

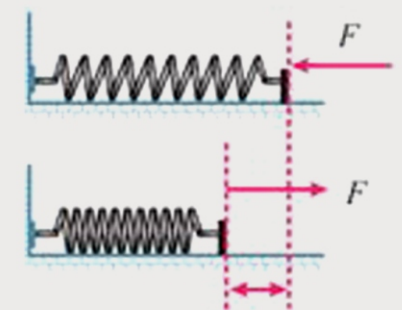
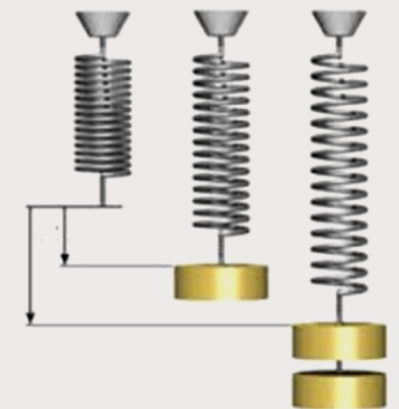
Model perkuliahan *OPthree* merupakan model perkuliahan inovatif yang dirancang dan dikembangkan untuk memfasilitasi mahasiswa agar lebih aktif membangun pengetahuannya sendiri berdasarkan paradigma pembelajaran *Student Centered*. Model ini dikembangkan dengan menggunakan model pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) dan dukungan teori belajar menurut Jean Piaget, Vigotsky, David Ausubel, Bruner, dan konstruktivisme. Sintaks model ini terdiri dari Orientasi, Pengamatan, Pemaparan, Pelaporan dan disingkat *OPthree* yang terinspirasi dari hasil penggabungan (*combine*) sintaks model pembelajaran *Predict-Observe-Explain (POE)* dan sintaks model pembelajaran *Think-Talk-Write (TTW)*. Model ini telah teruji aspek validitas, kepraktisan, dan efektivitasnya melalui uji coba dan dapat meningkatkan hasil belajar mahasiswa dari domain kognitif, afektif, dan psikomotor serta keterampilan proses sains mahasiswa pada materi elastisitas bahan, hukum Hooke, susunan pegas, dan getaran pegas. Direkomendasikan dapat diimplementasikan pada pembelajaran sains sebagai upaya meningkatkan kualitas proses dan hasil perkuliahan. Selain itu juga direkomendasikan untuk dapat dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menerapkan model ini sebagai upaya untuk menguji tingkat konsistensi temuan-temuan dari hasil uji coba dengan model ini.



H. Mursalin, dilahirkan di Desa Liu Kecamatan Sabbangparu Kabupaten Wajo Provinsi Sulawesi Selatan pada tanggal 12 April 1957 dari pasangan Ambo Dalle DG. Mallongi dan Haja Salma. Tamat SDN Massappaliu 83 di Liu (1971), SMP Muhammadiyah Watansoppeng (1974), dan SMAN 200 Watansoppeng. Gelar Sarjana Pendidikan Fisika (1983) pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam IKIP Ujung Pandang. Sebelum meraih gelar Sarjana, penulis sudah berkecimpung dalam bidang pendidikan. Tahun 1980 –1983 menjadi asisten dosen pada almaternya pada matakuliah Termodinamika. Selain itu sebagai guru mata pelajaran Fisika di SMA Negeri 1 Sunggumina Gowa (1981), SMA Sawerigading Ujung Pandang (1982 – 1985), dan SMA Trisakti Ujung Pandang (1981 – 1983). Tahun 1986 menjadi staf pengajar (dosen) tetap di Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP) Universitas Samratulangi di Gorontalo (sekarang Universitas Negeri Gorontalo) pada matakuliah Fisika Dasar di Program Studi Pendidikan Matematika dan tugas tambahan sebagai guru mata pelajaran Fisika di SMA Tridharma Gorontalo (1986 – 1988) dan SMA Prasetya Gorontalo (1986 – 1988). Setelah terbentuk Program Studi Pendidikan Fisika (1988) di FKIP Unsrat Manado, penulis mengajar sejumlah matakuliah wajib di bidang Pendidikan Fisika. Tahun 1990 mengikuti Pelatihan Calon Pelatih Guru Pamong dan Dosen Pembimbing PPL di Bogor. Setelah itu (1990) mengikuti Sistem Martikulasi (Pra S2) di Jurusan Fisika Universitas Gajah Mada dan gelar Magister Sains (M.Si) diraihnya pada tahun 1995. Ketua Program Studi Pendidikan Fisika (1988 – 1995). Tahun 2003 mengikuti Pelatihan Calon Konsultan SEQIP Tahap 1 dan 2. Tahun 2007 tugas belajar di Universitas Pendidikan Indonesia (UPI) pada Program Doktor Pendidikan IPA dan gelar doktor diraih Januari tahun 2012. Ketua Program Studi Magister Pendidikan Fisika Pascasarjana Universitas Negeri Gorontalo (2012 – 2019); Asesor Sertifikasi Dosen (2019 – sekarang), mengikuti Pelatihan Audit Mutu Internal (2020) sekaligus sebagai Auditor Mutu Internal UNG (2020-sekarang). Penulis juga banyak mengikuti Seminar Nasional dan Internasional di Pendidikan ke-IPA-an dan beberapa tulisan artikel di Jurnal Nasional terakreditasi maupun Internasional. Perasaan sangat bersyukur kehadiran Allah SWT ketika mendapat Surat Keputusan (SK) Guru Besar di Tahun 2015.

