



Aku Benda Elastis

MODUL TEMA 8

**FISIKA PAKET C
SETARA SMA/MA
KELAS XI**



Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat
Direktorat Pembinaan Pendidikan Keaksaraan dan Kesetaraan
Tahun 2018

Hak Cipta © 2018 pada Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Dilindungi Undang-Undang

Fisika Paket C - Setara SMA/MA kelas XI
Modul Tema 8 : Aku Benda Elastis

■ **Penulis:** Sanserlis F. Toweula

■ **Diterbitkan oleh:** Direktorat Pembinaan Pendidikan Keaksaraan dan Kesetaraan-
Ditjen Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat-Kementerian Pendidikan dan
Kebudayaan, 2018

iv+ 28 hlm + ilustrasi + foto; 21 x 28,5 cm

Modul Dinamis: Modul ini merupakan salah satu contoh bahan ajar pendidikan kesetaraan yang berbasis pada kompetensi inti dan kompetensi dasar dan didesain sesuai kurikulum 2013. Sehingga modul ini merupakan dokumen yang bersifat dinamis dan terbuka lebar sesuai dengan kebutuhan dan kondisi daerah masing-masing, namun merujuk pada tercapainya standar kompetensi dasar.

Kata Pengantar

Pendidikan kesetaraan sebagai pendidikan alternatif memberikan layanan kepada masyarakat yang karena kondisi geografis, sosial budaya, ekonomi dan psikologis tidak berkesempatan mengikuti pendidikan dasar dan menengah di jalur pendidikan formal. Kurikulum pendidikan kesetaraan dikembangkan mengacu pada kurikulum 2013 pendidikan dasar dan menengah hasil revisi berdasarkan peraturan Mendikbud No.24 tahun 2016. Proses adaptasi kurikulum 2013 ke dalam kurikulum pendidikan kesetaraan adalah melalui proses kontekstualisasi dan fungsionalisasi dari masing-masing kompetensi dasar, sehingga peserta didik memahami makna dari setiap kompetensi yang dipelajari.

Pembelajaran pendidikan kesetaraan menggunakan prinsip flexible learning sesuai dengan karakteristik peserta didik kesetaraan. Penerapan prinsip pembelajaran tersebut menggunakan sistem pembelajaran modular dimana peserta didik memiliki kebebasan dalam penyelesaian tiap modul yang di sajikan. Konsekuensi dari sistem tersebut adalah perlunya disusun modul pembelajaran pendidikan kesetaraan yang memungkinkan peserta didik untuk belajar dan melakukan evaluasi ketuntasan secara mandiri.

Tahun 2017 Direktorat Pembinaan Pendidikan Keaksaraan dan Kesetaraan, Direktorat Jendral Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat mengembangkan modul pembelajaran pendidikan kesetaraan dengan melibatkan Pusat Kurikulum dan Perbukuan Kemdikbud, para akademisi, pamong belajar, guru dan tutor pendidikan kesetaraan. Modul pendidikan kesetaraan disediakan mulai paket A tingkat kompetensi 2 (kelas 4 Paket A). Sedangkan untuk peserta didik Paket A usia sekolah, modul tingkat kompetensi 1 (Paket A setara SD kelas 1-3) menggunakan buku pelajaran Sekolah Dasar kelas 1-3, karena mereka masih memerlukan banyak bimbingan guru/tutor dan belum bisa belajar secara mandiri.

Kami mengucapkan terimakasih atas partisipasi dari Pusat Kurikulum dan Perbukuan Kemdikbud, para akademisi, pamong belajar, guru, tutor pendidikan kesetaraan dan semua pihak yang telah berpartisipasi dalam penyusunan modul ini.

Jakarta, Desember 2018
Direktur Jenderal

Harris Iskandar

Daftar Isi

Kata Pengantar
Daftar Isi
Petunjuk Penggunaan Modul
Tujuan Pembelajaran Modul
Kompetensi Dasar

UNIT 1 Elastisitas

- A. Benda Elastis dan Plastik
- B. Tegangan (Stress)
- C. Regangan (Strain)
- D. Modulus

Penugasan

Mengamati, mendata dan mengelompokkan benda-benda yang dijumpai dalam kehidupan sehari-hari yang berdasarkan sifat gaya pemulih yang dikerjakan.

Latihan

UNIT 2 Hukum Elastisitas

- A. Gaya Pemulihan
- B. Pengaruh Gaya Pada Benda Elastis
- C. Energi Potensial Elastis

Penugasan

Latihan

UNIT 3 Susunan Pegas

- A. Seri
- B. Paralel
- C. Gabungan Seri dan Paralel

Penugasan

Latihan

UNIT 4 MAHIR MENELITI

Percobaan menentukan konstanta elastisitas benda elastis

Penugasan

Pelaporan

Rangkuman

Uji Kompetensi

Kunci Jawaban

Kriteria Pindah Modul

Saran Referensi

Daftar Pustaka

Petunjuk Penggunaan Modul

Modul ini disusun untuk Palet C kelas XI. Modul ini disusun secara berurutan sesuai dengan urutan materi yang perlu dikuasai. Modul ini dilengkapi dengan uraian materi sebagai sumber pengetahuan dan penguasaan, latihan serta evaluasi untuk menguji pemahaman dan penguasaan materi warga belajar. Agar lebih memahami materi modul ini, lakukanlah langkah-langkah berikut:

1. Pastikan diri Anda sudah siap belajar
2. Berdoalah sebelum memulai belajar
3. Bacalah dan pahami materi dalam modul
4. Catatlah materi yang kurang dipahami
5. Diskusikan materi yang belum dipahami dengan teman atau pendidik
6. Kerjakan latihan dan tugas yang terdapat dalam modul
7. Jika telah memalahi seluruh materi maka kerjakanlah evaluasi akhir modul
8. Selamat belajar!

Tujuan Pembelajaran Modul

Setelah mempelajari modul ini peserta didik diharapkan memahami tentang elastisitas secara lengkap. Dari pemahaman tersebut warga belajar dapat menggunakannya untuk memahami, menjelaskan dan menyelesaikan berbagai elastisitas yang dijumpai di kehidupan sehari-hari.

Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar

- 3.13 Menerapkan sifat elastisitas bahan dalam kehidupan sehari hari
- 4.13 Mengolah data hasil percobaan tentang sifat elastisitas suatu bahan dan pemanfaatannya

Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Pengetahuan

- 1.1 Menganalisis sifat elastis pada benda-benda elastis
- 1.2 Menerapkan sifat elastis benda dalam kehidupan sehari-hari

2. Keterampilan

- 2.1 Terampil melakukan percobaan sederhana tentang konstanta elastisitas
- 2.2 Mempresentasikan hasil percobaan dengan baik

3. Sikap

Rasa ingintahu, semangat bekerjasama, bekerja keras, jujur dan bertambah kepercayaan dirinya.

Pengantar Modul

Bacalah dengan teliti kutipan berikut ini sebelum melanjutkan pelajaran Anda.

Permainan Ketapel

Ketapel atau bahasa lokal tempat saya 'pelinteng', kalau menurut asal usulnya ketapel berasal dari bahasa Yunani yaitu 'catapult'. Ketapel sendiri pada jaman dahulu di pakai untuk perang pada awal 299 SM, lama banget yach.

Ketika masih kanak-kanak ketapel sering di pakai untuk berburu, misalnya burung, kelelawar, atau sekedar di pakai untuk permainan. Sampai saat ini pun masih sering kita jumpai berbagai macam ketapel terutama di daerah pedesaan.

Bagaimana cara membuat ketapel ini? Ketapel di buat dengan sangat sederhana, hanya menggunakan dahan kayu berbentuk huruf 'Y' kemudian **di ikat dengan tali kolor atau pentil karet pada kedua sisi sehingga bisa melar kemudian di ujung karet di kasih sebuah potongan kulit atau "jebuk", sebagai tempat untuk menaruh kerikil untuk di lontarkan.**

Salah satu tangan memegang gagang ketapel, sedangkan tangan satunya menarik potongan kulit



yang berisi kerikil tadi. Semakin kuat tarikan karetnya maka akan semakin jauh lontaran kerikilnya.

Kalau sudah terampil biasanya seekor burung pipit yang terbang bisa saja terkena bidikan dari ketapel ini. Tidak cuma anak-anak, orang dewasa pun biasa dan pandai memainkannya. Uniknyanya ketapel ini dapat digunakan berulang-ulang karena **tali kolor atau pentil karet yang bisa melar (merupakan benda elastis) tersebut selalu bisa kembali panjang mula-mulanya.**

Tali kolor atau pentik karet yang bisa melar inilah yang menjadi kunci rahasia permainan ketapel, disamping keahlian membidik, keterampilan melepaskan batu dan tentu saja insting serta keberuntungan.

Aspek fisika yang menarik dalam permainan ketapel ini adalah pada waktu potongan kulit atau "jebuk" ditarik maka terjadi perubahan bentuk dan ukuran pada tali kolor atau pentil karet. Perubahan bentuk ini terjadi karena pengaruh gaya tarikan yang kuat. Pada modul ini Anda akan mempelajari bagaimana pengaruh gaya tarikan atau tekanan pada benda-benda elastis.

