

REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC00202328936, 12 April 2023

Pencipta

Nama : **Dr. Muhammad Arifuddin, M.Pd. dan Dr. Andi Ichsan Mahardika, M.Pd.**

Alamat : Jl. Sultan Adam Kompleks Mandiri Permai, Banjarmasin, Kalimantan Selatan, 70122

Kewarganegaraan : Indonesia

Pemegang Hak Cipta

Nama : **Universitas Lambung Mangkurat**

Alamat : Jl. Brigjen H. Hasan Basri, Pangeran, Kec. Banjarmasin Utara,, Banjarmasin, Kalimantan Selatan, 70123

Kewarganegaraan : Indonesia

Jenis Ciptaan : **Modul**

Judul Ciptaan : **Modul Deformasi Zat Padat Melalui Pembelajaran Pemodelan Fisika Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif**

Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : 31 Maret 2023, di Banjarmasin

Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.

Nomor pencatatan : 000461857

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.

Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
Direktur Hak Cipta dan Desain Industri



Anggoro Dasananto
NIP. 196412081991031002

Disclaimer:

Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, Menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.

Untuk SMA/MA/ sederajat Kelas XI

MODUL

DEFORMASI ZAT PADAT

**MELALUI PEMBELAJARAN PEMODELAN FISIKA
UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN
BERPIKIR KREATIF**



**Pendidikan Fisika
Universitas Lambung Mangkurat**

Muhammad Arifuddin dan Andi Ichsan Mahardika

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan modul Deformasi Zat Padat ini tepat pada waktunya. Tak lupa shalawat dan salam penulis haturkan kepada junjungan kita nabi besar Muhammad SAW. Modul yang dikembangkan penulis merupakan modul yang dibuat menyesuaikan dengan kebutuhan bahan ajar dalam proses pembelajaran di sekolah. Penulis mengembangkan modul deformasi zat padat melalui pembelajaran pemodelan fisika untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik yang dapat menjadi salah satu alternatif dalam proses pembelajaran fisika di kelas, terutama untuk materi Deformasi Zat Padat.

Penulis menyadari bahwa modul deformasi zat padat yang dibuat masih mempunyai kekurangan. Oleh karena itu, penulis berharap pembaca berkenan menyampaikan kritik dan sarannya. Akhir kata, semoga modul ini dapat bermanfaat bagi sivitas akademika sekolah, pembaca dan pihak lainnya.





Banjarmasin, Maret 2023
Penyusun

DAFTAR ISI

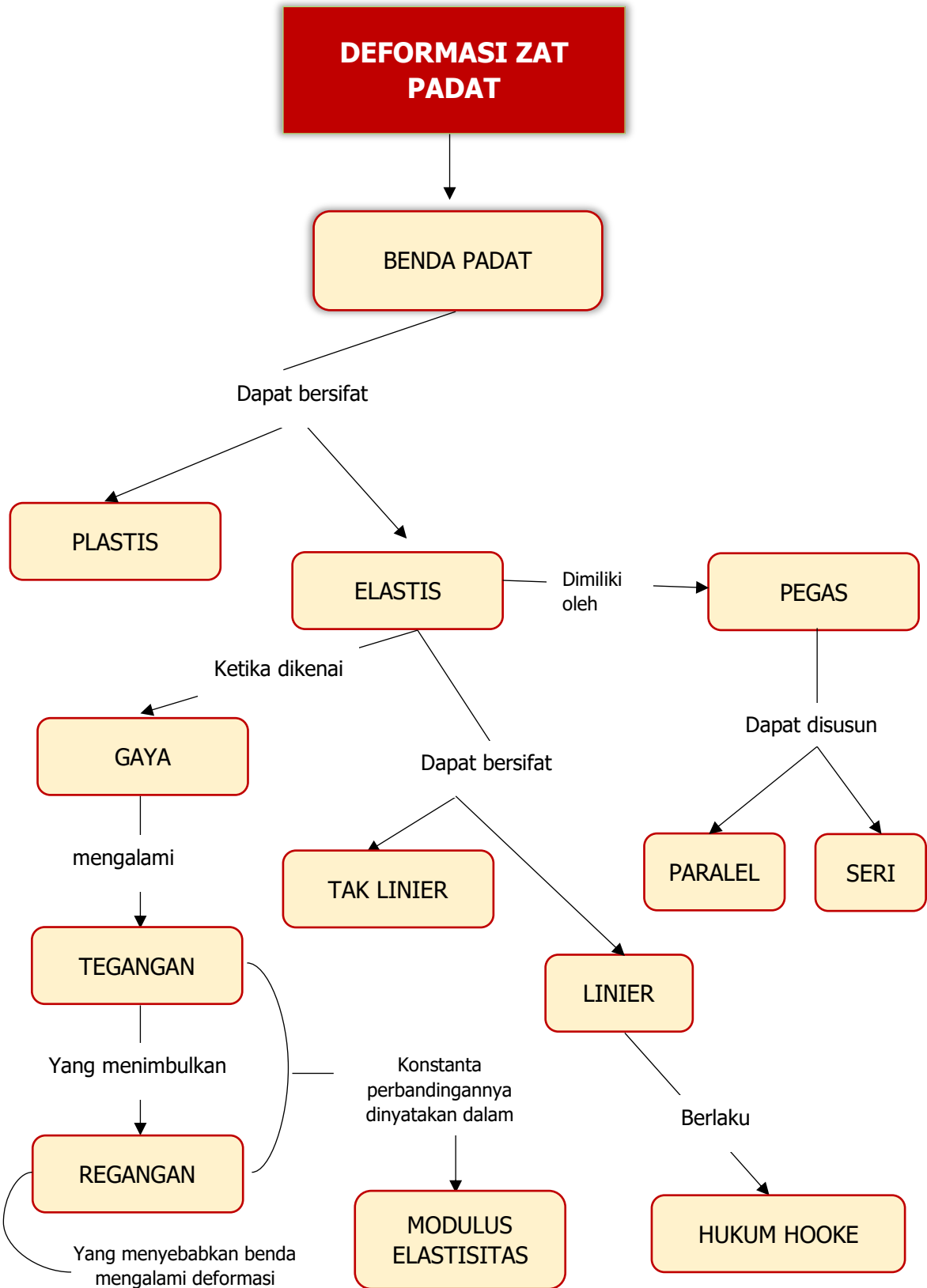
PRAKATA	i
DAFTAR ISI	ii
PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL	iii
PETA KONSEP	iv
KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF	v
PEMBELAJARAN PEMODELAN FISIKA	vi
DEFORMASI ZAT PADAT	1
PERTEMUAN 1: TEGANGAN, REGANGAN, & MODULUS ELASTISITAS	4
Fase 1: Pengajuan dan Identifikasi Masalah Fenomena Fisika	4
Fase 2: Pemberian Informasi Prasyarat	5
Fase 3: Pemodelan Fisika	6
Fase 4: Mencari Solusi	10
Fase 5: Evaluasi Proses dan Hasil	12
Assesmen Formatif 1	13
PERTEMUAN 2: HUKUM HOOKE	14
Fase 1: Pengajuan dan Identifikasi Masalah Fenomena Fisika	14
Fase 2: Pemberian Informasi Prasyarat	15
Fase 3: Pemodelan Fisika	15
Fase 4: Mencari Solusi	19
Fase 5: Evaluasi Proses dan Hasil	21
Assesmen Formatif 2	22
PERTEMUAN 3: RANGKAIAN PEGAS SERI DAN PARALEL	23
Fase 1: Pengajuan dan Identifikasi Masalah Fenomena Fisika	23
Fase 2: Pemberian Informasi Prasyarat	24
Fase 3: Pemodelan Fisika	24
Fase 4: Mencari Solusi	28
Fase 5: Evaluasi Proses dan Hasil	30
Assesmen Formatif 3	31
RANGKUMAN	32
KUNCI JAWABAN	33
DAFTAR PUSTAKA	34
GLOSARIUM	35
PROFIL PENULIS DAN PENYUSUN	36

PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL

Modul ini terdapat petunjuk penggunaan yang dapat memudahkan penggunaannya.