BUKU MODEL PERKULIAHAN *OPthree* DAN PERANGKATNYA ELASTISITAS DAN HUKUM HOOKE

Alternatif Desain Perkuliahan yang Menyenangkan



**BUKU MODEL PERKULIAHAN OP*three*
DAN PERANGKATNYA ELASTISITAS
DAN HUKUM HOOKE**

Alternatif Desain Perkuliahan yang Menyenangkan

**MURSALIN
SUPARTIN
TRISNAWATY J. BUHUNGO
LUKMAN SAMATOWA**



**BUKU MODEL PERKULIAHAN OP*three* DAN PERANGKATNYA
ELASTISITAS DAN HUKUM HOOKE
Alternatif Desain Perkuliahan yang Menyenangkan**

Penulis

Mursalin

Supartin

Trisnawaty J. Buhungo

Lukman Samatowa

Tata Letak

Ulfa

Desain Sampul

Faizin

15.5 x 23 cm, vi + 161 hlm.

Cetakan I, November 2022

ISBN: 978-623-466-164-4

Diterbitkan oleh:

ZAHIR PUBLISHING

Kadisoka RT. 05 RW. 02, Purwomartani,

Kalasan, Sleman, Yogyakarta 55571

e-mail : zahirpublishing@gmail.com

Anggota IKAPI D.I. Yogyakarta

No. 132/DIY/2020

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang.

Dilarang mengutip atau memperbanyak
sebagian atau seluruh isi buku ini
tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas segala limpahan rahmat dan karuniaNya sehingga Buku Model Perkuliahan *OPthree* dan Perangkatnya pada topik Elastisitas dan Hukum Hooke ini dapat diselesaikan. Pengembangan Buku Model Perkuliahan dan Perangkatnya ini dilakukan untuk meningkatkan kualitas pendidikan dan pembelajaran Fisika Dasar yang menekankan pada kemampuan mahasiswa dalam belajar sesuai Capaian Pembelajaran/Perkuliahan yang ditetapkan.

Buku hasil penelitian ini terdiri dari dua bagian; **pertama** adalah Buku Model Perkuliahan *Opthree*, dan yang **kedua** adalah Perangkatnya yang memuat Bahan Ajar; Rencana Perkuliahan Semester (RPS); Skenario Perkuliahan; Lembar Kerja Mahasiswa (LKM); Instrumen Penilaian hasil belajar dan keterampilan proses sains.

Tim penulis buku ini telah berupaya maksimal untuk memaparkan konten secara tuntas baik pada Buku Model maupun perangkat perkuliahan pada topik Elastisitas dan Hukum Hooke, namun demikian tim penulis sangat menyadari bahwa pemaparan tersebut pasti tidak luput dari berbagai kekurangan-kekurangan dan kelemahan-kelemahan. Oleh karena itu, tim penulis sangat berharap koreksi dan saran dari semua pihak yang terkait sehingga dengan kekurangan-kekurangan dan kelemahan-kelemahan tersebut dapat dilakukan revisi dan penyempurnaan buku model ini.

Akhirnya ucapan terima kasih disampaikan dengan hormat kepada:

1. Pimpinan Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Gorontalo yang telah memfasilitasi pelaksanaan penelitian dan penulisan Buku Model Perkuliahan *OPthree* dan Perangkatnya pada topik Elastisitas dan Hukum Hooke ini.

2. Semua pihak yang telah membantu penulisan dan terbitnya Buku Model Perkuliahan *OPthree* dan Perangkatnya ini

Gorontalo, 2022

Tim Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
BAB I	
PENDAHULUAN	1
A. Rasionalisasi Model Perkuliahan <i>OPthree</i>	1
B. Tujuan Model Perkuliahan <i>OPthree</i>	5
BAB II	
DUKUNGAN TEORETIS.....	7
A. Teori Piaget.....	7
B. Teori Vygotsky	8
C. Belajar Penemuan Bruner	9
D. Teori Ausubel	11
E. Teori Konstruktivisme	12
BAB III	
MODEL PERKULIAHAN <i>OPthree</i>	15
A. Alur Berpikir Terbentuknya Model Perkuliahan <i>OPthree</i>	15
B. Karakteristik Model Perkuliahan <i>OPthree</i>	16
C. Komponen Model Perkuliahan <i>OPthree</i>	24
D. Dampak Pembelajaran Langsung	27
E. Keunggulan dan Kelemahan Model Perkuliahan <i>OPthree</i>	28
BAB IV	
PEDOMAN PELAKSANAAN PROSES PERKULIAHAN <i>OPthree</i>	31
A. Perencanaan Model Perkuliahan <i>OPthree</i>	31
B. Pelaksanaan Model Perkuliahan <i>OPthree</i>	33
C. Pengelolaan Lingkungan Belajar	35
D. Evaluasi	37

BAB V	
BAHANN AJAR	41
A. Modulus Elastisitas Bahan	41
B. Hukum Hooke	49
C. Susunan Pegas	52
D. Getaran Pegas	60
BAB VI	
RENCANA PERKULIAHAN SEMESTER	75
A. Modulus Elastisitas Bahan	75
B. Hukum Hooke	81
C. Susunan Pegas	87
D. Getaran Pegas	93
BAB VII	
SKENARIO PERKULIAHAN	103
A. Modulus Elastisitas Bahan	103
B. Hukum Hooke	109
C. Susunan Pegas	113
D. Getaran Pegas	118
BAB VIII	
LEMBAR KERJA MAHASISWA.....	125
A. Modulus Elastisitas	125
B. Hukum Hooke	129
C. Susunan Pegas.....	134
D. Getaran Pegas	139
BAB IX	
INSTRUMEN TES	143
A. Tes Hasil Belajar Kognitif.....	143
B. Tes Keterampilan Proses Sains.....	154