Sumber: <http://permainantradisionaltermasukini.blogspot.com/2017/08/permainan-ketapel.html>

UNIT 1 Elastisitas

A. Benda Elastis dan Benda Plastis

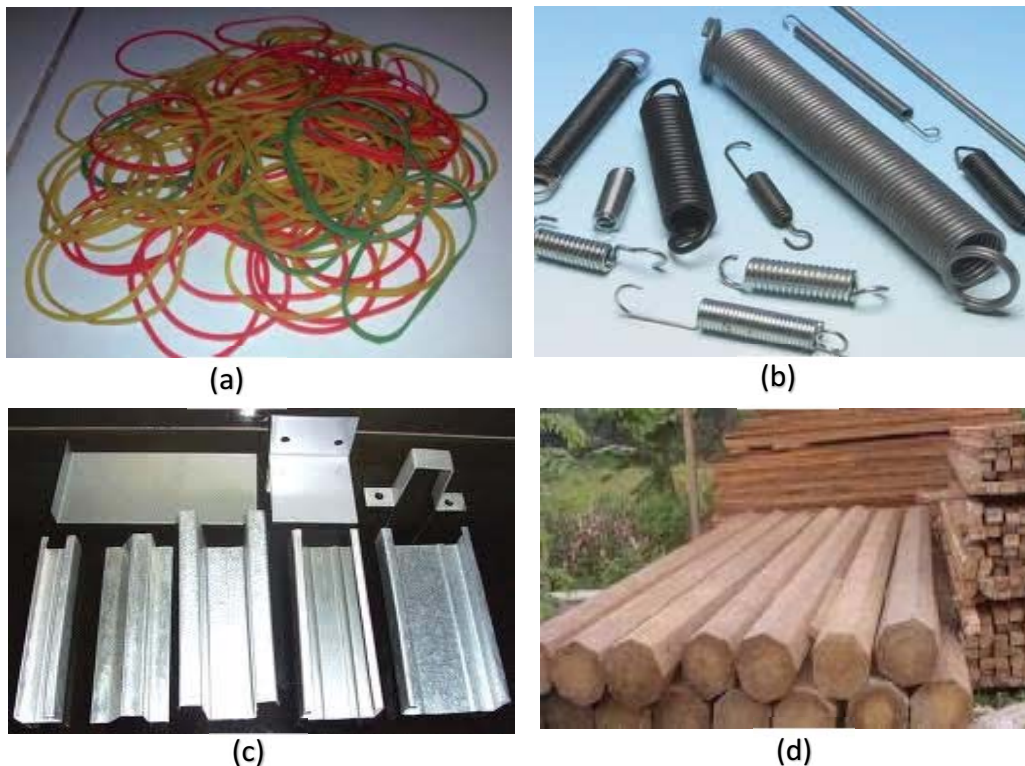
Ambil sebuah karet gelang lalu berikan gaya tarik. Apakah yang terjadi pada karet gelang? Karet gelang bertambah panjang aliar berubah ukurannya.

Sekarang bebaskan karet gelang dari gaya tarik yang Anda berikan, apa yang terjadi? Karet gelang kembali ke ukuran semula. Sifat yang dimiliki karet gelang tersebut merupakan sifat benda elastis. Benda-benda yang memiliki sifat seperti ini dinamakan benda elastis. Gambar 1.1. menunjukkan beberapa benda elastis.

Ketika sebuah benda menerima suatu gaya dari luar (misalnya gaya tarik atau gaya tekan) secara umum bentuk dan ukuran benda akan berubah. Secara fisika keadaan ini dinamakan keadaan deformasi. Pada saat benda mengalami deformasi, molekul-molekul benda akan melakukan reaksi memberikan gaya untuk melawan/menghambat deformasi ini dan gaya ini dinamakan gaya deformasi. Ketika gaya luar dihilangkan maka gaya deformasi akan mengembalikan benda ke bentuk dan ukuran semula.

Sifat benda yang berusaha menghambat deformasi dan cenderung mengembalikan benda ke bentuk dan ukuran semula ketika gaya luar dihilangkan dinamakan elastisitas atau kelenturan.

Beberapa contoh benda elastis seperti karet, pegas (per), baja dan kayu diperlihatkan pada gambar 1.1.



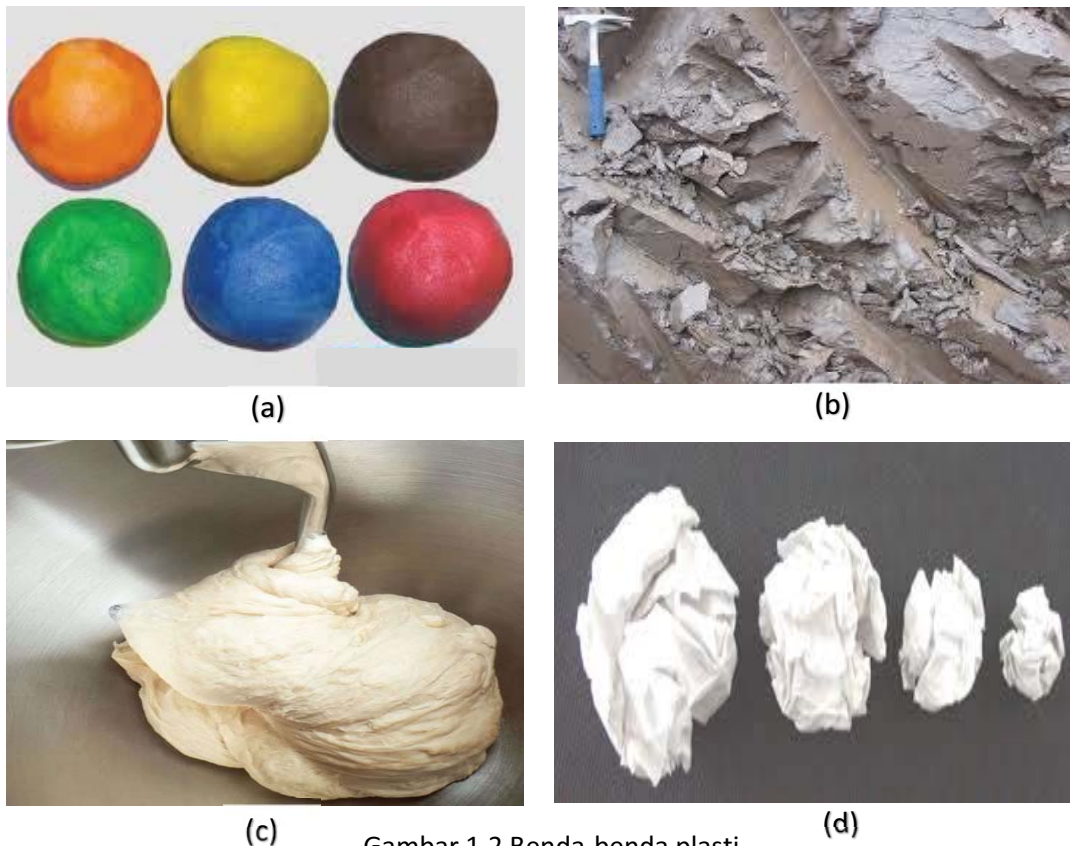
Gambar 1.1 Benda-benda elastis

(a) karet gelang, (b) pegas/per, (c) baja, dan (d) kayu

<https://fisikamemangasyik.wordpress.com/fisika-2/bab-2-elastisitas-bahan/b-tegangan-regangan-dan-modulus-elastisitas/>

Jika benda tepat kembali ke bentuk dan ukuran semula setelah gaya luar dihilangkan benda dikatakan bersifat elastis sempurna.

Sebaliknya, ketika benda mendapat gaya tarik atau tekan yang menyebabkan bentuk dan ukurannya berubah dan ketiga gaya luar (tarik atau tekan) dihilangkan benda sama sekali tidak kembali ke bentuk dan ukuran semula maka benda seperti ini dinamakan benda plastis. Beberapa contoh benda plastis ditunjukkan oleh gambar 1.2



Gambar 1.2 Benda-benda plasti
(a) Plastisin (lilin mainan), (b) tanah liat, (c) adonan kue, dan (d) kertas

<https://fisikamemangasyik.wordpress.com/fisika-2/bab-2-elastisitas-bahan/b-tegangan-regangan-dan-modulus-elastisitas/>

Pada modul sebelumnya Anda sudah mempelajari benda tegar seperti bola besi, balok kayu, keramik. Ketika memberikan gaya tekan atau tarik tidak terjadi perubahan bentuk dan ukurannya pun tidak berbeda. Mengapa demikian? Berdasar konsep deformasi di atas maka benda-benda tegar ini memiliki gaya deformasi yang sangat besar. Gaya luar yang diberikan akan diimbangi oleh gaya deformasi tersebut sehingga pada benda tegar gaya tarik atau tekan yang diberikan harus sangat besar agar dapat menimbulkan perubahan ukuran atau perubahan bentuk yang tampak oleh mata.

Gaya deformasi memiliki sifat mengimbangi gaya luar (tekan atau tarik) yang diberikan sehingga resultan gaya yang dihasilkan nol. Apabila gaya luar sedemikian besarnya sehingga tidak dapat lagi diimbangi oleh gaya deformasi maka benda akan patah atau putus.

Untuk mempelajari lebih mendalam sifat elastis benda, Anda harus menguasai beberapa besaran penting elastisitas.

B. Tegangan (Stress)

Telah Anda ketahui di atas bahwa ketika benda mengalami gaya luar, maka molekul-molekul benda akan memberikan reaksi berupa gaya deformasi terhadap gaya luar tersebut.

Besar gaya deformasi atau gaya molekul tiap satuan luas benda dalam keadaan seimbang dinyatakan sebagai tegangan (stress) dan diberi simbol σ .