Gambar	Petunjuk	Keterangan
	Informasi Prasyarat	Berisi informasi yang Anda perlukan untuk mempelajari topik yang akan dipelajari.
...	Isian	Berisi rumus-rumus yang kurang lengkap sehingga Anda perlu mengisinya.
	Assesmen Formatif	Berisi soal yang dapat Anda kerjakan secara mandiri sebagai uji kompetensi pada topik yang dipelajari.
	Pojok Ilmuwan	Berisi informasi mengenai ilmuwan atau tokoh yang berperan penting dalam fisika.
	Additional Information	Berisi informasi tambahan mengenai sub bab yang dibahas

PETA KONSEP



KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF



1. Keterampilan berpikir kreatif adalah keterampilan menciptakan sesuatu yang baru ataupun berbeda serta memberi jalan keluar dalam menyelesaikan suatu persoalan.



2. Keterampilan berpikir kreatif merupakan salah satu keterampilan abad ke – 21 yang penting dan perlu diupayakan diperoleh melalui proses pembelajaran. Keterampilan berpikir kreatif termasuk dalam 4C yaitu *critical thinking & problem solving, collaboration, communication, and creativity & innovation*.



3. Keterampilan berpikir kreatif meliputi aspek:
 - Kelancaran (*fluency*)
Lancar mengungkapkan gagasan-gagasannya. Menjawab dengan sejumlah jawaban jika ada pertanyaan.
 - Keluwesan (*flexibility*)
Memberikan bermacam-macam penafsiran terhadap suatu gambar, cerita, atau masalah. Memikirkan berbagai cara yang berbeda untuk menyelesaikan masalah.
 - Keaslian (*originality*)
Mampu melahirkan ungkapan yang baru dan unik.

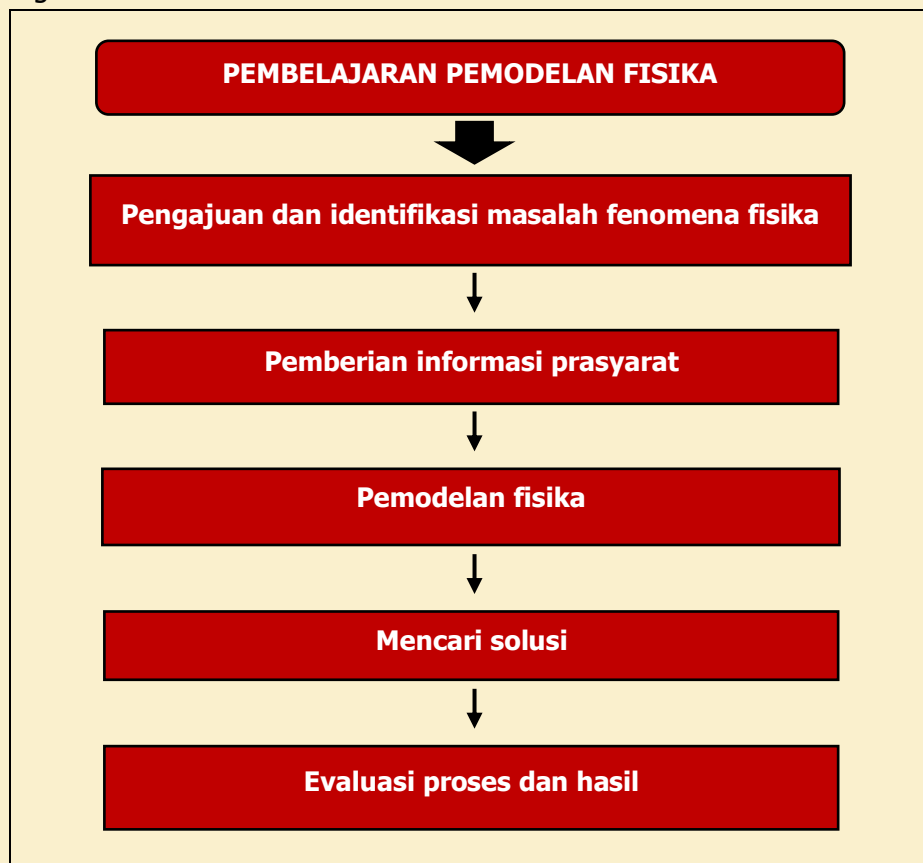
PEMBELAJARAN PEMODELAN FISIKA



1. Pembelajaran pemodelan fisika merupakan pembelajaran fisika dengan membuat model dari suatu fenomena fisika, kemudian dimodelkan dengan model gambar berdasarkan fenomena tersebut dan diturunkan model matematisnya menjadi rumus prediksi berdasarkan pengetahuan fisika yang telah diketahui sebelumnya.



2. Pembelajaran pemodelan fisika memiliki langkah-langkah pembelajaran sebagai berikut:



DEFORMASI ZAT PADAT



CAPAIAN PEMBELAJARAN

Pada akhir fase F, peserta didik mampu menerapkan konsep dinamika gerak partikel.

PROFIL PELAJAR PANCASILA

- Mandiri
- Kreatif
- Bergotong-royong



TUJUAN PEMBELAJARAN

Menganalisis konsep deformasi zat padat dan penerapannya pada berbagai fenomena fisika.

KRITERIA KETERCAPAIAN PEMBELAJARAN

1. 1 Peserta didik dapat menerapkan dan/atau menganalisis konsep tegangan, regangan dan/atau modulus elastisitas pada fenomena fisika.
1. 2 Peserta didik dapat menentukan dan/atau menganalisis hukum Hooke pada fenomena fisika.
1. 3 Peserta didik dapat menganalisis gaya, pertambahan panjang, dan/ atau konstanta pegas pada rangkaian susunan seri dan paralel.



PENDAHULUAN



Gambar 1. di samping menunjukkan seseorang yang sedang mengolah adonan kue. Adonan kue dapat diubah-ubah bentuknya sedemikian rupa disesuaikan dengan keinginan pembuatnya.



Gambar 1. Adonan Roti
Sumber: femina.co.id



Gambar 2. Plastisin Mainan
Sumber: hellosehat.com

Gambar 2. di samping menunjukkan anak-anak yang sedang bermain menggunakan plastisin (lilin mainan). Plastisin dapat dibentuk menjadi berbagai macam, misalnya bentuk bunga, bintang, bola-bola kecil, dan lain sebagainya.



Gambar 3. di samping menunjukkan beberapa anak yang sedang bermain ketapel. Ketapel merupakan salah satu permainan tradisional yang digunakan untuk membidik sesuatu. Ketapel menggunakan karet yang dapat memanjang sehingga benda yang akan dilemparkan dapat tepat sasaran. Karet yang digunakan dapat memanjang ataupun memendek sesuai dengan keinginan.



Gambar 3. Permainan Ketapel
Sumber: merahputih.com



Gambar 4. *Shock* Kendaraan Bermotor
Sumber: eandroidfisika.wordpress.com

Gambar 4. di samping menunjukkan *shock* pada kendaraan bermotor. Saat mengendarai sepeda motor melewati jalan berlubang atau jalan dengan permukaan tidak rata *shock* pada kendaraan akan mampat, kemudian ketika sudah berada di jalan yang rata *shock* akan kembali memanjang sehingga pengendara merasakan sedikit ayunan.

Perubahan bentuk yang dialami adonan roti, plastisin mainan, ketapel dan *shock* kendaraan bermotor adalah contoh dari deformasi. Deformasi dapat dikatakan sebagai perubahan bentuk, posisi, ataupun dimensi suatu materi/ zat dalam skala waktu serta ruang. Pada dasarnya semua benda yang ada di bumi dapat mengalami perubahan bentuk (deformasi) ketika diberikan sejumlah gaya. Benda dapat kembali ke bentuk semula saat gaya yang diberikan dihilangkan atau benda akan berubah ke bentuk baru atau bahkan rusak apabila diberikan gaya yang terlalu besar.