BAB I

PENDAHULUAN

A. Rasionalisasi Model Perkuliahan *OPthree*

Pendidikan adalah sektor yang sangat menentukan kualitas hidup warga negara atau masyarakat suatu bangsa. Secara umum Tujuan pendidikan adalah membantu perkembangan anak didik untuk mencapai tingkat kedewasaan (Kasan, 2005). Pendidikan bermaksud membantu peserta didik untuk menumbuh kembangkan potensi-potensi kemanusiannya. Pendidikan di sekolah tidak lepas dari kegiatan belajar mengajar yang meliputi seluruh aktifitas yang menyangkut pemberian materi agar peserta didik memperoleh kecakapan pengetahuan yang bermanfaat bagi kehidupan. Proses belajar mengajar yang terjadi antara peserta didik dan pendidik tidak lepas dari ilmu pengetahuan. Setiap ilmu pengetahuan mempunyai spesifik yang membedakan ilmu tersebut dengan ilmu lainnya. Seperti Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) dan Ilmu pengetahuan sosial (IPS) keduanya mempunyai perbedaan yang spesifik dalam hal pembatasannya.

IPA atau sering disebut dengan sains adalah ilmu pengetahuan yang berkaitan dengan cara mencari tahu tentang alam sekitar secara sistematis. IPA atau sains bukan hanya penguasaan sekumpulan pengetahuan berupa fakta-fakta, konsep dan prinsip melainkan juga merupakan suatu proses penemuan dan pembuktian atau pengetahuan yang melingkupi suatu kebenaran umum dari hukum-hukum alam yang terjadi misalnya didapatkan dan dibuktikan melalui metode ilmiah. IPA atau sains merupakan ilmu yang mendasari perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, serta mencakup sekumpulan pengetahuan ilmiah (*scientific knowledge*) yang diperoleh melalui serangkaian proses kegiatan ilmiah yang disebut produk sains yakni fakta-fakta, konsep, prinsip, teori, hukum, generalisasi

serta model; juga mencakup proses dan sikap ilmiah yakni berbagai keterampilan dan sikap yang digunakan untuk memperoleh dan mengembangkan produk-produk sains (Rutherford & Ahlgren, 1990; NRC, 1996). Menurut Carin (1997), produk sains merupakan ilmu pengetahuan terstruktur yang diperoleh melalui proses aktif, dinamis dan eksploratif dari kegiatan induktif. Dalam hal ini Ilmu Pengetahuan Alam merujuk kepada sebuah sistem untuk mendapatkan pengetahuan yang dengan menggunakan pengamatan dan eksperimen untuk menggambarkan dan menjelaskan fenomena-fenomena yang terjadi di alam. Lebih Lanjut Suastra (Ali,2013) menjelaskan bahwa pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) merupakan cara yang ideal untuk memperoleh kompetensi seperti keterampilan-keterampilan memelihara sikap dan mengembangkan konsep-konsep yang berkaitan dengan pengalaman sehari-hari.

Konsep-konsep IPA diartikan sebagai alat yang digunakan untuk mengorganisasikan pengetahuan dan pengalaman kedalam berbagai macam kategori (Arends, 2012: 324). Penguasaan konsep merupakan pemahaman yang bukan hanya mengingat konsep yang sudah dipelajari, tetapi juga mampu mengungkapkan kembali ke dalam bentuk lain atau dengan kata-kata sendiri sehingga mudah dimengerti, namun tidak mengubah makna (Purwanto, 2012:44).

Pembelajaran IPA di sekolah cenderung menekankan pada aspek menghafal konsep dalam proses pembelajaran, sehingga ada peserta didik yang menggunakan cara hapalan untuk mengatasi kesulitan belajar. Menurut Liliyasi (2007) bahwa proses pembelajaran IPA di sekolah umumnya dilakukan secara verbalistik dan disajikan melalui metode ceramah sehingga menuntut siswa mengenal istilah-istilah IPA secara hafalan tanpa makna. Guru-guru IPA di sekolah menengah tidak menguasai isi pelajaran dan cara mengajarkannya (Wahab, 2002).

Para peserta didik memang memiliki sejumlah pengetahuan, namun pengetahuan itu hanya didapatkan dari guru tanpa mereka bisa menemukan konsep dari ilmu pengetahuan itu sendiri. Keterampilan Proses Sains (KPS) dapat memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menemukan sendiri konsep ilmu pengetahuan dengan

cara membuat hipotesa, mengobservasi, menyimpulkan dan mengkomunikasikan .