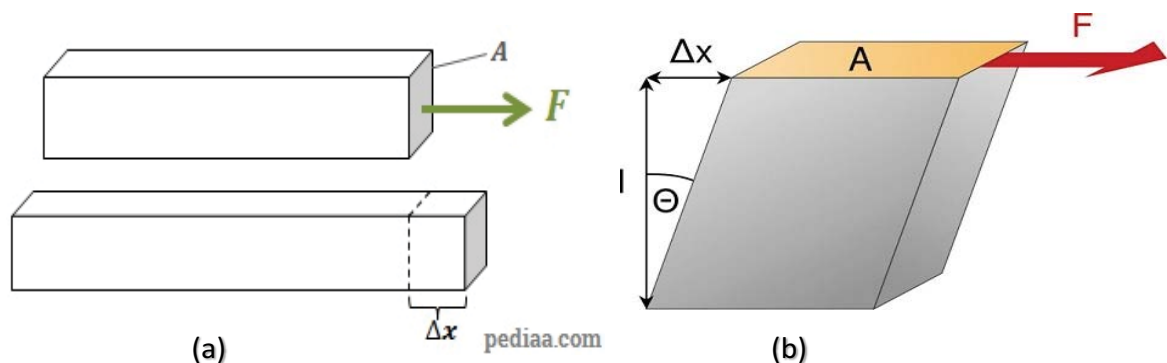
Karena dalam keadaan seimbang besar gaya deformasi sama dengan gaya luar yang diberikan maka tegangan dapat diukur dengan menghitung besar gaya luar tiap satuan luas benda itu.

Secara matematika di tulis,

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

Di mana F menyatakan gaya luar berupa gaya tarik atau gaya tekan dalam satuan N
 A menyatakan luas bidang/penampang benda dalam satuan m^2
 σ menyatakan tegangan dalam satuan $N.m^{-2}$

Gaya luar dapat diberikan dengan arah yang berbeda-beda dan reaksi gaya deformasi pun akan menyesuaikan terhadap arah gaya luar tersebut. Maka tegangan yang dialami benda dikelompokkan sebagai tegangan normal dan tegangan longitudinal. Keadaan ini ditunjukkan oleh gambar 1.3.



Gambar 1.3 Tegangan yang dialami benda bergantung arah gaya luar yang diberikan
(a) Tegangan Normal, (b) Tegangan geser

Tegangan normal dialami benda jika arah gaya luar tegak lurus bidang/penampang benda tersebut. Dan benda akan mengalami tegangan geser apabila gaya luar yang diberikan sejajar (longitudinal) terhadap permukaan bidang.

C. Regangan (Strain)

Regangan berkaitan langsung dengan perubahan ukuran benda saat mengalami gaya luar atau sedang mengalami tegangan. Pengertian sederhananya menyatakan bahwa regangan merupakan perbandingan perubahan ukuran terhadap ukuran semula.

Secara matematika ditulis,

$$\varepsilon_{linier} = \frac{\Delta l}{l}, \varepsilon_{luas} = \frac{\Delta A}{A}, \varepsilon_{volume} = \frac{\Delta V}{V},$$

Di mana Δl menyatakan perubahan Panjang (m)

ΔA menyatakan perubahan luas (m²)

ΔV menyatakan perubahan volume (m³)

l menyatakan panjang mula-mula (m)

A menyatakan luas mula-mula (m²)

V menyatakan volume mula-mula (m³)

ε menyatakan regangan dan tidak memiliki satuan.

Regangan (ε) merupakan konstanta perbandingan antara tegangan dan besaran lain yang dinamakan modulus elastisitas

D. Modulus Elastisitas

Anda tentu masih ingat pembahasan di atas yaitu jika sebuah benda menerima gaya luar hingga mengalami perubahan bentuk dan ukuran, pada setiap tahap perubahannya besar gaya luar sama besar dengan gaya deformasi. Besarnya tegangan yang ditimbulkan oleh gaya luar ini sebanding dengan regangan yang ditimbulkannya. Secara matematika ditulis

$$\sigma \propto \varepsilon_{linier}$$

$$\frac{F}{A} \propto \frac{\Delta l}{l}$$

$$\frac{F \cdot l}{\Delta l \cdot A} = \text{besaran elastisitas}$$

Besaran elastisitas yang diperoleh dari perbandingan tegangan (σ) dan regangan (ε) dinamakan Modulus Elastisitas. Modulus elastisitas lebih umum dinamakan Modulus Young diberi simbol "Y".

Modulus Young, disebut juga dengan modulus tarik merupakan ukuran kekakuan suatu bahan elastis yang merupakan ciri dari suatu bahan.

Hubungan tegangan, regangan dan modulus Young dinyatakan dengan persamaan:

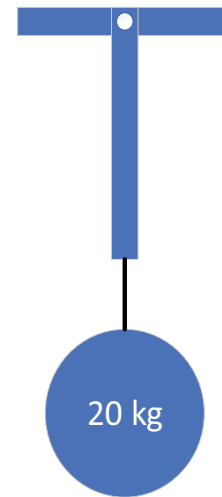
$$\sigma = \varepsilon \cdot Y, \rightarrow \frac{\sigma}{\varepsilon} = Y \rightarrow \frac{F \cdot l}{\Delta l \cdot A} = Y$$

Modulus Young dinyatakan dengan satuan yang sama dengan tegangan yaitu N.m², dan berlaku untuk benda-benda yang mengalami perubahan Panjang dan tegangan linier. Untuk benda yang mengalami tegangan geser dan perubahan luas memiliki modulus geser. Sedangkan benda yang mengalami perubahan volume dan tegangan di seluruh bagian volumenya akan memiliki modulus Bulk.

Contoh Soal

Sebuah kawat panjangnya 1 m dan diameter 1 mm digantungkan vertical kemudian diberi beban yang massanya 20 kg seperti gambar 1.4. Modulus elastisitas kawat $20 \times 10^{10} \text{ N.m}^{-2}$. Anggap percepatan gravitasi setempat 10 m.s^{-2} . Hitunglah:

- pertambahan Panjang kawat tersebut?
 - Tegangan yang dialami kawat?
 - Regangan yang terjadi pada kawat
- [Untuk memudahkan perhitungan massa kawat diabaikan]



Gambar 1.4

Pembahasan:

Diketahui: $l = 1 \text{ m}$
 $d = 1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m}$
 $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$

Ditanyakan:

- Perubahan panjang kawat Δl ?
- Tegangan yang pada kawat (σ)?
- Regangan yang dialami kawat (ϵ)?

Jawab:

Soal ini dengan mudah diselesaikan menggunakan persamaan modulus elastisitas:

$$Y = \frac{F \cdot l}{\Delta l \cdot A}$$

Gaya luar yang bekerja pada kawat adalah berat beban $w = m \cdot g = 20 \cdot 10 = 200 \text{ N}$

Luas penampang kawat ialah $A = \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 = 3,14 \left(\frac{10^{-3}}{2}\right)^2 = 0,79 \times 10^{-6} \text{ N.m}^{-2}$

- a. Perubahan Panjang kawat:

$$\Delta l = \frac{200 \cdot 1}{(20 \cdot 10^{20}) \cdot (0,79 \times 10^{-6})} = 1,25 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\Delta l = 1,25 \text{ mm}$$

- b. Tegangan pada kawat:

$$\sigma = \frac{200}{0,79 \times 10^{-6}} = 2,53 \times 10^6 \text{ N.m}^{-2}$$

- c. Regangan yang dialami kawat:

$$\epsilon_{linier} = \frac{10^{-3}}{1} = 10^{-3}$$

Penugasan 1: Berkelompok

1. Buatlah daftar benda-benda elastis disekitar tempat tinggal Anda.
2. Lakukan studi melalui internet atau buku-buku di perpustakaan tentang konstanta elastisitas dan modulus elastisitas berbagai bahan yang sudah Anda daftarkan.

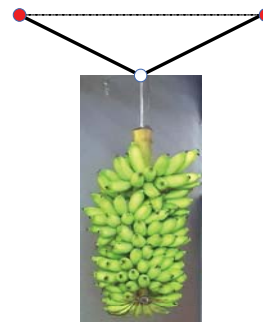
Latihan 1:

Petunjuk : Selesaikan soal-soal berikut secara mandiri.

1. Sebuah kawat memiliki luas penampang 0,125 cm dan Panjang 80 cm digantungi beban 100 N. ternyata kawat bertambah Panjang 0,51 cm. Hitunglah:
 - a. Tegangan
 - b. Regangan
 - c. Modulus elastisitas
 - d. Prakirakan Jenis kawat yang digunakan

[jawab: $\sigma = 8,31 \times 10^7 \text{ N.m}^2$, $\epsilon = 6,375 \times 10^4$, $Y = 1,28 \times 10^{11} \text{ N.m}^2$]

2. Sebuah kawat baja Panjang 0,5 m dan luas penampang 10^{-6} m^2 dijepit pada kedua ujungnya sedemikian hingga kawat berada keadaan mendata. Setandan pisang bermass m digantungkan ditengah-tengah kawat sehingga bagian tengah kawat turun 1 cm seperti gambar 1.5. Anggap percepatan gravitasi setempat $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$. Jika modulus Young kawat $20 \times 10^{10} \text{ N.m}^2$, berapakah massa m pisang yang digantungkan?