Benda yang dapat kembali ke bentuk semula setelah gaya dihilangkan disebut benda elastis, sedangkan benda yang tidak kembali ke bentuk semula setelah gaya dihilangkan disebut benda plastis. Adonan kue dan plastisin mainan merupakan contoh dari benda plastis. Sedangkan karet ketapel dan *shock* kendaraan bermotor merupakan contoh dari benda elastis. Apabila benda tegar diubah bentuknya melampaui batas elastisitas yang dimilikinya, maka benda tidak dapat kembali ke bentuk semula setelah gaya dihilangkan sehingga benda berubah bentuk secara permanen. Apabila perubahan bentuknya jauh melebihi batas elastisitas benda kemungkinan benda akan patah.

Benda yang mengalami perubahan bentuk (deformasi) karena diberi gaya akan mengalami berbagai fenomena. Untuk memahami lebih lanjut, ayo kita pelajari bab ini dengan sungguh-sungguh dan bersemangat!

Jangan lupa untuk selalu berdoa sebelum belajar, ya!



PERTEMUAN 1: TEGANGAN, REGANGAN, DAN MODULUS ELASTISITAS

Setelah mempelajari subbab ini, Anda diharapkan mampu:

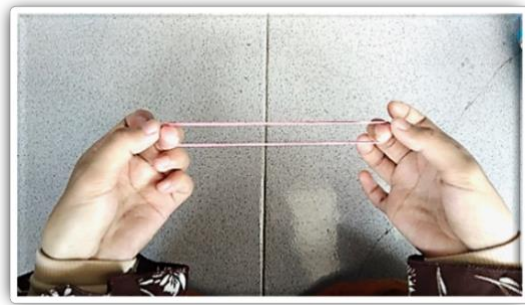
- 1.1 Peserta didik dapat menerapkan dan/atau menganalisis konsep tegangan, regangan dan/ atau modulus elastisitas pada persoalan fisika.

Fase 1 : Pengajuan dan Identifikasi Masalah Fenomena Fisika

Karet gelang merupakan benda yang sering kita temui dalam kehidupan sehari-hari. Karet gelang dapat digunakan untuk mengikat bungkus makanan, mengikat sayur yang dijual di pasar dan lain sebagainya. Karet gelang merupakan salah satu benda elastis. Perhatikan fenomena berikut! Apabila sebuah karet gelang ditarik dari kedua ujungnya, apa yang akan terjadi pada karet gelang tersebut? Kemudian apabila kita melepaskan tarikan pada karet gelang, apa yang akan terjadi pada karet gelang tersebut?



(a)



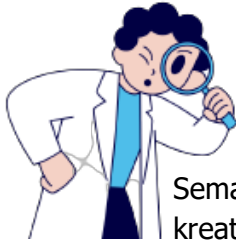
(b)



(c)

Gambar 5. (a) karet gelang sebelum diberikan gaya tarik. (b) karet gelang sesudah diberikan gaya tarik. (c) karet gelang sesudah dilepaskan

Sumber: dokumentasi pribadi



Ayo identifikasi fenomena fisis yang teramati!

Semakin banyak Anda menuliskan fenomena itu menunjukkan bahwa Anda kreatif dalam hal *kelancaran (fluency)*.

- Karet mengalami pertambahan panjang saat ditarik
-
-
-
-

Ayo buat pertanyaan ilmiah yang relevan/sesuai dengan fenomena fisis yang teramati!

Semakin banyak Anda menuliskan pertanyaan menunjukkan bahwa Anda kreatif dalam hal *kelancaran (fluency)*.



- Mengapa karet dapat bertambah panjang saat ditarik?
-
-
-
-

Fase 2 : Pemberian Informasi/ Pengetahuan Prasyarat



Informasi Prasyarat

- Gaya merupakan tarikan atau dorongan yang terjadi pada suatu benda.
- Gaya berat dapat diperoleh dengan mengalikan antara massa dengan percepatan gravitasi. Dapat dituliskan secara matematis sebagai berikut:

$$F = m.g$$

- Pertambahan panjang merupakan perubahan panjang dari suatu benda.
- Panjang awal merupakan panjang suatu benda sebelum diberikan gaya atau beban pada benda tersebut.
- Panjang akhir merupakan panjang suatu benda setelah diberikan gaya atau beban pada benda tersebut.
- Pertambahan panjang suatu benda dapat diperoleh dengan cara mengurangkan panjang akhir dengan panjang awal atau selisih antara panjang akhir dan panjang awal suatu benda. Dapat dituliskan secara matematis sebagai berikut:

$$\Delta l = l - l_0$$

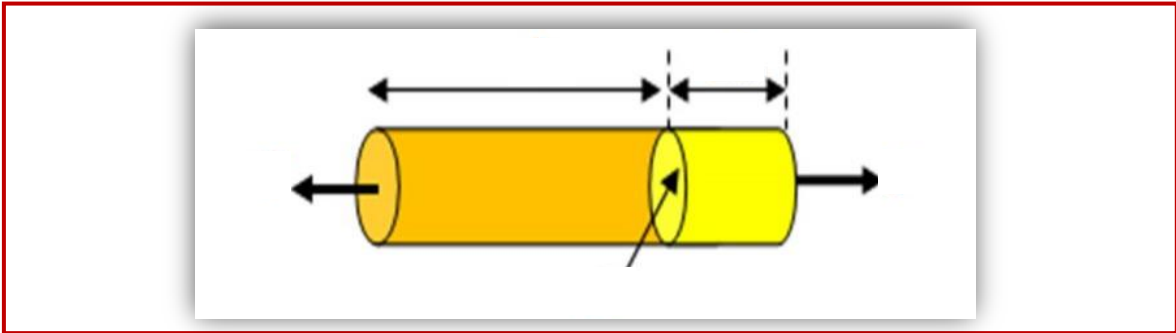
- Luas penampang merupakan luas permukaan suatu bidang atau suatu permukaan.

Fase 3 : Pemodelan Fisika

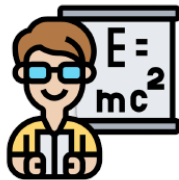


Pemodelan Fisis dalam Bentuk Gambar

Fenomena pada gambar 5. karet gelang dapat dimodelkan dalam bentuk gambar fisis. Lengkapi gambar 6. berikut dengan simbol-simbol fisis yang berpengaruh dalam peristiwa tegangan, regangan dan modulus elastisitas. Hal tersebut akan menunjukkan bahwa Anda berpikir kreatif dalam hal *keaslian (originality)*.



Gambar 6. Model gambar dari fenomena karet gelang yang diberi gaya tarik
 Sumber: adaptasi dari fisikakontekstuals.wordpress.com



Pemodelan Fisis dalam Bentuk Matematis

Berdasarkan gambar 6, dapat dirumuskan beberapa persamaan matematis antara lain tegangan, regangan dan Modulus elastisitas

Tegangan

Tegangan atau stress (σ) didefinisikan sebagai perbandingan antara gaya tarik yang bekerja pada sebuah benda (F) dengan luas penampang benda (A). Tegangan berbanding lurus dengan gaya tarik yang bekerja pada sebuah benda dan berbanding terbalik dengan luas penampangnya.

$$\text{tegangan} = \frac{\text{gaya}}{\text{luas}}$$

Atau secara model matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

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

Keterangan:

σ = tegangan (N/m²); F = gaya tarik (N); A = luas (m²)

Regangan

Regangan atau strain (e) didefinisikan sebagai perbandingan antara pertambahan panjang suatu benda (Δl) dengan panjang awal benda (l). Regangan berbanding lurus dengan pertambahan panjang dan berbanding terbalik dengan panjang awalnya.

$$\text{regangan} = \frac{\text{pertambahan panjang}}{\text{panjang awal}}$$

Atau model matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

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

Keterangan:

e = regangan

l_0 = panjang awal (m)

Δl = pertambahan panjang (m)

Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas atau modulus Young (E) didefinisikan sebagai perbandingan antara tegangan dengan regangan. Modulus elastisitas berbanding lurus dengan tegangan dan berbanding terbalik dengan regangan. Semakin kecil nilai modulus elastisitas semakin mudah suatu benda untuk ditarik.

$$\text{modulus elastisitas} = \frac{\text{tegangan}}{\text{regangan}}$$

Atau model matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$E = \frac{\sigma}{e}$$