Keterampilan Proses Sains (KPS) adalah salah satu pendekatan yang menekankan pada fakta dan pendekatan konsep yang digunakan dalam pembelajaran IPA yang didasarkan pada langkah kegiatan dalam menguji sesuatu hal yang biasa dilakukan oleh para ilmuwan pada waktu membangun dan membuktikan suatu teori. Dalam penguasaan konsep memungkinkan siswa merasakan hakikat sains serta membuat mereka terampil melakukan kegiatan yang berhubungan dengan sains. Menurut Wiranata (2013) keterampilan proses sains yang dimiliki oleh siswa memberikan dampak yang besar terhadap hasil belajar. Hal ini sejalan dengan pendapat (Avianti & Yonata, 2015) bahwa kelebihan keterampilan proses sains adalah dapat membuat siswa bersifat kreatif, aktif, termampil dalam berpikir dan terampil dalam memperoleh pengetahuan.

KPS merupakan suatu proses yang mampu mengembangkan sejumlah keterampilan tertentu pada diri peserta didik agar mereka mampu memproses informasi sehingga ditemukan hal-hal yang baru yang bermanfaat baik berupa fakta, konsep maupun pengembangan sikap dan nilai (Lette & Yuliati, 2016). Menurut Bakar & Mursal (2015), keterampilan proses adalah salah satu pendekatan disamping pendekatan yang menekankan pada fakta dan pendekatan konsep yang digunakan dalam pembelajaran IPA yang didasarkan pada langkah kegiatan dalam menguji sesuatu hal yang biasa dilakukan oleh para ilmuwan pada waktu membangun dan membuktikan suatu teori. Dalam keterampilan proses fisika, memungkinkan mahasiswa merasakan hakekat fisika serta membuat mereka terampil melakukan kegiatan yang berhubungan dengan fisika. Kelebihan Keterampilan Proses Sains adalah dapat membuat mahasiswa menjadi bersifat kreatif, aktif, terampil dalam berpikir dan terampil dalam memperoleh pengetahuan (Avianti & Yonata; 2015).

Hasil observasi peneliti terhadap hasil belajar pada perkuliahan fisika dasar, khususnya materi elastisitas dan hukum Hooke didapatkan bahwa hasil belajar perkuliahan belum memuaskan khususnya hasil

Keterampilan Proses Sains. Hal ini perlu segera diatasi, sebab akan berpengaruh terhadap mutu lulusan sebagai calon guru dan mutu pembelajaran yang akan diterapkan.

Selain itu berdasarkan hasil wawancara dengan mahasiswa yang telah melaksanakan perkuliahan fisika dasar bahwa kegiatan praktikum belum mampu melatih Keterampilan Proses Sains seperti **merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, merancang percobaan, menarik kesimpulan** dan **kegiatan lain** yang dapat melatih keterampilan proses sains.

KPS itu sendiri sangat penting dikembangkan dalam pembelajaran fisika dan diharapkan mampu membantu peserta didik untuk menemukan fakta-fakta, membangun konsep-konsep dan teori-teori yang mengacu pada prosesnya.

Hasil penelitian (Kustijono, 2012) menunjukkan bahwa keterampilan proses sains (dasar dan terpadu) mahasiswa menunjukkan kategori kurang pada semua keterampilan (dasar dan terpadu) khususnya pada keterampilan dalam merumuskan hipotesis dan menafsirkan data. Hasil penelitian lainnya (Kustijono, 2013) tentang persepsi mahasiswa dan guru terhadap keterampilan ilmiah di SMA menunjukkan bahwa pengembangan keterampilan ilmiah siswa dalam pembelajaran fisika di SMA selama ini secara umum masih belum maksimal.

KPS merupakan suatu proses yang mampu mengembangkan sejumlah keterampilan tertentu pada diri peserta didik agar mereka mampu memproses informasi sehingga ditemukan hal-hal yang baru yang bermanfaat baik berupa fakta, konsep maupun pengembangan sikap dan nilai (Lette & Yuliati: 2016: 1020). Menurut Bakar & Mursal (2015), keterampilan proses adalah salah satu pendekatan di samping pendekatan yang menekankan pada fakta dan pendekatan konsep yang digunakan dalam pembelajaran IPA yang didasarkan pada langkah kegiatan dalam menguji sesuatu hal yang biasa dilakukan oleh para ilmuwan pada waktu membangun dan membuktikan suatu teori. Dalam keterampilan proses fisika, memungkinkan mahasiswa

merasakan hakekat fisika serta membuat mereka terampil melakukan kegiatan yang berhubungan dengan fisika. Kelebihan keterampilan proses adalah dapat membuat mahasiswa menjadi bersifat kreatif, aktif, terampil dalam berpikir dan terampil dalam memperoleh pengetahuan (Avianti & Yonata; 2015).

Penerapan model pembelajaran **OPthree** (Orientasi, Pengamatan, Pemaparan, dan Pelaporan) ini dapat menumbuhkan keterampilan proses sains. Hal ini dikarenakan tahapan atau sintaks dari model pembelajaran *OPthree* ini merupakan bagian dari aspek-aspek yang ada di dalam keterampilan proses sains.. Aspek-aspek dari keterampilan proses sains itu sendiri dapat mencakup aspek mengamati (observasi), mengelompokkan (mengklasifikasi), menafsirkan (interpretasi), meramalkan (prediksi), mengajukan pertanyaan, berhipotesis, merencanakan penelitian/percobaan, menerapkan konsep, dan berkomunikasi.