[jawab: $m = 20,3 \text{ kg}$]

3. Kawat A panjang l dan jari-jari r dijepit pada salah satu ujungnya dan ujung lainnya ditarik dengan gaya F sehingga panjangnya bertambah sebesar a . Kawat B yang jenisnya sama dengan kawat A tetapi panjangnya $2l$ dan jari-jarinya $2r$ ditarik dengan gaya $2F$. Tentungan perbandingan pertambahan Panjang kawat A dan kawat B
[jawab: 1]
4. Suatu kawat baja mempunyai panjang 8 m dan luas penampangnya $0,2 \text{ cm}^2$. Berapakah besar beban yang menyebabkan panjang batang bertambah sebesar 0,1 cm? Modulus Young Baja $20 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$.
5. Suatu beban 2 kg digantung oleh suatu kawat tembaga yang panjangnya 3 m dan diameternya 2 mm. Hitung stress pada kawat dan tentukan juga pertambahan panjang kawat tembaga ini! Modulus Young Tembaga $11 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$.

Unit 2

Hukum-Hukum Elastisitas

Salut untuk semangat Anda mempelajari modul yang menarik ini. Menarik karena Anda menemukan jawaban dari berbagai rahasia alam yang tampak di kehidupan sehari-hari. Karet ketapel ketika ditarik dan dilepaskan mampu melontarkan batu dengan kecepatan tinggi dan jauh, mengapa hal ini bisa terjadi? Sebuah balpoin dilengkapi dengan pegas untuk mengeluarkan dan memasukan mata pena ke dalam tabungnya, seperti gambar 2.1. Ketika Anda tidur di atas dipan dan di atas kasur, manakah yang lebih nyaman? Tentu di atas kasur, tetapi mengapa demikian? Untuk menjelaskannya Anda perlu memahami aturan-aturan pada benda elastis.

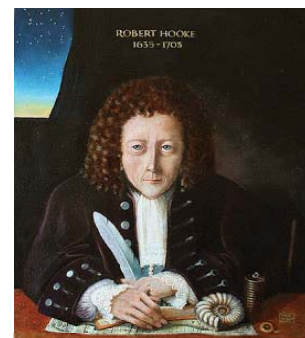
Di unit 2 ini Anda akan menemukan aturan-aturan yang berlaku pada elastisitas benda. Walaupun aturan-aturan ini merupakan penyederhanaan dari kondisi benda elastis yang sebenarnya namun sangat membantu untuk memiliki pemahaman dasar untuk mempelajari kondisi sebenarnya yang lebih rumit (kompleks).

1. Gaya Pemulihan (F_x)

Gaya pemulihan dimiliki oleh semua benda elastis merupakan gaya deformasi. Dapat juga dikatakan gaya laten karena timbul di dalam benda elastis itu sendiri sebagai reaksi dari molekul-molekulnya. Gaya pemulihan akan dirasakan besar atau kecil ketika gaya luar dikerjakan pada benda elastis. Gaya pemulihan pada benda elastis reaksi dari molekul-molekul benda terhadap gaya luar. Besarnya gaya pemulih akan menyesuaikan besarnya sama dengan besarnya gaya luar yang diberikan sedemikian hingga resultan gaya tetap nol. Ketika gaya luar yang diberikan dihilangkan, maka resultan gaya yang bekerja sama dengan gaya pemulih. Gaya pemulih inilah yang akan mengembalikan benda ke posisi seimbang, atau posisi mula-mulanya.

Gaya yang timbul pada benda elastis yang mengembalikan posisinya ke keadaan seimbang disebut gaya pemulih.

Gaya pemulih pada pegas banyak dimanfaatkan dalam bidang teknik dan kehidupan sehari-hari. Misalnya, pada peredam kejut (*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. Gaya pemulih dipelajari dan diselidiki oleh Robert Hooke, seorang ilmuwan fisika berkebangsaan Inggris. Hooke lahir di Freshwater Kepulauan Wight, Inggris. Ia banyak melakukan percobaan mengenai sifat elastis benda. Salah satu teorinya yang terkenal adalah Hukum Hooke yang menjadi dasar teori elastisitas.



Gambar 2.2 Lukisan yang dianggap wajah asli Robert Hooke.
https://en.wikipedia.org/wiki/Robert_Hooke

Bagaimanakah sifat-sifat gaya pemulih pada pegas ini apabila diuraikan secara Fisika? Agar Anda dapat memahaminya, pelajarilah bahasan materi berikut ini.

2. Pengaruh Gaya pada Benda Elastis

Dalam penyelidikannya Robert Hooke menemukan hubungan yang linier antara gaya luar dan perubahan panjang pegas. Yaitu jika suatu pegas diberi gaya F , maka pegas akan bertambah panjang sebesar x . Hooke merumuskan:

Pertambahan panjang (x) yang terjadi sebanding dengan besar gaya luar (F) yang diberikan.

Secara matematika ditulis

$$F \approx x$$

$$F = k \cdot x$$

Untuk menyamakan ruas kiri dan kanan dari rumusan ini dilakukan dengan menambahkan suatu konstanta yang dinamakan konstanta elastisitas (k).

Sesuai pembahasan sebelumnya bahwa gaya luar akan diimbang oleh gaya deformasi atau gaya pemulihan yang akan mengembalikan benda ke ukuran semulanya. Sehingga

$$F = -F_x$$

$$F_x = -k \cdot x$$

Tanda (-) menunjukkan bahwa gaya pemulihan selalu berlawanan dengan gaya luar yang diberikan.

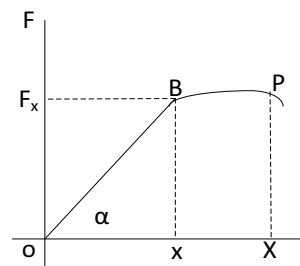
Jika dihubungkan dengan Modulus Elastisitas diperoleh bentuk lain dari hukum Hooke yaitu

$$Y = \frac{F \cdot l}{\Delta l \cdot A} \rightarrow F = \frac{Y \cdot A}{l} \Delta l$$

Di mana $\Delta l = x$ dan konstanta elastisitas (k) bahan memenuhi persamaan

$$k = \frac{Y \cdot A}{l}$$

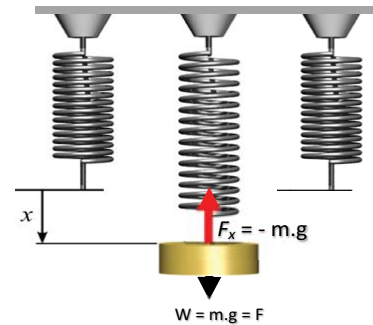
Hukum Hooke ini hanya berlaku pada rentang pengaruh gaya luar yang diberikan membangkitka gaya pemulih yang akan mengembalikan benda ke ukuran semula ketika gaya luar dihilangkan. Grafik berikut ini menunjukkan daerah berlakunya Hukum Hooke.



Gambar 2.4 Grafik Hubungan gaya F dan perubahan panjang x

Keterangan:

Garis OB menyatakan daerah berlakunya hukum Hooke
 B menyatakan batas elastisitas bahan. Jika benda diberi gaya luar melampaui nilai F_x maka benda tidak akan kembali ke ukuran semula. Dengan perkataan lain benda telah melampaui batas elastisitasnya. Jika benda terus diberi gaya, pada nilai gaya luar tertentu benda akan patah/putus. Titik P menyatakan titik patah/putus.



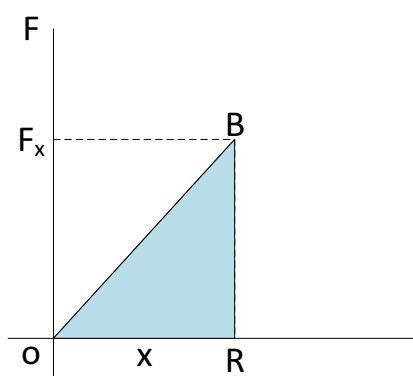
Gambar 2.3 Gaya menimbulkan perubahan panjang pegas

3. Energi Potensial Elastisitas

Apa yang sebenarnya terjadi ketika seorang anak menarik ketapelnya? Anak tersebut memberikan/mengeluarkan tenaganya atau energinya sehingga karet ketapel bertambah panjang. Energi inilah menyebabkan karet ketapel bertambah panjang. Karena memiliki energy maka si Anak dapat memberikan gaya luar pada ketapel. Dapat dikatakan bahwa gaya luar dapat diberikan karena adanya energy/tenaga. Demikian pula molekul-molekul memberikan gaya deformasi yang besarnya sama dengan gaya luar tersebut, maka pada benda elastis/pegas akan timbul juga energi yang besarnya.

Energi yang timbul pada benda elastis/pegas ketika gaya luar diberikan dinamakan energy potensial elastis.

Untuk menghitung besar energy potensial elastis ini, Anda dapat menggunakan gambar 2.4 sebagai berikut:



Gambar 2.5 Luas OBRO menyatakan Besar Energi Potensial Elastis

Luas OBRO menyatakan Energi potensial Elastis (E_p):

$$L_{OBRO} = \frac{(OR) \cdot (BR)}{2}$$

OR = x, perubahan panjang ditimbulkan oleh gaya luar
BR = F_x , besar gaya luar yang diberikan

$$E_p = \frac{(F_x) \cdot (x)}{2} = \frac{1}{2} F_x \cdot x$$

Karena $F_x = k \cdot x$ maka

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

Persamaan ini menyatakan besarnya energi potensial elastis yang juga dimiliki oleh pegas/benda elastis.