Atau

$$E = \frac{F/A}{\Delta l/l_0}$$

$$E = \frac{F \cdot l_0}{A \cdot \Delta l}$$

Keterangan:

E = modulus elastisitas (N/m²); σ = tegangan (N/m²); e = regangan

Tabel 1. Modulus elastisitas beberapa zat

Zat	Modulus elastisitas (N/m ²)	Zat	Modulus elastisitas (N/m ²)
Besi	1,0 x 10 ¹¹	Beton	2,0 x 10 ¹⁰
Baja	2,0 x 10 ¹¹	Batu bara	14 x 10 ⁹
Aluminium	7,0 x 10 ¹⁰	Marmar	5,0 x 10 ¹⁰
Tembaga	11 x 10 ¹⁰	Kawat	9,0 x 10 ¹⁰



POJOK ILMUWAN

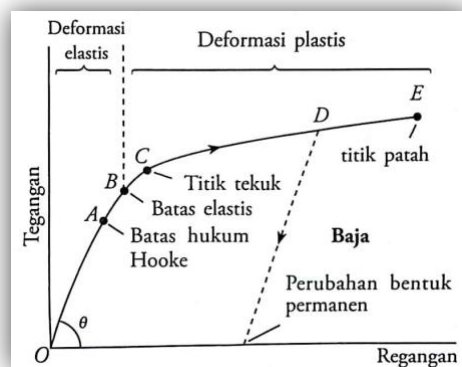


Thomas Young lahir di Inggris pada 13 Juni 1773. Beliau merupakan fisikawan yang memperkenalkan Modulus Young atau dikenal juga sebagai modulus elastisitas yang mendeskripsikan tentang karakterisasi elastisitas sebuah benda.



Additional information

Pada dasarnya benda elastis akan berubah ke bentuk awalnya apabila gaya yang diberikan kepadanya dihilangkan. Akan tetapi, ketika benda elastis diberi gaya melebihi batas elastisitasnya, maka benda tersebut akan berubah menjadi benda plastis. Sehingga ketika gaya dihilangkan, maka benda tersebut tidak akan kembali ke bentuk awal, melainkan mengalami deformasi yang permanen. Perhatikan grafik berikut!



Gambar 7. Grafik tegangan terhadap regangan

Berdasarkan grafik di samping, dapat diketahui beberapa titik yang menunjukkan sifat benda. Titik A adalah batas Hukum Hooke, benda pada titik ini mengalami deformasi elastis yang artinya apabila tegangan dihilangkan maka benda akan kembali ke bentuk awal. Titik B adalah batas elastisitas benda, apabila benda melewati titik itu maka akan mengalami deformasi plastis yang artinya benda tidak akan kembali ke bentuk awalnya setelah tegangan dihilangkan. Titik C adalah titik tekuk, apabila benda melewati titik itu maka diperlukan sedikit gaya tarik untuk menghasilkan pertambahan panjang yang besar, tegangan paling besar atau tegangan maksimum dapat diberikan tepat sebelum kawat patah. Titik D adalah titik patah, benda akan patah apabila tegangan yang diberikan mencapai titik tersebut.

Contoh Soal

Sebuah beban 30 N digantungkan pada kawat dengan panjang 5 m dan luas penampangnya $1 \times 10^{-6} \text{ m}^2$ sehingga menghasilkan pertambahan panjang 0,2 mm. Hitunglah:

- Tegangan
- Regangan
- Modulus elastisitas

Penyelesaian

Diketahui : $F = 30 \text{ N}$
 $l_0 = 5 \text{ m}$
 $\Delta l = 0,2 \text{ mm} = 0,2 \times 10^{-3} \text{ m}$
 $A = 1 \times 10^{-6} \text{ m}^2$

Ditanya : a. $\sigma = \dots?$
b. $e = \dots?$
c. $E = \dots?$

Jawab :

- Tegangan (σ)

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{30 \text{ N}}{1 \times 10^{-6} \text{ m}^2} = 30 \times 10^6 \text{ N/m}^2 = 3,0 \times 10^7 \text{ N/m}^2$$

- Regangan (e)

$$e = \frac{\Delta l}{l} = \frac{0,2 \times 10^{-3} \text{ m}}{5 \text{ m}} = 0,04 \times 10^{-3} = 4,0 \times 10^{-5}$$

- Modulus elastisitas (E)

$$E = \frac{\sigma}{e} = \frac{3,0 \times 10^7 \text{ N/m}^2}{4,0 \times 10^{-5}} = 0,75 \times 10^{12} \text{ N/m}^2 = 7,5 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$$



Pemodelan Fisis dalam Bentuk Eksperimen/ Percobaan Sederhana

Untuk menguji secara empiris rumus yang diperoleh, maka dapat dilakukan percobaan sederhana.

Ayo lakukan percobaan dengan bersemangat!

Tujuan

Menentukan nilai tegangan, regangan, dan modulus elastisitas.

Alat dan Bahan

- | | | |
|----|-----------------|-----------------------------|
| 1) | Pegas | : 1 buah |
| 2) | Beban gantung | : 3 buah |
| 3) | Mistar | : 1 buah |
| 4) | Statif dan klem | : 1 set |
| 5) | Neraca digital | : 1 buah (atau Neraca lain) |

Prosedur

1. Siapkan alat dan bahan yang diperlukan.
2. Susun statif dan klem.
3. Ukur panjang awal pegas tanpa diberi beban, kemudian catat dalam tabel pengamatan
4. Gantungkan beban bermassa m pada ujung pegas.
5. Ukur panjang pegas setelah diberi beban kemudian catat pada tabel pengamatan.
6. Ulangi langkah 4 – 5 dengan mengubah massa beban sebanyak 3 kali.
7. Hitung tegangan, regangan, dan modulus Young berdasarkan data yang diperoleh.
8. Buatlah kesimpulan berdasarkan data yang diperoleh.

Fase 4 : Mencari Solusi

Setelah menentukan tujuan, alat/bahan dan prosedur percobaan maka lakukanlah percobaan untuk memperoleh data, kemudian bahas data yang diperoleh!

Data

Silahkan Anda catat hasil pengamatan yang sudah dilakukan pada tabel berikut ini!

Tabel 2. Hasil Pengamatan

$$g = 10\text{m/s}^2$$

No	Massa m (kg)	Gaya F (N)	Panjang pegas (m)		Perubahan panjang pegas Δl (m)	Tegangan σ (N/m ²)	Regangan e	Modulus elastisitas E (N/m ²)
			Awal l_0	Akhir l				
1								
2								
3								

Pembahasan

1. Gaya apa yang dimiliki beban?
.....
2. Apa yang terjadi pada pegas saat Anda menggantungkan beban pada pegas?
.....
3. Apa yang terjadi pada pegas saat Anda melepaskan beban dari pegas?
.....
4. Apakah panjang akhir pegas serta pertambahan panjang pegas sama setelah diberi beban dengan massa yang berbeda? Jika tidak, beban manakah yang membuat pertambahan panjang pegas lebih besar?
.....
.....
5. Bagaimana tegangan dan regangan yang dialami pegas?
.....

.....
6. Berdasarkan percobaan yang telah Anda lakukan, apa yang Anda pahami tentang modulus elastisitas?

.....
.....

7. Buatlah grafik hubungan antara tegangan dan regangan berdasarkan percobaan yang telah Anda lakukan!

Kesimpulan

Berdasarkan data dan pembahasan di atas, buatlah kesimpulannya!

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Soal Pemantapan

Selesaikan soal pemantapan dengan menggunakan lebih dari 1 cara (jika bisa). Ketika Anda dapat menyelesaikan hal tersebut, Anda kreatif dalam hal *keluwesan (flexibility)*.

Sebuah kawat luas penampangnya 5 mm^2 , kemudian diregangkan oleh gaya sebesar 3,5 N sehingga mengalami pertambahan panjang sebesar 0,05 cm. Jika panjang kawat mula-mula adalah 100 cm, tentukan maka modulus elastisitas kawat tersebut!

Fase 5 : Evaluasi Proses dan Hasil

Koreksian Proses/Hasil Berdasarkan Pembahasan

Perhatikan pembahasan proses pembelajaran sampai dengan jawaban soal pemantapan. Apabila terdapat perbedaan tuliskan koreksiannya.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Simpulan Akhir

Tuliskan simpulan akhir yang Anda peroleh dari proses pembelajaran yang telah dilakukan hari ini!