Alasan diterapkannya model pembelajaran *OPthree* melalui metode eksperimen karena model perkuliahan *OPthree* ini akan lebih mudah diterapkan jika melalui praktikum atau demonstrasi dan tahapan model pembelajaran *OPthree* tersebut lebih banyak terlihat saat kegiatan praktikum. Hasil penelitian Rahayu (2013) menyatakan psikomotorik peserta didik terlihat lebih aktif dan lebih terarah saat praktikum. Model pembelajaran *OPthree* menjadikan peserta didik lebih siap praktikum dan terarah saat praktikum. Model pembelajaran *OPthree* menjadikan peserta didik lebih siap praktikum yang akan mereka lakukan jika peserta didik membaca teori dan cara kerja praktikum yang akan mereka lakukan. Jika peserta didik membaca teorinya, maka peserta didik dapat memprediksi hasil praktikum yang akan dilakukan. Selain itu peserta didik juga bisa berinteraksi langsung dengan alat dan bahan dan akibatnya peserta didik dapat menguji prediksi melalui pengamatan.

B. Tujuan Model Perkuliahan *OPthree*

1. Tersedianya Buku Model Pembelajaran *OPthree* pada Fisika Dasar II topik Elastisitas dan Hukum Hooke pada pendidik/

dosen dan mahasiswa sebelum pelaksanaan perkuliahan dan *transfer of knowledge*.

2. Menjadi pegangan dosen dan mahasiswa dalam perkuliahan Fisika Dasar II khususnya pada topik Elastisitas dan Hukum Hooke.
3. Meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan proses sains mahasiswa pendidikan fisika melalui tahapan atau sintaks model pembelajaran *OPthree*.

BAB II

DUKUNGAN TEORETIS

A. Teori Piaget

Sebelum mempelajari teori Piaget perlu dipahami terlebih dahulu tentang istilah proses **akomodasi** (*accommodation*), **asimilasi** (*assimilation*), dan **ekuilibrisasi** (*equilibration*). **Akomodasi** merupakan kemampuan peserta didik untuk menyesuaikan dirinya terhadap lingkungan. **Asimilasi** merupakan kemampuan peserta didik untuk mengubah lingkungan untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Proses akomodasi dan asimilasi diimbangi oleh suatu proses yang disebut ekuilibrisasi. **Ekuilibrisasi** merupakan kemampuan peserta didik untuk menyusun dan mengatur proses akomodasi dan asimilasi.

Jean Piaget membagi perkembangan intelektual peserta didik menjadi **struktur**, **isi**, dan **fungsi** (Prasetyo, 2001). Aspek **struktur** juga disebut **skemata**. **Struktur (skemata)** merupakan suatu organisasi mental dan terbentuk ketika seorang peserta didik berinteraksi dengan lingkungannya. Dengan kata lain, peserta didik yang telah memiliki skemata sebagai hasil dari interaksi dengan lingkungannya dikatakan telah mengalami perubahan perkembangan intelektualnya. Beberapa ahli yang lain menyebut **skemata** sebagai **konsep**. Aspek **isi** merupakan pola perilaku yang khas yang dimiliki peserta didik dan tampak pada respon yang diberikannya terhadap suatu situasi/masalah yang dihadapainya. Aspek fungsi merupakan cara, metode atau strategi yang digunakan oleh peserta didik untuk membuat kemajuan intelektualnya (Dahar, 1989).

Jean Piaget menyatakan bahwa peserta didik membangun sendiri skemanya dan membangun konsep-konsep melalui pengalaman-pengalaman. Keaktifan peserta didik menjadi unsur yang amat penting dalam menentukan kesuksesan belajar. Aktivitas mandiri adalah jaminan untuk mencapai hasil belajar yang optimal (Suparno, 1997:30).

Perolehan kecakapan intelektual akan berhubungan dengan proses mencari keseimbangan antara apa yang mereka rasakan dan diketahui pada satu sisi dengan apa yang mereka lihat suatu fenomena baru sebagai pengalaman. Keseimbangan (ekuilibrisasi) dapat diperoleh seorang peserta didik dengan melakukan adaptasi dengan lingkungannya. Proses adaptasi terjadi secara simultan dalam dua bentuk, yaitu melalui asimilasi dan akomodasi. Asimilasi terjadi, jika siswa mengintegrasikan pengetahuan baru dari luar kedalam struktur kognitif yang telah ada dalam dirinya. Akomodasi dapat terjadi, jika siswa memodifikasi struktur kognitif yang merupakan fungsi dari pengalaman dan kedewasaan.

B. Teori Vygotsky

Vygotsky menyatakan bahwa pembelajaran dapat berjalan baik apabila peserta didik belajar menanggapi tugas-tugas yang belum dipelajarinya, namun tugas-tugas tersebut masih berada dalam jangkauan pemikiran mereka (Suparno,1997:65). Vygotsky menekankan tiga prinsip dalam pembelajaran yaitu:

1. Daerah perkembangan terdekat (*Zone of Proximal Development*)
Vygotsky menyatakan bahwa daerah perkembangan terdekat merupakan daerah di antara tingkat perkembangan aktual dan tingkat perkembangan potensial seseorang. Tingkat perkembangan aktual merupakan tingkat perkembangan belajar seseorang saat ini yang diperolehnya dengan kemampuan sendiri, sedangkan tingkat perkembangan potensial merupakan perkembangan belajar seseorang saat ini yang hanya dapat dikembangkan melalui bimbingan orang dewasa atau dengan kolaborasi dengan teman-teman sebayanya yang lebih mampu (Nur & Wikandari, 2004:5).
2. Pemagangan kognitif (*cognitive apprenticeship*)
Pemagangan kognitif merupakan proses dimana seorang siswa tahap demi tahap mencapai kepakaran dalam interaksinya dengan seorang pakar, orang dewasa, atau teman sebaya yang lebih

tinggi kemampuannya. Pemagangan kognitif dilakukan dengan mendampingi siswa pada saat melakukan aktivitas pembelajaran, bertindak sebagai model, memberikan umpan balik dan tahap demi tahap memperkenalkan sesuatu yang baru yang belum diketahui siswa (Nur & Wikandari, 2004:5).

