika Terapan Listrik dan Media Pembelajaran Fisika. Bidang keilmuannya yaitu fisika komputasi (pemodelan dan simulasi), klimatologi, ultrasonik dan akustik.

 faradibaruslan@gmail.com / faradiba@uki.ac.id

DAFTAR PUSTAKA

- Budi, E., Budi, A. S., Fitri, U. R., Aprilia, R., & Andriani, D. (2021). Kajian Sifat Tetapan Pegas Dan Modulus elastisitas. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Sains Dan Apliedsinya*, 1(1), 6–11.
- Fatmawati, C. (2016). Pengembangan Alat Praktikum Susunan Pegas Dalam Pembelajaran Fisika Pada Materi Elastisitas. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 5(3).
- Hasanah, N., Suyanto, E., & Suana, W. (2016). E-learning dengan Schoology sebagai suplemen pembelajaran fisika materi elastisitas dan hukum Hooke. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 4(2).
- Hikmah, N., Saridewi, N., & Agung, S. (2017). Penerapan laboratorium virtual untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa. *EduChemia (Jurnal Kimia Dan Pendidikan)*, 2(2), 186–195.
- Hikmawati, H., Sutrio, S., & Kusdiastuti, M. (2019). Pengenalan Phet Simulations Sebagai Laboratorium Virtual Untuk Membantu Pemahaman Konsep Fisika Pada Peserta Didik Sman 1 Gerung Tahun 2019. *Jurnal Pendidikan Dan Pengabdian Masyarakat*, 2(4).
- Jaya, H. (2012). Pengembangan laboratorium virtual untuk kegiatan paraktikum dan memfasilitasi pendidikan karakter di SMK. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 2(1).
- Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. (n.d.). *Portal Rumah Belajar*. Portal Rumah Belajar. <https://belajar.kemdikbud.go.id/>
- Marlina, B. (2021). Pemanfaatan Portal Rumah Belajar untuk Media Pembelajaran Daring di Era Pandemi Covid-19. *Journal of Innovation in Teaching and Instructional Media*, 1(2), 142–151.
- Nugroho, A. (2018). Pengembangan Kit Praktikum Pegas Berbasis Pembelajaran Guided Inquiry Pada Materi Elastisitas Sebagai Media Pembelajaran Siswa SMA. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 7(2).
- Pramuka, J. (n.d.). *Learning Physics-Based Virtual Laboratory*.
- Purnamasari, P., Annur, S., & Salam, A. (2016). Pengembangan bahan ajar melalui model pembelajaran react pada materi elastisitas. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 4(3), 209–221.
- Qusthalani, Q., & Muharti, M. (2019). Analisis Pembelajaran Materi Hukum

- Newton Melalui Model FLICLA PROLING Berbasis Portal Rumah Belajar Terintegrasi Si Asseb. *JUPI (Jurnal IPA & Pembelajaran IPA)*, 3(2), 130–154.
- Rizal, A., Adam, R. I., & Susilawati, S. (2018). Pengembangan Laboratorium Virtual Fisika Osilasi. *Jurnal Online Informatika*, 3(1), 55–60.
- RW, R. S., Mayasari, T., & Huriawati, F. (2017). Implementasi Media Pembelajaran E-Learning Berbasis Web Materi Elastisitas dan Hukum Hooke untuk Meningkatkan Prestasi Belajar Siswa SMK Negeri 1 Sambirejo. *Prosiding SNFA (Seminar Nasional Fisika Dan Aplikasinya)*, 2, 182–191.
- Saregar, A. (2016). Pembelajaran pengantar fisika kuantum dengan memanfaatkan media phet simulation dan LKM melalui pendekatan saintifik: Dampak pada Minat dan Penguasaan Konsep Mahasiswa. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 5(1), 53–60.
- Sari, N. (2016). *Pengembangan Modul Pembelajaran menggunakan Learning Content Development System (LCDS) untuk Materi Elastisitas dan Hukum Hooke*.
- Simbolon, D. H. (2015). Pengaruh model pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis eksperimen riil dan laboratorium virtual terhadap hasil belajar fisika siswa. *Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 21(3), 299–316.
- Sumargo, E. (2014). Penerapan Media laboratorium Virtual (PhET) Pada materi Laju reaksi dengan model pengajaran Langsung. *Unesa Journal of Chemical Education*, 3(1).
- University, C. (n.d.). *Physics Education Technology (PhET)*. <https://phet.colorado.edu/>
- Utami, I. T. (2016). Pengembangan lembar kerja siswa (lks) dengan laboratorium virtual phet pada pokok bahasan teori kinetik gas kelas xi sma negeri 2 sumenep. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 5(2).
- Winarto, D. D., Tandililing, E., & Mursyid, S. (2015). Kerja Laboratorium Melalui Phet Untuk Meremediasi Miskonsepsi Siswa SMP Pada Materi Hukum Archimedes. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Khatulistiwa*, 4(11).
- Yanti, M. T., Kuntarto, E., & Kurniawan, A. R. (2020). Pemanfaatan Portal Rumah Belajar Kemendikbud sebagai Model Pembelajaran Daring di Sekolah Dasar. *Adi Widya: Jurnal Pendidikan Dasar*, 5(1), 61–68.

Luaran Program Kreativitas Mahasiswa

Buku ini berisi tentang panduan penggunaan laboraotrium virtual (Laboratorium Maya dan PhET) mulai dari mengakses, proses praktimum sampai pada proses pengambilan kesimpulan hasil praktikum. Kedua aplikasi laboratorium virtual ini cocok digunakan untuk siswa tingkat menengah sebagai media pendukung dalam memahami materi khususnya sains.

Panduan Penggunaan
Laboratorium Virtual

ISBN 978-623-6963-28-9