.....

.....

.....

.....

.....

.....



Assesmen Formatif 1

1. Suatu kawat baja memiliki luas penampang $1,5 \text{ mm}^2$ serta panjangnya 3 m. Kawat baja tersebut digantungkan pada suatu titik bermassa dan diberikan gaya 50 N pada ujung kawatnya. Jika Modulus elastisitas kawat baja adalah $200 \times 10^9 \text{ N/m}^2$ dan diasumsikan bahwa batas proporsionalitas kawat tidak terlampaui, maka tentukan perpanjangan kawat!
2. Seutas kawat memiliki panjang 1 m dan luas penampang 4 mm^2 , ditarik oleh gaya sebesar 20 N. Jika panjang kawat bertambah menjadi 1,04 m, maka tentukan :
 - a. Tegangan
 - b. Regangan
 - c. Modulus elastisitas

"Keberhasilan bukanlah milik orang yang pintar. Keberhasilan adalah kepunyaan mereka yang senantiasa berusaha."

~B. J. Habibie~

PERTEMUAN 2: HUKUM HOOKE

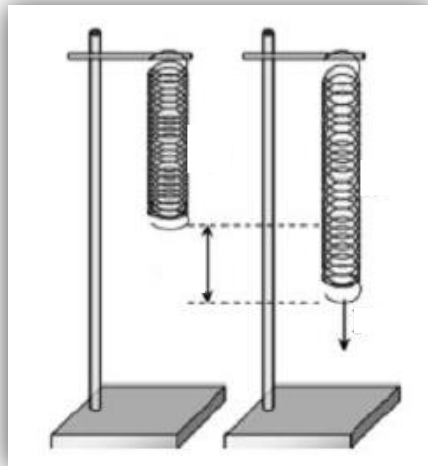
Setelah mempelajari subbab ini, Anda diharapkan mampu:

- 1.2 Peserta didik dapat menentukan dan/atau menganalisis hukum Hooke pada fenomena fisika.

Fase 1 : Pengajuan dan Identifikasi Masalah Fenomena Fisika

Pernahkah Anda melihat pegas? Apabila terdapat sebuah pegas digantungkan pada statif dan klem, kemudian ujung pegas tersebut digantungkan sebuah beban atau diberikan sebuah gaya, apa yang akan terjadi pada pegas tersebut?

Perhatikan fenomena berikut!



Gambar 8. Fenomena pegas yang diberikan gaya
Sumber: adaptasi dari introspeksiku.blogspot.com



Ayo identifikasi fenomena fisis yang teramati!

Semakin banyak Anda menuliskan fenomena yang teramati pada gambar 8. itu menunjukkan bahwa Anda kreatif dalam hal *kelancaran (fluency)*.

.....

.....

.....

.....

.....

Ayo buat pertanyaan ilmiah yang relevan/sesuai dengan Fenomena fisis yang teramati!

Semakin banyak Anda menuliskan pertanyaan menunjukkan bahwa Anda kreatif dalam hal *kelancaran (fluency)*.



.....

.....

.....

.....

.....

Fase 2 : Pemberian Informasi/ Pengetahuan Prasyarat



Informasi Prasyarat

- Sebelum melanjutkan ke subbab hukum Hooke dan energi potensial pegas, Anda harus memahami sub materi sebelumnya yaitu tegangan, regangan dan modulus elastisitas. Hukum Hooke sangat berkaitan dengan sub materi tersebut.
- Gaya yang menyebabkan benda bertambah panjang pada fenomena fase 1 adalah gaya berat yang dipengaruhi oleh percepatan gravitasi sehingga dapat diperoleh dengan mengalikan massa dengan percepatan gravitasi.
- Dalam fenomena pada fase 1, pegas mengalami gaya pemulih. Gaya pemulih menyebabkan suatu benda (dalam hal ini pegas) cenderung pulih atau kembali ke bentuk semula. Besar gaya pemulih yang dilakukan pegas dapat dinyatakan dengan hukum Hooke.
- Konstanta pegas/ tetapan pegas merupakan besaran fisis yang menentukan tingkat kekakuan pegas.

Fase 3 : Pemodelan Fisika



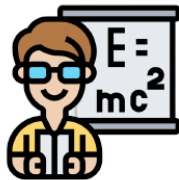
Pemodelan Fisis dalam Bentuk Gambar

Fenomena pada gambar 8. pegas yang diberikan gaya dapat dimodelkan dalam bentuk gambar fisis. Silakan Anda menggambar ulang fenomena pada fase 1, kemudian lengkapi gambar dengan simbol-simbol fisis yang berpengaruh dalam peristiwa pegas tersebut dan

berhubungan dengan hukum Hooke. Hal tersebut akan menunjukkan bahwa Anda berpikir kreatif dalam hal **keaslian (*originality*)**.



Gambar 9. Model gambar dari fenomena dari pegas yang diberi beban



Pemodelan Fisis dalam Bentuk Matematis

Berdasarkan gambar 5, dapat dirumuskan beberapa persamaan matematis antara lain hukum Hooke dan energi potensial pegas.

Hukum Hooke

Hukum Hooke yang dinyatakan oleh Robert Hooke berbunyi:

“Jika gaya tarik tidak melampaui batas elastisitas pegas, maka pertambahan panjang pegas akan berbanding lurus dengan gaya tariknya.”

Sehingga secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$F = \dots$$

Keterangan:

F = gaya tarik (N)

k = konstanta pegas/ tetapan pegas (N/m)

Δx = pertambahan panjang pegas (m)

Selanjutnya, untuk mencari nilai dari konstanta pegas dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$k = \frac{F}{\Delta x} = \dots$$

atau

$$E = \frac{Fl_o}{A\Delta l}$$

$$F = E \frac{A\Delta l}{l_o}$$

$$k\Delta l = E \frac{A\Delta l}{l_0}$$

$$k = \frac{\dots}{\dots}$$

Keterangan:

m = massa (kg)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

$\Delta l = \Delta x$ = pertambahan panjang (m)

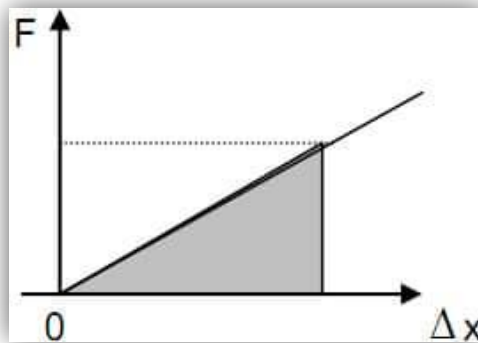
l_0 = panjang pegas awal (m)

E = modulus elastisitas bahan (N/m^2)

A = luas penampang (m^2)

Energi Potensial Pegas

Energi potensial pegas dapat didefinisikan sebagai usaha yang dilakukan oleh gaya tarik pegas (F) selama pegas meregang atau memanjang sejauh x .



Gambar 10. Energi potensial pegas

Secara matematis, energi potensial pegas dapat dirumuskan dengan luas segitiga yang diarsir sehingga dapat ditulis sebagai berikut:

E_p = luas segitiga yang diarsir

$$E_p = \frac{1}{2} \dots \dots \dots$$

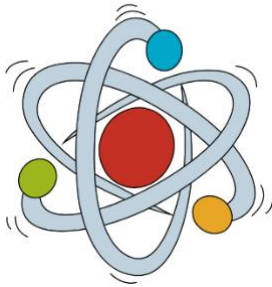
Atau ubah F menjadi $k\Delta x$, sehingga menjadi:

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

$$E_p = \frac{1}{2} \dots \dots \dots$$

Keterangan:

E_p = energi potensial pegas (joule)



POJOK ILMUWAN



Robert Hooke lahir di Inggris pada 18 Juli 1635. Beliau merupakan seorang penemu, ahli kimia dan matematika, arsitek, dan juga filsuf. Beliau mengemukakan pernyataan yang dikenal dengan Hukum Hooke.