3. *Scaffolding* atau *Mediated learning*

Menurut Vygotsky, *Scaffolding* merupakan pemberian sejumlah bantuan kepada seorang peserta didik selama tahap awal pembelajaran dan kemudian mengurangi bantuan tersebut dan memberikan kesempatan kepada siswa tersebut untuk mengambil alih tanggung jawab yang semakin besar segera setelah mereka dapat melakukannya (Nur & Wikandari, 2004:5). *Scaffolding* merupakan bantuan yang diberikan pada siswa untuk belajar atau memecahkan masalah. Bantuan tersebut dapat berupa petunjuk, dorongan, peringatan, menguraikan masalah dalam langkah-langkah pemecahan, memberikan contoh, dan tindakan lain yang mendorong siswa untuk belajar.

C. Belajar Penemuan Bruner

Menurut Bruner (1973), mengkonstruksi pengetahuan berdasarkan masalah dengan strategi penemuan melibatkan tiga fase yaitu: (1) memperoleh informasi, yaitu melalui penambahan pengetahuan, memperhalus dan memperdalam, dan informasi yang betentangan dengan apa yang dimiliki sebelumnya, (2) melakukan transformasi, yaitu informasi itu harus dianalisis, diubah atau ditransformasi kedalam bentuk yang lebih abstrak atau konseptual agar dapat digunakan untuk hal-hal yang lebih luas, dalam hal ini bantuan guru sangat diperlukan, dan (3) mengevaluasi, yaitu tahapan menilai manakah pengetahuan yang diperoleh dan ditransformasikan itu dapat dimanfaatkan untuk memahami gejala-gejala lain (Sagala, 2003:35).

Ketiga fase tersebut di atas selalu ada dalam proses belajar, namun lama tiap fase tidak selalu sama. Waktu yang diperlukan tiap fase tersebut bergantung pada hasil yang diharapkan, motivasi siswa untuk

belajar, minat, keinginan untuk mengetahui, dan dorongan untuk menemukan sendiri. Lebih lanjut Bruner (1960) mengemukakan empat tema pendidikan. **Pertama**, mengemukakan pentingnya arti struktur pengetahuan. Struktur penerahuan diperlukan peserta didik untuk melihat bagaimana fakta-fakta yang kelihatannya tidak ada hubungannya dapat dihubungkan satu dengan yang lain, dan pada informasi yang telah dimiliki siswa. **Kedua**, kesiapan (*readines*) untuk belajar. Menurut Bruner bahwa kesiapan tersebut terdiri atas, penguasaan keterampilan-keterampilan yang lebih sederhana dan dapat mengijinkan seseorang untuk mencapai keterampilan-keterampilan yang lebih tinggi. **Ketiga**, menekankan nilai intuisi dalam proses pendidikan, intuisi yang dimaksud adalah teknik-teknik intelektual untuk sampai pada formulasi-formulasi tentatif tanpa melalui langkah-langkah analitis untuk mengetahui apakah formulasi tersebut merupakan kesimpulan yang sah atau tidak. Pendapat Bruner ini adalah semacam *educated guess* yang kerap digunakan oleh para saintis. **Keempat**, tentang motivasi atau keinginan untuk belajar, dan cara-cara yang tersedia pada para guru untuk merangsang motivasi itu. Pengalaman-pengalaman pendidikan yang merangsang motivasi ialah pengalaman dimana siswa berpartisipasi secara aktif dalam pembelajaran (Sagala, 2003:35).

Bruner pada tahun 1966 menyatakan: *We teach a subject not produce little living libraries on that subject, but rather to get a student to think mathematically for himself, to consider matters as an historiian does, to take part in the process of knowledge getting*. Pernyataan ini dapat dimaknai bahwa dalam pengajaran sains tidak diharapkan akan dihasilkan perpustakaan-perpustakaan hidup kecil tentang sains, tetapi diharapkan mahasiswa dapat berfikir secara matematis untuk untuk dirinya sendiri, berperan serta dalam proses perolehan pengetahuan.

Belajar penemuan mendorong peserta didik untuk belajar secara mandiri. Siswa belajar melalui keterlibatan aktif dalam menemukan konsep-konsep dan prinsip-prinsip fisika dengan memecahkan masalah melalui kegiatan eksperimen.