Dalam permainan ketapel, Gambar 2.6 Anak memberikan tenaga (energi) kinetik untuk menarik karet, energi ini tersimpan sebagai energy potensial pada karet ketapel, dan ketika gaya tarik dihilangkan energi potensial yang tersimpan pada karet diberikan kepada batu dalam bentuk energi kinetik sehingga batu akan terlempar dengan kecepatan tertentu dan mencapai jarak yang jauh.



Gambar 2.6 Energi potensial karet ketapel diberikan kepada batu untuk bergerak dengan kecepatan tertentu dan menempuh jarak yang jauh.

Yang menyebabkan batu terlempar dengan kecepatan tertentu dan mencapai jarak yang jauh adalah energi kinetik batu itu yang berasal dari energy potensial karet ketapel.

Contoh Soal

1. Sebuah pegas mempunyai konstanta elastisitas 25 N.m^{-1} . Berapakah pertambahan panjang pegas dan energi potensial elastisnya ketika diberikan gaya tarik 10 N ?

Pembahasan:

Diketahui $k = 25 \text{ N.m}^{-1}$

$$F = 10 \text{ N}$$

Berapakah:

- a. Perubahan panjang (x)?
- b. Energy potensial elastis (E_p)?

Penyelesaian:

$$a. F = k \cdot x \dots x = \frac{10}{25} = 0.4 \text{ m} = 40 \text{ cm}$$

$$b. E_p = \frac{1}{2} 25 \cdot 0,4^2 = 2 \text{ J}$$

2. Sebuah pegas bertambah panjang 10 cm ketika diberi gaya 10 N . Berapakah energi potensial pegas jika gaya pada pegas diubah menjadi $2,5$ kali lebih besar?

Pembahasan:

Diketahui: $F = 10 \text{ N}$, $x = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$

Ditanyakan: Untuk $F = 2,5 (10) \text{ N} = 25 \text{ N}$, berapakah $E_p = ?$

Penyelesaian:

Tentukan dahulu konstanta pegas:

$$k = \frac{F}{x} = \frac{10}{0,1} = 100 \text{ Nm}^{-1}$$

Untuk $F = 25 \text{ N}$ dihasilkan perubahan panjang

$$x = \frac{25}{100} = 0,25 \text{ m}$$

$$E_p = \frac{1}{2} F \cdot x^2 = \frac{1}{2} 25 \cdot 0,25^2 = 3,125 \text{ J}$$

Cara lain menghitung E_p :

$$E_p = \frac{1}{2} \frac{F^2}{k} = \frac{1}{2} \frac{25^2}{100} = 3,125 \text{ J}$$

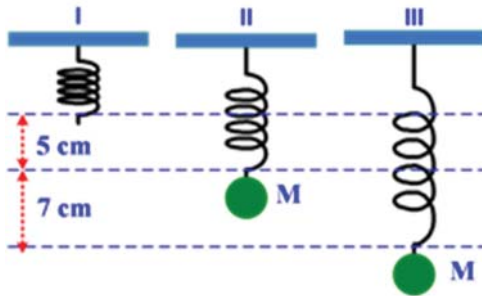
Penugasan 2: Tugas Berkelompok

Lakukan observasi terhadap alat-alat di kehidupan sehari-hari yang menggunakan benda elastis dan memanfaatkan sifat elastisnya sebagai prinsip kerjanya. Jelaskan fungsi atau peran benda elastis tersebut.

Buat laporan studi pustaka yang Anda lakukan dan sertakan dokumentasi foto studi yang dilakukan.

Latihan: Tugas Mandiri

1. Sebuah pegas panjangnya 20 cm. Jika modulus elastisitas pegas 40 N/m² dan luas ketapel 1 m². Tentukan besar gaya yang diperlukan agar pegas bertambah panjang 5 cm.
[Jawab: 160 N]
2. Sebuah pegas digantung dengan posisi seperti gambar berikut! Pegas kemudian diberi beban benda bermassa $M = 500$ gram sehingga bertambah panjang 5 cm.



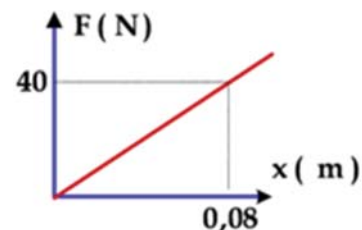
Tentukan :

- a) Nilai konstanta pegas
 - b) Energi potensial pegas pada kondisi II
 - c) Energi potensial pegas pada kondisi III (benda M kemudian ditarik sehingga bertambah panjang 7 cm)
 - d) Energi potensial sistem pegas pada kondisi III
- [Jawab: 100 Nm⁻¹, 0,125 J, 0,72 J, 0,242 J]
3. Untuk meregangkan sebuah pegas sebesar 4 cm diperlukan usaha 1 J. Daya yang diperlukan untuk meregangkan pegas tersebut sepanjang 2 cm diperlukan gaya sebesar?
[12,5 cm]

4. Perhatikan gambar berikut ini!

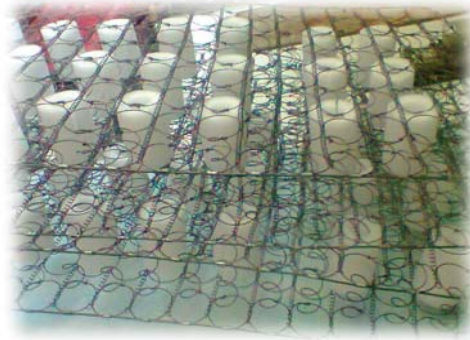
Tentukan :

- a) nilai konstanta pegas
 - b) energi potensial pegas saat $x = 0,02$ meter
- [500 Nm⁻¹, 0,1 J]



Unit 3 Susunan Seri dan Paralel

Salam semangat dan sukses untuk semua usaha Anda mempelajari modul ini. Pada Unit 1 dan 2, Anda hanya meninjau 1 buah pegas yang dipengaruhi oleh sebuah gaya luar. Pada unit 3 ini Anda akan mempelajari susunan pegas. Mempelajari susunan pegas sangat menarik karena berbagai fakta di kehidupan sehari-hari umumnya berkaitan dengan susunan atau gabungan beberapa pegas. Seperti diperlihatkan pada gambar 3.1 berikut ini.



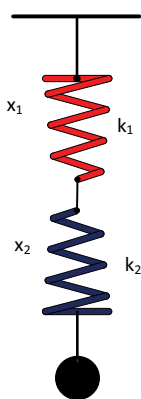
Gambar 2.7 Tempat tidur spring bed, memiliki susunan pegas yang rumit di dalamnya, yang dibuat untuk memnerikan rasa nyaman yang maksimal saat tidur dan beristirahat.
Sumber: <http://cmbeds.blogspot.com/>

Mengapa Anda merasakan nyaman tidur di atas kasur *spring bed*, atau ketika naik kendaraan bermotor tetap terasa nyaman walaupun melewati jalan yang berlubang? Ya, tentu saja karena ada susunan pegas yang diatur sedemikian rupa untuk memberikan rasa nyaman. Di Unit 3, Anda akan mempelajari bagaimana pegas-pegas itu disusun dan menemukan konsep fisiknya.

Selamat belajar. Man Jadda Wajada.

1. Susunan Pegas Seri

Susunan seri dua pegas atau lebih merupakan gabungan pegas yang ujung-ujungnya dipertemukan seperti gambar 2.8. Anggaphlah Anda memiliki 2 pegas dengan konstanta elastisitas k_1 dan k_2 . Ketika susunan pegas ini diberi gaya sebesar F maka pegas 1 dan pegas 2 akan bertambah panjang:



$$x_1 = \frac{F}{k_1} \quad \text{dan} \quad x_2 = \frac{F}{k_2}$$

Anggap bahwa massa pegas cukup ringan sehingga tidak memberikan pengaruh pada pertambahan panjang keseluruhan ketika digabungkan. Perubahan panjang susunan pegas ini:

$$x_{total} = x_1 + x_2$$

$$x_{total} = \frac{F}{k_1} + \frac{F}{k_2} = F \left(\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} \right)$$

Gambar 2.8 Susunan seri dua buah pegas

Dari persamaan $F = k \cdot x$, diperoleh konstanta susunan pegas seri (k_{seri}):

$$k_s = \frac{k_1 \cdot k_2}{k_1 + k_2} \text{ atau } \frac{1}{k_s} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$$

$$F_s = k_s \cdot x_s$$

Di mana k_s = konstanta gabungan seri.

x_s = perubahan panjang susunan pegas seri

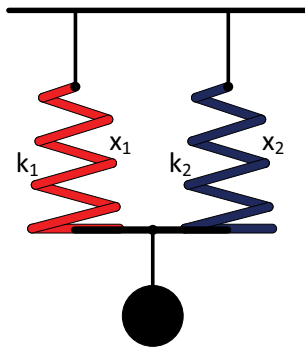
F_s = gaya luar atau berat beban yang digantung

Pada susunan seri dari pegas dapat disimpulkan:

- Gaya luar yang bekerja pada semua pegas yang di susun sama besar.
- Nilai konstanta gabungan (k_s) adalah $k_1 < k_s < k_2$ untuk $k_2 > k_1$
- Massa pegas ke-2 harus cukup kecil sehingga dapat diabaikan
- Perubahan panjang pegas adalah jumlah perubahan panjang masing-masing pegas

2. Susunan Pegas Paralel

Susunan paralel pegas terjadi jika ujung-ujung pegas dihubungkan langsung ke gaya luar yang diberikan, sehingga masing-masing pegas dapat mengalami besar gaya luar yang berbeda. Gambar 2.9 berikut menunjukkan susunan paralel dari dua pegas.