Contoh Soal

Seorang pelajar yang massanya 55 kg bergantung pada ujung sebuah pegas, sehingga pegas mengalami pertambahan panjang sebesar 10 cm. Tentukan nilai konstanta pegas dan energi potensial pegasnya! (nyatakan dalam satuan SI)

Penyelesaian

Diketahui : $m = 55 \text{ kg}$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$\Delta x = 10 \text{ cm} = 10 \times 10^{-2} \text{ m} = 1,0 \times 10^{-1} \text{ m}$$

Ditanya : $k = \dots ?$

$$E_p = \dots ?$$

Jawab :

Kita dapat menghitung konstanta pegas dengan menggunakan hukum Hooke dimana:

$$F = k\Delta x$$

$$k = \frac{F}{\Delta x} = \frac{mg}{\Delta x}$$

Sehingga

$$k = \frac{(55 \text{ kg})(10 \text{ m/s}^2)}{1,0 \times 10^{-1} \text{ m}} = \frac{550 \text{ N}}{1,0 \times 10^{-1} \text{ m}} = 550 \times 10^1 \text{ N/m} = 5.500 \text{ N/m}$$

Selanjutnya untuk mencari energi potensial pegas dapat menggunakan persamaan:

$$\begin{aligned} E_p &= \frac{1}{2} k \Delta x^2 = \frac{1}{2} (5.500 \text{ N/m})(1,0 \times 10^{-1} \text{ m})^2 = \frac{1}{2} (5.500 \text{ N/m})(1 \times 10^{-2} \text{ m}^2) \\ &= \frac{1}{2} (55 \times 10^2 \text{ N/m})(1 \times 10^{-2} \text{ m}^2) = 27,5 \text{ Nm} = 27,5 \text{ Joule} \end{aligned}$$



Pemodelan Fisis dalam Bentuk Eksperimen/ Percobaan Sederhana

Untuk menguji secara empiris rumus yang diperoleh, maka dapat dilakukan percobaan sederhana.

Ayo lakukan percobaan dengan bersemangat!

Tujuan

Menentukan nilai pertambahan panjang pegas serta nilai konstanta pegas.

Alat dan Bahan

- 1) Pegas : 1 buah
- 2) Beban gantung : 3 buah
- 3) Mistar : 1 buah
- 4) Statif dan klem : 1 set
- 5) Neraca digital : 1 buah (atau Neraca lain)

Prosedur

Rancanglah prosedur yang akan dilakukan untuk menguji rumus secara empiris berdasarkan alat dan bahan yang disediakan.

Fase 4 : Mencari Solusi

Setelah menentukan tujuan, alat/bahan dan prosedur percobaan maka lakukanlah percobaan untuk memperoleh data, kemudian bahas data yang diperoleh!

Data

Tabel 3. Hasil Pengamatan

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

No.	Massa m (kg)	Gaya F (N)	Panjang pegas (m)		Perubahan panjang pegas Δl (m)	Konstanta pegas k (N/m)
			Awal l_0	Akhir l		
1						
2						
3						

Pembahasan

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Kesimpulan

Berdasarkan data dan pembahasan di atas, buatlah kesimpulannya!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Soal Pemantapan

Selesaikan soal pemantapan dengan menggunakan lebih dari 1 cara (jika bisa). Ketika Anda dapat menyelesaikan hal tersebut, Anda kreatif dalam hal *keluwesan (flexibility)*.

Sebuah pegas yang tergantung tanpa beban memiliki panjang 20 cm. Jika ujung bawah pegas bebas digantungi beban 100 g, panjang pegasnya menjadi 24 cm. Jika ujung bawah pegas bebas digantungi beban 150 g, maka berapa panjang pegas dan energi potensial pegasnya?

.....

Fase 5 : Evaluasi Proses dan Hasil

Koreksian Proses/Hasil Berdasarkan Pembahasan

Perhatikan pembahasan proses pembelajaran sampai dengan jawaban soal pemantapan. Apabila terdapat perbedaan tuliskan koreksiannya.

.....

.....

.....

.....

.....

Simpulan

Tuliskan simpulan akhir yang Anda peroleh dari proses pembelajaran yang telah dilakukan hari ini!

.....

.....

.....

.....

.....

.....



Assesmen Formatif 2

1. Sebuah pegas yang tergantung tanpa beban memiliki panjang 40 cm. Jika ujung bawah pegas bebas digantungi beban 100 g, panjang pegasnya menjadi 44 cm. Jika ujung bawah pegas bebas digantungi beban 200 g, maka berapa panjang pegas dan energi potensial pegasnya?
2. Terdapat beberapa pegas dengan hasil pengujian sebagai berikut.

	Pegas A	Pegas B	Pegas C	Pegas D	Pegas E
Berat beban yang digantung	2,0 N	2,5 N	3,0 N	2,0 N	2,5 N
Perubahan panjang	5,0 cm	5,0 cm	5,0 cm	8,0 cm	4,0 cm

Berdasarkan hasil di atas, tentukan pegas yang paling kaku! (memiliki nilai k terbesar)

“Usaha tanpa doa adalah sombong, dan doa tanpa usaha adalah sia-sia. Maka tetap semangat belajar dan berusaha demi menggapai cita-cita, jangan pernah lupa berdoa untuk setiap perjalanannya.”

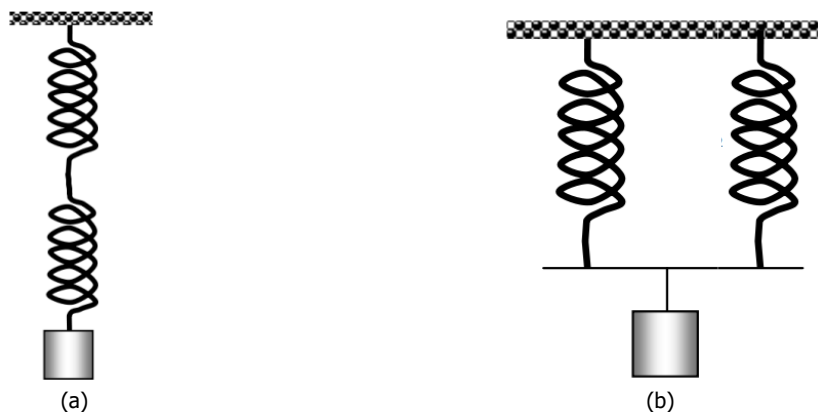
PERTEMUAN 3: RANGKAIAN PEGAS SERI DAN PARALEL

Setelah mempelajari subbab ini, Anda diharapkan mampu:

- 1.3 Peserta didik dapat menganalisis gaya, pertambahan panjang, dan/ atau konstanta pegas pada rangkaian susunan seri dan paralel

Fase 1 : Pengajuan dan Identifikasi Masalah Fenomena Fisika

Pegas dapat disusun secara seri dan paralel. Pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari misalnya terdapat pada pembuatan *spring bed*, bolpoin, ketapel dan masih banyak lagi. Penyusunan seri dan paralel disesuaikan dengan kebutuhan. Perhatikan fenomena berikut! Bagaimana perubahan panjang pegas saat disusun secara seri dan paralel saat digantungi beban? Manakah yang lebih besar perubahan panjangnya?



Gambar 11. (a) Susunan pegas secara seri. (b) susunan pegas secara paralel
Sumber: adaptasi dari eandroidfisika.wordpress.com



Ayo identifikasi fenomena fisis yang teramati!

Semakin banyak Anda menuliskan fenomena itu menunjukkan bahwa Anda kreatif dalam hal *kelancaran (fluency)*.

.....

.....

.....

.....

.....

.....



Ayo buat pertanyaan ilmiah yang relevan/ sesuai dengan fenomena fisis yang teramati!

Semakin banyak Anda menuliskan pertanyaan menunjukkan bahwa Anda kreatif dalam hal *kelancaran (fluency)*.

.....

.....

.....

.....

.....