D. Teori Ausubel

David Ausubel mengklasifikasikan belajar menjadi dimensi penerimaan atau penemuan dan dimensi belajar bermakna/hafalan. Dimensi penerimaan atau penemuan berkaitan dengan cara, metode atau strategi yang digunakan dalam menyampaikan atau dipresentasikan materi. Belajar penerimaan diartikan bahwa peserta didik menerima informasi atau materi pelajaran dalam bentuk final. Sementara belajar penemuan diartikan bahwa peserta didik diharapkan dapat menemukan sendiri informasi atau konsep dari materi pelajaran yang disampaikan. Berikut, dimensi belajar bermakna berkaitan dengan bagaimana cara peserta didik mengkaitkan materi pelajaran baru dengan struktur kognitif (fakta-fakta, konsep-konsep, prinsip, atau generalisasi) yang telah ada pada diri peserta didik. Proses **belajar bermakna** terjadi apabila peserta didik dapat mengaitkan materi pelajaran atau informasi baru dengan struktur kognitif yang sudah ada pada diri peserta didik. Sementara belajar hafalan terjadi jika dalam diri peserta didik tidak tersedia struktur kognitif yang mendasari materi pelajaran atau informasi baru sehingga peserta didik tidak mampu mengaitkan informasi baru dengan struktur kognitif yang sudah ada pada diri peserta didik.

Menurut David Ausubel belajar bermakna merupakan suatu proses menghubungkan informasi baru dengan struktur pengertian yang sudah dimiliki seorang peserta didik. Belajar bermakna terjadi jika peserta didik mencoba menghubungkan fenomena baru kedalam struktur pengetahuan mereka (Maimunah, 2005). Sagala (2003) mengemukakan bahwa proses belajar sangat bergantung pada individu yang belajar (*student centered*), anak belajar tidak hanya verbalisme tetapi juga dari mengalami sendiri dalam lingkungan yang alamiah, mengkonstruksi pengetahuan, dan memberi makna pada pengetahuan itu. Anak harus tahu makna belajar, dan menggunakan pengetahuan serta keterampilan yang diperoleh untuk memecahkan masalah dalam kehidupan, sehingga aktivitas belajar akan menimbulkan makna yang berarti (*meaningfull*).

E. Teori Konstruktivisme

Untuk mengembangkan mutu atau kualitas pembelajaran, maka pembelajaran harus lebih fokus atau lebih menekankan pada pemahaman dari pada hafalan. Dalam hal ini, pendidikan fisika atau sains harus dipandang sebagai proses dan produk. Dengan kata lain, pemahaman tentang proses berpikir peserta didik dalam memahami materi ajar fisika atau sains sangat penting.

Menurut pandangan teori konstruktivisme bahwa guru atau dosen seharusnya mengetahui terlebih dahulu prakonsepsi, prinsip atau pandangan teoritis yang sudah ada dalam diri peserta didik sebelum menyajikan suatu topik materi. Dengan kata lain, belajar akan lebih efektif manakala proses pembelajaran diawali dengan gagasan-gagasan atau ide-ide yang sudah ada dalam diri peserta didik, kemudian dikembangkan hingga pada gagasan atau ide baru hasil modifikasi. Dikatakan demikian karena proses belajar bukan hanya menyajikan gagasan atau ide baru kepada peserta didik akan tetapi merupakan suatu proses mengubah gagasan atau ide yang sudah ada pada diri peserta didik. Dengan cara ini diharapkan akan memudahkan para peserta didik untuk memperoleh pemahaman yang utuh tentang fakta-fakta, konsep-konsep, dan prinsip-prinsip serta proses berpikir secara ilmiah.

Teori belajar konstruktivisme mengakui bahwa peserta didik akan dapat menginterpretasikan informasi baru ke dalam pikirannya hanya pada konteks pengalaman dan pengetahuan mereka sendiri, pada kebutuhan, latar belakang, dan minatnya. Teori belajar konstruktivisme mengedepankan kegiatan mencipta serta membangun dari sesuatu yang telah dipelajari. Kegiatan membangun tersebut dapat memacu peserta didik untuk selalu aktif sehingga kecerdasannya akan meningkat. Konstruktivisme adalah teori belajar yang menyatakan bahwa kemampuan mental dan aktivitas individu membantu dalam membangun basis pengetahuan peserta didik. **Teori belajar konstruktivisme** mempelajari tentang membangun prespektif berbagai hal dan membangun berbagai makna berdasarkan pengalaman. Menurut pandangan teori konstruktivisme bahwa belajar

merupakan suatu proses pembentukan pengetahuan. Pembentukan pengetahuan tersebut harus dilakukan oleh peserta didik sendiri, yaitu peserta didik harus aktif melakukan kegiatan, aktif berpikir, menyusun konsep, dan memberi makna tentang hal-hal yang dipelajari.

Pendekatan konstruktivisme adalah alternatif untuk meningkatkan mutu pembelajaran agar penguasaan konsep belajar peserta didik dapat meningkat dengan baik. Pembelajaran dengan menggunakan pendekatan konstruktivisme lebih menekankan pada proses menggali pengetahuan peserta didik secara maksimal. **Penerapan** pendekatan konstruktivisme dalam pembelajaran mengikuti tahapan (1) appersepsi, mengungkap konsep awal peserta didik dan membangkitkan motivasi belajar peserta didik, (2) eksplorasi, (3) diskusi dan penjelasan konsep, dan (4) pengembangan dan aplikasi konsep. Sementara **tujuan** pembelajaran konstruktivisme menurut Thobroni (2015), yaitu (1) mengembangkan kemampuan peserta didik untuk mencari sendiri dan mengajukan pertanyaan, (2) membantu peserta didik untuk mengembangkan pengertian dan pemahaman konsep secara utuh dan lengkap, (3) mengembangkan kemampuan peserta didik untuk menjadi pemikir yang mandiri. Berikut, karakteristik pendekatan konstruktivisme: (1) belajar aktif, (2) bersifat otentik dan situasional, (3) menarik dan menantang, (4) pengaitan pengetahuan lama dengan informasi baru, (5) merefleksikan pengetahuan, (6) guru sebagai fasilitator, dan (7) guru dapat memberikan bantuan dalam menempuh proses belajar.