Gambar 2.9 Susunan paralel dua buah pegas

Besar gaya luar yang bekerja pada sistem pegas memenuhi persamaan

$$F = F_1 + F_2$$

Anggap kedua pegas memiliki konstanta yang sama $k_1 = k_2$ maka $F_1 = F_2$, kedua pegas akan mengalami perubahan panjang yang sama, $x_1 = x_2 = x_p$ sehingga

$$F_p = k_1 x_1 + k_2 x_2$$

$$F_p = (k_1 + k_2) x_p \rightarrow F_p = k_p \cdot x_p$$

Dari persamaan $F = k \cdot x$, diperoleh konstanta susunan paralel pegas (k_{paralel}):

$$k_p = k_1 + k_2$$

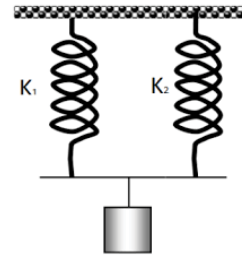
Dari hubungan di atas dapat dikatakan bahwa dua pegas yang disusun seri dapat dianggap sebagai sebuah pegas yang memiliki konstanta elastisitas k_p

Pada susunan paralel pegas dapat disimpulkan:

- Gaya luar yang bekerja terbagi rata pada semua pegas.
- Nilai konstanta gabungan (k_p) adalah $k_p = k_1 + k_2$
- Perubahan panjang kedua pegas sama besar jika konstanta elastisitasnya sama besar
- Susunan paralel membuat konstanta gabungan bertambah besar.

Contoh soal

- Sebuah beban digantungkan pada dua buah pegas yang dihubungkan paralel seperti gambar 2.10. Konstanta masing-masing pegas 200 N.m^{-1} dan 100 N.m^{-1} . Jika massa beban 3 kg dan percepatan gravitasi setempat $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$, hitunglah:
 - pertambahan panjang (x_p) sistem pegas?
 - buatlah sketsa sistem pegas setelah diberi gaya luar?



Gambar 2.10 Susunan paralel dua buah pegas

Pembahasan:

Diketahui: $k_1 = 200 \text{ N.m}^{-1}$
 $k_2 = 100 \text{ N.m}^{-1}$
 $F = m.g = 3 (10) \text{ N} = 30 \text{ N}$

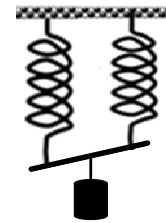
Ditanyakan:

- $x_p = \dots?$
- Sketsa sistem pegas

Penyelesaian:

Konstanta pegas gabungan k_p :
 $k_p = 200 + 100 = 300 \text{ N.m}^{-1}$

Perubahan panjang sistem pegas:
 $x_p = \frac{F}{k_p} = \frac{30}{300} = 0,1 \text{ m} = 10 \text{ cm}$



Gambar 2.11 Sketsa Susunan paralel dua buah pegas setelah diberi beban 30 N

- Dua pegas konstanta masing-masing pegas 100 N.m^{-1} dan 200 N.m^{-1} . Massa beban 3 kg digantung pada sistem pegas di mana percepatan gravitasi setempat $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$, Berapakah pertambahan panjang siste pegas ini?

Pembahasan:

Diketahui: $k_1 = 200 \text{ N.m}^{-1}$
 $k_2 = 100 \text{ N.m}^{-1}$
 $F = m.g = 3 (10) \text{ N} = 30 \text{ N}$

Ditanyakan:

- $x_s = \dots?$
- Sketsa sistem pegas

Penyelesaian:

Konstanta pegas gabungan k_p :
 $k_s = \frac{k_1 \cdot k_2}{k_1 + k_2} = \frac{(200) \cdot (100)}{100 + 200} = \frac{20.000}{300} = 66,67 \text{ N.m}^{-1}$

Perubahan panjang sistem pegas:
 $x_p = \frac{30}{66,67} = 0,45 \text{ m} = 4,5 \text{ cm}$

Penugasan 3: Tugas Berkelompok

Lakukan studi pustaka tentang *shockbreaker* mobil atau motor melalui observasi ke bengkel, studi internet, dan atau studi perpustakaan. Kelompok harus mengumpulkan data untuk menjelaskan:

- Jenis-jenis *shockbreaker* mobil atau motor, jenis yang paling diminati masyarakat dan jenis yang terbaik?
- Kapan sebaiknya *shockbreaker* mobil atau motor sudah harus diganti?
- Jelaskan beberapa tanda bahwa *shockbreaker* mobil atau motor dalam keadaan rusak?

Buat laporan studi pustaka yang Anda lakukan dan sertakan dokumentasi foto say studi dilakukan.

Latihan: Tugas Mandiri

- Sebuah karet elastis memiliki konstanta 50 N.m^{-2} . Berapakah gaya luar yang harus diberikan kepada karet agar memiliki energi potensial 1 Joule? Berapakah besar gaya pemulihan yang dimiliki karet tersebut?
[Jawab: $F = 10 \text{ N}$, $F_{\text{pulih}} = -10 \text{ N}$]
- Dua karet ban dalam sepeda dari jenis yang berbeda dihubungkan seri. Konstanta elastisitas karet 100 Nm^{-1} dan 300 Nm^{-1} . Berapakah konstanta elastisitas dan perubahan panjang sistem karet jika diberi beban 30 N ?
[Jawab: $k_s = 75 \text{ Nm}^{-1}$, $x_s = 40 \text{ cm}$]
- Dua pegas masing-masing dengan konstanta k_1 dan k_2 di mana $k_1 > k_2$. Pegas manakah yang memerlukan usaha lebih besar agar pertambahan panjang kedua pegas sama besar? Jika kedua pegas diberikan gaya yang sama besar, pegas manakah yang memerlukan usaha paling besar?
[Jawab: diperlukan usaha yang lebih besar pada pegas 1; Pegas 2 memerlukan usaha lebih besar]
- Tiga buah pegas dengan konstanta masing-masing 250 Nm^{-1} , 500 Nm^{-1} , dan 750 Nm^{-1} . Ketiga pegas di susun paralel kemudian diberi beban 10 kg . Jika percepatan gravitasi setempat 10 ms^{-2} , berapakah konstanta elastisitas dan pertambahan panjang sistem pegas?
[Jawab: $k_p = 1500 \text{ Nm}^{-1}$, $x_p = 0,067 \text{ m} = 6,7 \text{ cm}$]
- Empat buah *shockbreaker* mobil memiliki pegas dengan konstanta masing-masing 15000 Nm^{-1} . Kemudian 4 orang penumpang yang massanya sama 50 kg naik ke mobil tersebut. Jika percepatan gravitasi setempat 10 ms^{-2} , berapakah konstanta elastisitas dan perubahan panjang sistem pegas mobil tersebut?
[Jawab: $k_p = 60000 \text{ Nm}^{-1}$, $x_p = 0,033 \text{ m} = 3,3 \text{ cm}$]

Unit 4

Mahir Meneliti

Pada Unit 4 ini, Anda akan melakukan penelitian sederhana untuk menentukan konstanta elastisitas karet. Seperti Anda ketahui ada berbagai karet yang digunakan sehari-hari untuk berbagai keperluan. Misalnya karet gelang, karet ban dalam kendaraan, karet pentil sepeda. Dengan mengetahui konstanta elastisitas Anda dapat menjelaskan pemanfaatan bahan-bahan karet tersebut. Untuk maksud itulah kelompok Anda melakukan penelitian sederhana berikut ini.

Untuk melakukan kegiatan ini Anda sudah menyiapkan alat dan bahan sebagai berikut:

1. 4 jenis Karet dari bahan yang berbeda
2. Beban
3. Kertas grafik
4. Statif (penumpu)
5. Penggaris
6. Neraca atau timbangan

Kegiatan Percobaan:

1. Buatlah 4 buah karet dari jenis yang berbeda yang panjangnya 30 cm s.d. 50 cm
2. Menimbang semua beban dan mencatat massanya.
3. Mengaitkan ujung atas karet pada statip dan mengukur panjang pegas sebagai panjang mula-mula (l_0).
4. Mengaitkan ujung bawah karet dengan beban yang paling kecil kemudian mengukur panjang karet sebagai l_1
5. Mengganti/menambah beban yang berbeda massanya (m_2), kemudian mengukur panjang pegas sebagai l_2
6. Mengganti/menambah beban yang berbeda massanya (m_3), kemudian mengukur panjang pegas sebagai l_3
7. Mencatat hasil percobaan dalam tabel percobaan.
8. Mengulangi kegiatan 3 s.d. 7 untuk semua jenis karet yang Anda telah siapkan.

Jenis Karet : (misalnya karet gelang)

Panjang karet mula-mula (l_0) = ... cm

No.	Massa Beban	Panjang karet	Panjang Karet setelah Pengukuran
1.	...		
2.	...		
3.	...		
4.			
5.			

9. Lakukan pengolahan data untuk masing-masing data
10. Pastikan bahwa panjang karet sebelum dan sesudah percobaan tetap sama sehingga Hukum Hooke tetap dapat digunakan.