Fase 2 : Pemberian Informasi/ Pengetahuan Prasyarat



Informasi Prasyarat

- Untuk mempelajari subbab ini, Anda harus menguasai materi pada subbab sebelumnya sehingga Anda mengetahui tentang gaya tarik, penambahan panjang, dan konstanta pegas/ tetapan pegas.
- Pegas dapat disusun/dirangkai secara seri dan paralel atau gabungan dari keduanya.
- Susunan pegas akan mendapatkan pegas pengganti dengan konstanta yang dibutuhkan.
- Susunan seri bertujuan untuk memperkecil konstanta pegas sehingga penambahan panjang yang dialami oleh sistem pegas akan lebih besar. Susunan pegas seri yaitu pegas berada di bawah pegas sebelumnya.
- Susunan paralel bertujuan untuk memperbesar konstanta pegas sehingga penambahan panjang yang dialami oleh sistem pegas akan lebih kecil. Susunan pegas paralel yaitu pegas berada di samping pegas sebelumnya.

Fase 3 : Pemodelan Fisika



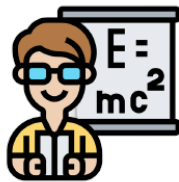
Pemodelan Fisis dalam Bentuk Gambar

Fenomena pada gambar 11. susunan pegas seri dan paralel dapat dimodelkan dalam bentuk gambar fisis. Silakan Anda menggambar ulang fenomena pada fase 1, kemudian lengkapi gambar dengan simbol-simbol fisis yang berpengaruh dalam peristiwa pegas yang

disusun secara seri dan paralel. Hal tersebut akan menunjukkan bahwa Anda berpikir kreatif dalam hal *keaslian (originality)*.



Gambar 12. Model gambar dari fenomena fisis pada susunan pegas



Pemodelan Fisis dalam Bentuk Matematis

Berdasarkan gambar 12, dapat dirumuskan beberapa persamaan matematis untuk susunan pegas seri dan paralel.

Susunan Seri

Berdasarkan gambar 12 di atas, dapat diketahui bahwa susunan seri memiliki beberapa prinsip yaitu sebagai berikut:

- Gaya tarik yang dialami tiap pegas sama besarnya dan gaya tariknya sama dengan gaya tarik yang dialami pegas pengganti. Sehingga dapat dirumuskan secara matematis sebagai berikut:

$$F = \dots = \dots = \dots$$

- Pertambahan panjang pegas pengganti untuk susunan seri x , besarnya sama dengan total pertambahan panjang tiap-tiap pegas yang tersusun. Sehingga dapat dirumuskan secara matematis sebagai berikut:

$$\Delta x = \dots + \dots + \dots$$

- Kebalikan konstanta pegas pengganti sama dengan total kebalikan dari tiap-tiap pegas yang tersusun.
Diketahui bahwa:

$$F = k_s \Delta x ; F_1 = k_1 \Delta x_1 ; F_2 = k_2 \Delta x_2$$

$$\Delta x = \frac{F}{k_s} ; \Delta x_1 = \frac{F_1}{k_1} ; \Delta x_2 = \frac{F_2}{k_2}$$

Sehingga dapat dirumuskan bahwa:

$$x = x_1 + x_2 + \dots$$
$$\frac{F}{k_s} = \frac{F_1}{k_1} + \frac{F_2}{k_2} + \dots$$

$$\frac{1}{k_s} = \frac{1}{\dots} + \frac{1}{\dots} + \dots$$

Susunan Paralel

Berdasarkan gambar di atas, dapat diketahui bahwa susunan pegas paralel memiliki beberapa prinsip yaitu sebagai berikut:

- Gaya tarik pegas pengganti F nilainya sama dengan total gaya tarik pada tiap pegas yang disusun. Sehingga dapat dirumuskan secara matematis sebagai berikut:

$$F = \dots + \dots + \dots$$

- Pertambahan panjang pegas tiap pegas sama besar dan pertambahan panjangnya sama dengan pertambahan panjang yang dialami pegas pengganti. Sehingga dapat dirumuskan secara matematis sebagai berikut:

$$\Delta x = \dots = \dots = \dots$$

- Konstanta pegas pengganti paralel nilainya sama dengan total dari konstanta pegas masing-masing pegas yang tersusun. Sehingga dapat dirumuskan secara matematis sebagai berikut:

$$k_p = \dots + \dots + \dots$$

Contoh Soal

Tiga pegas identik mempunyai konstanta pegas 100 N/m yang digantungi beban dengan massa 3kg. Tentukan:

- a. Pertambahan panjang pegas jika pegas disusun seri
- b. Pertambahan panjang pegas jika pegas disusun paralel

Penyelesaian

Diketahui : $k_1 = k_2 = k_3 = 100 \text{ N/m}$
 $m = 3 \text{ kg}$
 $g = 10 \text{ m/s}^2$

Ditanya : a. $\Delta x_{\text{seri}} = \dots ?$
b. $\Delta x_{\text{paralel}} = \dots ?$

Jawab :

- a. Pertambahan panjang pegas jika pegas disusun seri

Konstanta pegas pengganti seri

$$\frac{1}{k_s} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \frac{1}{k_3} = \frac{1}{100 \text{ N/m}} + \frac{1}{100 \text{ N/m}} + \frac{1}{100 \text{ N/m}} = \frac{3}{100 \text{ N/m}}$$

$$k_s = \frac{100}{3} \text{ N/m}$$

Pertambahan panjang pegas

$$F = k\Delta x$$

$$\Delta x = \frac{F}{k} = \frac{mg}{k} = \frac{(3 \text{ kg})(10 \text{ m/s}^2)}{\frac{100}{3} \text{ N/m}} = \frac{30 \text{ N}}{\frac{100}{3} \text{ N/m}} = \frac{90 \text{ N m}}{100 \text{ N}} = 0,9 \text{ m}$$

b. Pertambahan panjang pegas jika pegas disusun paralel

Konstanta pegas pengganti paralel

$$k_p = k_1 + k_2 + k_3 = \frac{100 \text{ N}}{\text{m}} + \frac{100 \text{ N}}{\text{m}} + 100 \text{ N/m} = 300 \text{ N/m}$$

Pertambahan panjang pegas

$$F = k\Delta x$$

$$\Delta x = \frac{F}{k} = \frac{mg}{k} = \frac{(3 \text{ kg})(10 \text{ m/s}^2)}{300 \text{ N/m}} = \frac{30 \text{ N}}{300 \text{ N/m}} = 0,1 \text{ m}$$



Pemodelan Fisis dalam Bentuk Eksperimen/ Percobaan Sederhana

Untuk menguji secara empiris rumus yang diperoleh, maka dapat dilakukan percobaan sederhana.

Ayo lakukan percobaan dengan bersemangat!

Tujuan

Menentukan nilai konstanta pegas pada susunan seri dan paralel.

Alat dan Bahan

- | | | |
|----|-----------------|-----------------------------|
| 1) | Pegas | : 2 buah |
| 2) | Beban gantung | : 2 buah |
| 3) | Mistar | : 1 buah |
| 4) | Statif dan klem | : 1 set |
| 5) | Neraca digital | : 1 buah (atau Neraca lain) |

Prosedur

Rancanglah prosedur yang akan dilakukan untuk menguji rumus secara empiris berdasarkan alat dan bahan yang disediakan.



Fase 4 : Mencari Solusi

Setelah menentukan tujuan, alat/bahan dan prosedur percobaan maka lakukanlah percobaan untuk memperoleh data, kemudian bahas data yang diperoleh!

Data

Tabel 4. Hasil Pengamatan Susunan Pegas Seri

$$g = 10 \text{ m/s}^2; l_{o1} = \dots; l_{o2} = \dots$$

No.	Massa beban (kg)	Pegas 1			Pegas 2			Panjang keseluruhan pegas (m)	Gaya tarik (N)	Konstanta susunan pegas
		l (m)	Δl (m)	k	l (m)	Δl (m)	k			
1										
2										

Tabel 5. Hasil Pengamatan Susunan Pegas Paralel

$$g = 10 \text{ m/s}^2; l_{o1} = \dots; l_{o2} = \dots$$

No.	Massa beban (kg)	Pegas 1			Pegas 2			Panjang keseluruhan pegas (m)	Gaya tarik (N)	Konstanta susunan pegas
		l (m)	Δl (m)	k	l (m)	Δl (m)	k			
1										
2										

Pembahasan

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....
.....