Laporan Percobaan:

Anda akan mengikuti susunan laporan berikut ini untuk membuat laporan percobaan:

1. Judul Percobaan
2. Tujuan Percobaan
3. Kompetensi yang hendak dicapai (sesuaikan dengan silabus fisika kelas XI)
4. Landasan Teori (siangkat)
5. Alat dan Bahan yang Diperlukan
6. Langkah-langkah percobaan
7. Data Hasil Percobaan
8. Pengolahan Data Hasil Percobaan
9. Analisis Hasil Pengolahan Data Percobaan
10. Kesimpulan
11. Saran
12. Anggota Kelompok

Rangkuman

Sifat benda yang berusaha menghambat deformasi dan cenderung mengembalikan benda ke bentuk dan ukuran semula ketika gaya luar dihilangkan dinamakan elastisitas atau kelenturan.

Gaya deformasi memiliki sifat mengimbangi gaya luar (tekan atau tarik) yang diberikan sehingga resultan gaya yang dihasilkan nol. Apabila gaya luar sedemikian besarnya sehingga tidak dapat lagi diimbangi oleh gaya deformasi maka benda akan patah atau putus.

Besar gaya deformasi atau gaya molekul tiap satuan luas benda dalam keadaan seimbang dinyatakan sebagai tegangan (stress) dan diberi simbol σ .

$$\sigma = \frac{F}{A} = \varepsilon \cdot Y$$

Regangan (ε) merupakan konstanta perbandingan yang nilainya sama dengan hasil perbandingan perubahan panjang dan panjang mula-mula.

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

Modulus Young, disebut juga dengan modulus tarik merupakan ukuran kekakuan suatu bahan elastis yang merupakan ciri dari suatu bahan.

Hubungan tegangan, regangan dan modulus Young dinyatakan dengan persamaan:

$$\sigma = \varepsilon \cdot Y, \rightarrow \frac{\sigma}{\varepsilon} = Y \rightarrow \frac{F \cdot l}{\Delta l \cdot A} = Y$$

Gaya yang timbul pada benda elastis yang mengembalikan posisinya ke keadaan seimbang disebut gaya pemulih.

Pertambahan panjang (x) yang terjadi sebanding dengan besar gaya luar (F) yang diberikan.

Energi yang timbul pada benda elastis/pegas ketika gaya luar diberikan dinamakan energy potensial elastis.

Yang menyebabkan batu terlempar dengan kecepatan tertentu dan mencapai jarak yang jauh adalah energi kinetik batu itu yang berasal dari energy potensial karet ketapel.

Pada susunan seri dari pegas,

- a. Gaya luar yang bekerja pada semua pegas yang di susun sama besar.

$$F_s = k_s \cdot x_s$$

Di mana k_s = konstanta gabungan seri.

x_s = perubahan panjang susunan pegas seri

F_s = gaya luar atau berat beban yang digantung

- b. Nilai konstanta gabungan (k_s) adalah $k_1 < k_s < k_2$ untuk $k_2 > k_1$

$$k_s = \frac{k_1 \cdot k_2}{k_1 + k_2} \text{ atau } \frac{1}{k_s} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$$

- c. Massa pegas ke-2 harus cukup kecil sehingga dapat diabaikan
d. Perubahan panjang pegas adalah jumlah perubahan panjang masing-masing pegas

Pada susunan paralel pegas,

- a. Gaya luar yang bekerja terbagi rata pada semua pegas.

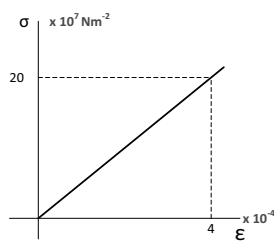
$$F = F_1 + F_2$$

- b. Nilai konstanta gabungan (k_p) adalah $k_p = k_1 + k_2$
- c. Perubahan panjang kedua pegas sama besar jika konstanta elastisitasnya sama besar
- d. Susunan paralel membuat konstanta gabungan bertambah besar.

Tes Formatif

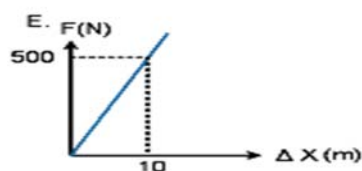
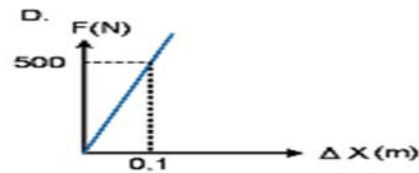
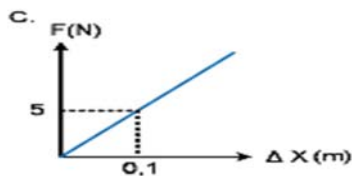
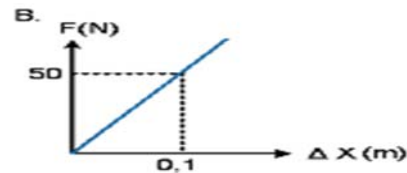
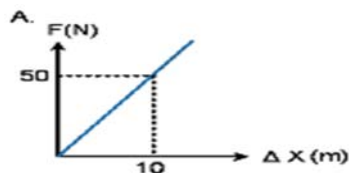
Petunjuk: Pilihlah jawaban yang benar dan isikan pada lembar jawaban yang disediakan!

1. Perhatikan gambar grafik tegangan-regangan sebuah kawat berikut.

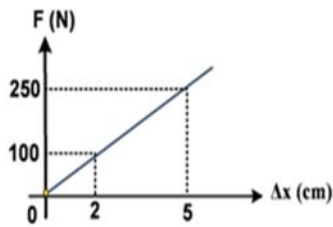


Modulus Young kawat x adalah.....

- a. $5 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$
 b. $10 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$
 c. $20 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$
 d. $40 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$
 e. $80 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$
2. Sebuah balok 10 kg dikaitkan pada sebuah kawat yang memiliki luas penampang $2,4 \text{ mm}^2$. Jika $g = 9,8 \text{ m/s}^2$, tegangan yang dialami kawat tersebut adalah.....
- a. $4,08 \times 10^7 \text{ Nm}^{-2}$
 b. $4,17 \times 10^7 \text{ Nm}^{-2}$
 c. $5,10 \times 10^7 \text{ Nm}^{-2}$
 d. $5,27 \times 10^7 \text{ Nm}^{-2}$
 e. $5,79 \times 10^7 \text{ Nm}^{-2}$
3. Dua buah kawat x dan y panjangnya masing-masing 1 m dan 2 m ditarik dengan gaya yang sama sehingga terjadi pertambahan panjang masing-masing 0,5 mm dan 1 mm. Jika diameter kawat y dua kali diameter kawat x, perbandingan modulus Young kawat x terhadap y adalah....
- a. 1:1
 b. 1:2
 c. 1:4
 d. 2:1
 e. 4:1
4. Perhatikan hubungan antara gaya (F) terhadap pertambahan panjang (ΔX) berikut! Manakah yang memiliki konstanta elastisitas terbesar?



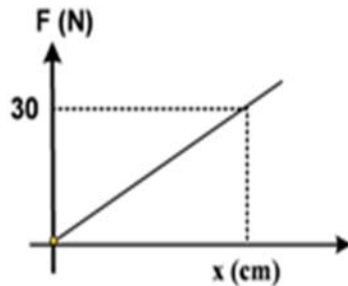
5. Perhatikan grafik yang menunjukkan hubungan pertambahan panjang suatu pegas (Δx) karena pengaruh gaya (F) berikut ini.



Energi potensial yang dimiliki pegas saat meregang 2 cm adalah....

- A. 1 joule
- B. 2 joule
- C. 3 joule
- D. 4 joule
- E. 5 joule

6. Hubungan antara gaya (F) dengan pertambahan panjang (x) dalam suatu percobaan digambarkan seperti pada grafik berikut ini.



Saat pegas ditarik oleh gaya 30 N energi potensial pegas menjadi 0,6 J. Konstanta pegas yang digunakan dalam percobaan tersebut adalah....

- A. 250 N/m
- B. 500 N/m
- C. 600 N/m
- D. 750 N/m
- E. 1500 N/m

7. Sebuah kabel baja lift yang memiliki diameter 4 cm² mengangkat beban 628 kg. Jika $g = 9,8 \text{ m/s}^2$, tegangan kabel baja tersebut adalah....
- A. $0,52 \times 10^6 \text{ Nm}^{-2}$.
 - B. $1,54 \times 10^6 \text{ Nm}^{-2}$.
 - C. $4,90 \times 10^6 \text{ Nm}^{-2}$.
 - D. $7,80 \times 10^6 \text{ Nm}^{-2}$.
 - E. $9,20 \times 10^6 \text{ Nm}^{-2}$.
8. Seutas kawat dengan luas penampang 4mm² ditarik oleh gaya 3,2 N sehingga kawat tersebut mengalami pertambahan panjang sebesar 0,04 cm. Jika panjang kawat pada mula mulanya 80 cm, modulus Young kawat tersebut adalah....
- A. $8,00 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$
 - B. $1,60 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$
 - C. $8,00 \times 10^9 \text{ Nm}^{-2}$
 - D. $1,60 \times 10 \text{ Nm}^{-2}$
 - E. $1,75 \times 10^9 \text{ Nm}^{-2}$
9. Seutas kawat dengan panjang L dan jari-jari r dijepit dengan kuat di salah satu ujungnya. Ketika ujung kawat lainnya ditarik oleh gaya F , panjang kawat bertambah 2 cm. Kawat lain dari bahan yang sama, panjangnya $1/4 L$ dan jari-jari $2r$ ditarik dengan gaya $2F$. Pertambahan panjang kawat ini adalah...
- A. 0,10 cm
 - B. 0,25 cm
 - C. 0,50 cm
 - D. 1,50 cm
 - E. 2,00 cm

10. Sebuah batang silindris pejal terbuat dari besi yang panjangnya 4 m dengan diameter 9,0 cm. Batang tersebut dipasang vertikal dan diujung atasnya diletakkan beban 80.000 kg. Jika modulus Young besi tersebut $1,9 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$, batang besi tersebut akan mengalami pemendekan sebesar....
- 2,32 mm
 - 2,51 mm
 - 2,64 mm
 - 2,80 mm
 - 3,22 mm
11. Beberapa beban maksimum yang boleh di gantung pada seutas kawat baja dengan luas penampang 5mm^2 , jika diketahui regangan yang tidak boleh melebihi 0,001 (modulus elastis baja $2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$) adalah...
- 500 N
 - 1000 N
 - 1500 N
 - 2000 N
 - 2500 N
12. Empat buah pegas masing-masing dengan konstanta C disusun secara paralel. Konstanta pegas yang disusun paralel adalah...
- $1/2$
 - $1/4$
 - C
 - 4 C
 - 2C
13. Tiga buah pegas memiliki konstanta sama disusun secara seri dan pada ujung bawahnya digantungi beban 6 kg, pegas memanjang 5 cm. Perpanjangan susunan pegas jika diberi beban 8 kg adalah....
- 6,22 cm
 - 6,46 cm
 - 6,67 cm
 - 6,70 cm
 - 7,02 cm
14. Seorang siswa memiliki massa 50 kg, bergantung pada ujung pegas sehingga pegas bertambah panjang 10 cm, nilai tetapan pegas adalah....
- 500 N/m
 - 5 N/m
 - 50 N/m
 - 20 N/m
 - 5.000 N/m
15. Berapa beban maksimum yang boleh digantung pada seutas kawat baja dengan luas penampang 5mm^2 , jika diketahui regangan yang tidak boleh melebihi 0,001 (modulus elastis baja adalah $2 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$)

- a. 500 N
- b. 1000 N**
- c. 1500 N
- d. 2000 N
- e. 2500 N

16. Untuk meregangkan sebuah pegas sebesar 4 cm diperlukan usaha sebesar 0,16 J. Untuk meregangkan pegas sebesar 2 cm maka diperlukan gaya sebesar....

- a. 0,8 N
- b. 1,6 N
- c. 2,4 N
- d. 3,2 N
- e. 4,0 N**

17. Tiga pegas dengan konstanta $k_1 = 20 \text{ N/m}$, $k_2 = 30 \text{ N/m}$, $k_3 = 60 \text{ N/m}$. Ketiga pegas dirangkaikan dengan cara seri, paralel, atau gabungan keduanya, akan didapatkan konstanta pegas:

- (1). 10 N/m
- (2). 40 N/m
- (3). 45 N/m
- (4). 110 N/m

Pernyataan yang benar adalah...

- a. (1), dan (4)**
- b. (1), dan (3)
- c. (2), dan (4)
- d. (1), (2), dan (3)
- e. (1), (2), (3), dan (4)

18. Sebuah pegas panjangnya 50 cm dengan konstanta pegas 200 N/m, dipotong menjadi dua bagian yang sama. Potongan pegas tersebut ditarik dengan gaya 40 N dan akan bertambah panjang sebesar...

- a. 5 cm
- b. 10 cm**
- c. 15 cm
- d. 20 cm
- e. 25 cm

19. Sebuah sepeda motor menggunakan dua shock breaker depan dan dua shock breaker belakang. Setiap shock breaker memiliki konstanta pegas sama, yaitu sebesar 2.500 N/m. Ucok yang massanya 50 kg ($g=10 \text{ m/s}^2$) duduk di atas sepeda motor itu dan berada pada titik kesetimbangan dari keempat shock breaker. Perubahan panjang setiap shock breaker adalah...

- a. 2,5 cm
- b. 5,0 cm**
- c. 7,5 cm
- d. 10,0 cm
- e. 12,5 cm

20. Sebuah pegas yang panjangnya 100 cm dipotong menjadi tiga bagian, dengan perbandingan panjang 2:3:5. Jika setiap pegas ditarik dengan gaya yang sama besar, perbandingan pertambahan panjang setiap pegas adalah...

- a. 2 : 3 : 5
- b. 5 : 3 : 2
- c. 6 : 10 : 15
- d. 15 : 10 : 6
- e. 3 : 5 : 10

Kriteria Pindah Modul dan Umpan Balik

Jika Tingkat Penguasaan Anda minimal C (Cukup) atau mencapai angka 70, Anda dianggap cukup menguasai materi pada Modul 6 ini, dan dipersilahkan maju ke Modul 7 dengan judul "Aku Benda Elastis".

Jika Tingkat Penguasaan kurang dari 70, Anda harus mempelajari kembali materi yang belum berhasil dikuasai dengan baik. Setelah Anda menguasai materi tersebut Anda dapat melanjutkan ke Modul Berikutnya. Sehubungan dengan materi yang harus diulangi Anda harus berkonsultasi kepada Tutor untuk membicarakan teknis pelaksanaan remedialnya. Tentang strategi dan teknis remedial yang akan dilakukan, sepenuhnya merupakan kewenangan Tutor.

Kami menunggu Anda di Modul 7 dengan pokok bahasan yang tidak kalah menarik, yang berjudul "Aku benda Elastis".

Terimakasih untuk upaya Anda mempelajari dan menguasai modul 6

Salam Majawa (Man Jadda Wajada).

KUNCI JAWABAN TES FORMATIF

- | | |
|--|---------------------|
| 1. A. $5 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ | 11. e. 2500 N |
| 2. A. $4,08 \times 10^7 \text{ Nm}^{-2}$ | 12. d. 4 C |
| 3. B. 1 : 2 | 13. c. 6,67 cm |
| 4. D. 5000 Nm^{-2} | 14. e. 5.000 N/m |
| 5. E. 5 joule | 15. b. 1000 N |
| 6. E. 1500 N/m | 16. e. 4,0 N |
| 7. B. $1,54 \times 10^6 \text{ Nm}^{-2}$. | 17. a. (1), dan (4) |
| 8. D. $1,60 \times 10 \text{ Nm}^{-2}$ | 18. b. 10 cm |
| 9. C. 0,50 cm | 19. b. 5,0 cm |
| 10. c. 2,64 mm | 20. a. 2 : 3 : 5 |

SARAN REFERENSI

Kanginan, Marthen, 2017, Fisika Untuk Kelas XI , Jakarta: Penerbit Erlangga

<https://www.youtube.com/watch?v=toPDQwSk0Tw>

https://www.youtube.com/watch?v=U2IRS3pnJDo&start_radio=1&list=RDU2IRS3pnJDo

https://www.youtube.com/watch?v=-2xh2Fz_XNo

DAFTAR PUSTAKA

Young, Hugh D. & Freedman, Roger A., 2002, *Fisika Universitas (terjemahan)*, Jakarta : Penerbit Erlangga

Sarojo, Garnijanti Aby, 2002, *Seri Fisika Dasar Mekanika*, Jakarta: Penerbit Salemba Teknik.

Giancoli, Douglas C., 2001, *Fisika Jilid I (terjemahan)*, Jakarta : Penerbit Erlangga

Tipler, P.A.,1998, *Fisika untuk Sains dan Teknik-Jilid I (terjemahan)*, Jakarta : Penerbit Erlangga

Surya, Yohanes, M.Sc., P.Hd., 1996, *Olimpiade Fisika, Teori dan Latihan Fisika Menghadapi Masa Depan*, Jakarta: Penerbit P.T. Primatika Cipta Ilmu

Halliday dan Resnick, 1991, *Fisika Jilid I, Terjemahan*, Jakarta : Penerbit Erlangga

Abdullah, Mikrajuddin, 2006, *Fisika SMA dan MA Untuk kelas XI Semester 1 & 2*, Jakarta: Penerbit Esis

<https://www.youtube.com/watch?v=rLafKnka0ZY>

<https://www.youtube.com/watch?v=vDt65wh3hv0>

PROFIL PENULIS

Nama Lengkap : Sanserlis F. Toweula
HP : 081314066855
E-Mail : sanserlis@gmail.com
Alamat Rumah : Cibubur Country, The Royal II Nomor 22
Jalan Letda Nasir, Cikeas Udik
Gunung Putri, Bogor Jawa Barat (16966)



Bidang Studi : Fisika

Riwayat Pekerjaan/Profesi dalam 10 Tahun Terakhir

1. Guru SMA Negeri 30 Jakarta (1987 - 2013)
2. Pengawas Sekolah SMA Jakarta Pusat (2014 - sekarang)

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

1. S1 Jurusan Fisika, IKIP Negeri Jakarta (lulus tahun 1984)
5. S2 Jurusan Fisika Murni dan Terapan, Universitas Indonesia (lulus tahun 2006)

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

- Fokus Ujian Nasional SMA, Erlangga, 2010, 2011, 2012, 2013,
- Simulasi Ujian Nasional SMA, Erlangga, 2010. 2011, 2012, 2013
- Teori Relativitas Khusus (Modul e_learning), 2008
- Dualisme Gelombang dan Partikel, (Modul e_learning), 2008

Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

- Metode MADA (Mapping, Analysis, Directing, Assessment), 2012
- Meningkatkan Hasil Ujian Nasional Sekolah Binaan dengan Metode MADA, 2016