Kesimpulan

Berdasarkan data dan pembahasan di atas, buatlah kesimpulannya!

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Soal Pemantapan

Selesaikan soal pemantapan dengan menggunakan lebih dari 1 cara (jika bisa). Ketika Anda dapat menyelesaikan hal tersebut, Anda kreatif dalam hal *keluwesan (flexibility)*.

Dua buah pegas dengan tetapan pegas 100 N/m dan 300 N/m dan digantungkan beban dengan massa 4 kg. Hitunglah:

- Pertambahan panjang pegas yang disusun seri
- Pertambahan panjang pegas yang disusun paralel

Fase 5 : Evaluasi Proses dan Hasil

Koreksian Proses/Hasil Berdasarkan Pembahasan

Perhatikan pembahasan proses pembelajaran sampai dengan jawaban soal pemantapan. Apabila terdapat perbedaan tuliskan koreksiannya.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Simpulan

Tuliskan simpulan akhir yang Anda peroleh dari proses pembelajaran yang telah dilakukan hari ini!

.....

.....

.....

.....

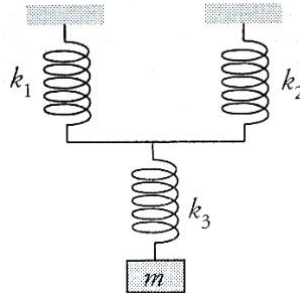
.....

.....



Assesmen Formatif 3

1. Tiga buah pegas dengan masing-masing konstanta pegas berturut-turut sebesar 100 N/m, 100 N/m dan 200 N/m disusun seperti gambar berikut.



Apabila rangkaian tersebut digantungkan beban dengan massa 4 kg, tentukan pertambahan panjang pegas!

2. Tentukan nilai konstanta pegas gabungan yang terdiri dari empat buah pegas dengan konstanta masing-masing 200 N/m apabila dirangkai seri dan paralel! (gambarkan juga fenomenanya)

“Man Jadda Wajada, barangsiapa yang bersungguh-sungguh pasti akan berhasil.
Karena sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan.
Jangan pernah menyerah!”

RANGKUMAN



- Deformasi zat padat merupakan perubahan bentuk zat padat.
- Elastisitas adalah kemampuan suatu benda untuk kembali ke bentuk awalnya segera setelah gaya luar yang diberikan kepada benda dihilangkan. Benda elastis merupakan benda yang segera kembali ke bentuk awalnya setelah gaya luar dihilangkan. Contoh benda elastis adalah karet, pegas, dan lain sebagainya.
- Plastis adalah benda yang tidak segera kembali ke bentuk awalnya setelah gaya luar dihilangkan. Contoh benda plastis adalah tanah liat, lilin mainan, adonan kue, dan lain sebagainya.
- Tegangan atau stress (σ) didefinisikan sebagai perbandingan antara gaya tarik yang bekerja pada sebuah benda (F) dengan luas penampang benda (A).
- Regangan atau strain (e) didefinisikan sebagai perbandingan antara pertambahan panjang suatu benda (Δl) dengan panjang awal benda (l).



- Modulus elastisitas atau modulus Young (E) didefinisikan sebagai perbandingan antara tegangan dengan regangan.
- Hukum Hooke menyatakan bahwa jika gaya tarik tidak melampaui batas elastisitas pegas, maka pertambahan panjang pegas akan berbanding lurus dengan gaya tariknya.
- Pegas dapat disusun secara seri dan paralel.

KUNCI JAWABAN

SOAL	KUNCI JAWABAN
Soal Pemantapan Pertemuan 1	Modulus elastisitasnya adalah $1,4 \times 10^9 \text{ N/m}^2$
Assesmen Formatif 1	<p>Soal no 1 Pertambahan panjangnya adalah 0,05 cm atau $5,0 \times 10^{-4} \text{ m}$.</p> <p>Soal no 2 a. Tegangan = $5 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ b. Regangan = 0,04 c. Modulus elastisitas = $1,25 \times 10^8 \text{ N/m}^2$</p>
Soal Pemantapan Pertemuan 2	Panjang pegasnya adalah 0,26 m atau 26 cm. Energi potensial pegasnya adalah 0,045 Joule.
Assesmen Formatif 2	<p>Soal no 1 Panjang pegasnya adalah 0,48 m atau 48 cm. Energi potensial pegasnya adalah 0,08 Joule.</p> <p>Soal no 2 Pegas E dengan $k = 62,5 \text{ N/m}$.</p>
Soal Pemantapan Pertemuan 3	<p>a. Pertambahan panjang pegas yang disusun seri adalah 0,53 m.</p> <p>b. Pertambahan panjang pegas yang disusun paralel adalah 0,1 m.</p>
Assesmen Formatif 3	<p>Soal no 1 Pertambahan panjangnya adalah 0,4 m.</p> <p>Soal no 2 Konstanta pegas gabungan untuk rangkaian seri = 50 N/m. Konstanta pegas gabungan untuk rangkaian paralel = 800 N/m.</p>

DAFTAR PUSTAKA

- Cunayah, C., & Irawan, E. I. (2018). *1700 Plus Bank Soal FISIKA SMA/MA*. Bandung: Penerbit Yrama Widya.
- Kanginan, M. (2017). *FISIKA 2 untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta: Erlangga.
- Tjien, T. A. (2021). *Fisika untuk SMA Kelas XI*. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia.

GLOSARIUM

Batas proporsionalitas	: Titik/ batas dimana perpanjangan benda berbanding lurus dengan gaya yang diterapkan
Deformasi	: Perubahan bentuk pada suatu benda atau bahan
Elastisitas	: Kecenderungan benda padat untuk kembali ke bentuk aslinya setelah mengalami deformasi
Gaya berat	: Gaya yang dipengaruhi oleh massa benda dan gravitasi bumi
Gaya tarik	: Gaya yang dihasilkan dari gerakan tarik menarik pada suatu benda
Konstanta pegas	: Besaran fisik yang menentukan tingkat keakuan pegas.
Pegas	: Benda yang bersifat elastis yang umumnya dari logam
Pegas pengganti	: Pegas yang nilai konstantanya sama dengan dengan beberapa pegas yang dirangkai seri ataupun paralel
Sifat elastis	: Kemampuan suatu benda untuk kembali ke bentuk semula setelah gaya luar yang diberikan kepada benda dihilangkan
Sifat plastis	: Kemampuan suatu benda untuk tidak kembali ke bentuk semula setelah gaya luar yang diberikan kepada benda dihilangkan

BIODATA PENULIS DAN PENYUSUN



Nama : Dr. Muhammad Arifuddin, M.Pd

Tempat, tanggal lahir : Kuduk, 1 Oktober 1962

Riwayat Pendidikan

- S1 Pendidikan Fisika di IKIP Ujung Pandang (sekarang Universitas Negeri Makassar) tahun 1987
- S2 Pendidikan Sains konsentrasi Pendidikan Fisika di Pascasarjana Universitas Negeri Surabaya tahun 2009
- S3 Ilmu Pendidikan di Universitas Negeri Makassar Tahun 2022

Saat ini penyusun aktif sebagai dosen di Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Lambung Mangkurat. Bidang fisika yang ditekuni yaitu Fisika Modern, Fisika Bumi dan Antariksa. Penyusun juga aktif menjadi salah satu dosen Program Profesi Guru.



Nama : Dr. Andi Ichsan Mahardika, M.Pd

Tempat, tanggal lahir : Ujung Pandang, 31 Maret 1985

Riwayat Pendidikan

- S1 Pendidikan Fisika di Universitas Negeri Makassar tahun 2007
- S2 Pendidikan Fisika di Pascasarjana Universitas Negeri Makassar tahun 2011
- S3 Pendidikan Sains di Universitas Negeri Surabaya tahun 2019

Saat ini penyusun aktif sebagai dosen di Program Studi Pendidikan Fisika FKIP ULM, Program Studi Pendidikan Ilmu Komputer FKIP ULM, dan Program Studi S2 Pendidikan IPA ULM. Bidang fisika yang ditekuni yaitu Termodinamika dan Fisika Kuantum.