BAB III

MODEL PERKULIAHAN *OPthree*

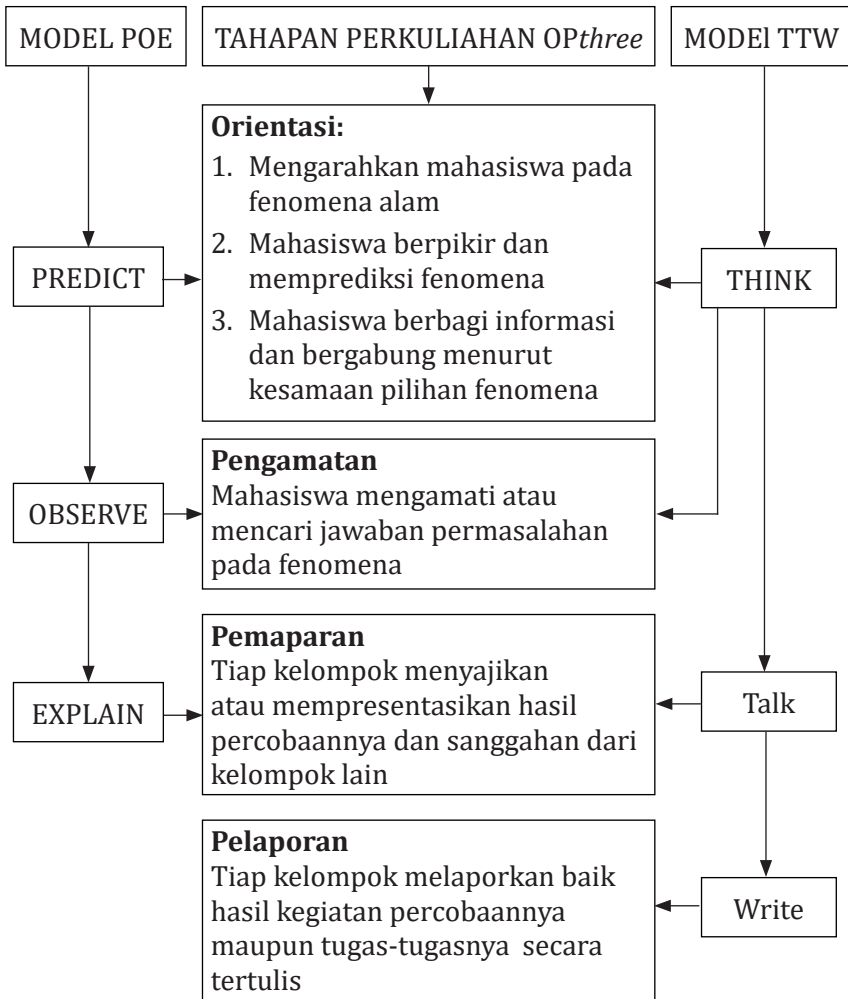
A. Alur Berpikir Terbentuknya Model Perkuliahan *OPthree*

Karakteristik IPA dapat dikatakan **unik**. Dikatakan demikian karena baik subjek maupun objek pembelajarannya memiliki karakter yang khas. IPA adalah salah satu ilmu yang mempelajari tentang makhluk hidup dan interaksinya dengan lingkungan yang terdiri atas 3 komponen yakni produk, proses, dan sikap yang tak terpisahkan. Produk berupa kumpulan pengetahuan, dan proses berupa langkah-langkah yang harus ditempuh untuk memperoleh pengetahuan atau mencari penjelasan tentang gejala-gejala alam. Objek IPA dapat muncul berupa gejala/gejala yang dapat diamati, baik gejala benda/obyeknya maupun gejala peristiwa/kejadiannya yang memungkinkan tumbuhnya permasalahan dalam mempelajari IPA.

Membelajarkan konsep IPA sebaiknya disampaikan secara utuh agar siswa tidak mengalami kesulitan belajar. Tidak semua siswa memiliki kemampuan yang sama dalam menerima materi yang diajarkan oleh seorang guru. Guru hendaknya memberikan perhatian khusus terhadap siswa yang memiliki tingkat kemampuan rendah dengan berusaha menemukan dan mengatasi kesulitan belajar siswa dengan mendiagnosis kesulitan belajar siswa.

Atas dasar hal di atas penulis berinovasi untuk membuat suatu model pengembangan program perkuliahan fisika dasar berupa model inovasi program perkuliahan menggunakan model pembelajaran POE dengan mengadopsi rambu-rambu dan petunjuk pelaksanaan pembelajaran yang dikembangkan oleh White dan Gunstone (Keeratchamroen, 2007; Indrawati dan Setiawan, 2009) dengan tahapan yang diawali dengan ***Predict***, kemudian ***Observe*** dan ***Explain*** digabungkan dengan model pembelajaran ***Think-Talk-Write***.

Model hipotetik secara ringkas dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Model Hipotetik

B. Karakteristik Model Perkuliahan OPthree

Cara Dosen mengajar menjadi salah satu penentu keberhasilan proses belajar-mengajar. Salah satu caranya adalah dengan penerapan model perkuliahan. Model perkuliahan adalah bentuk pembelajaran yang tergambar dari awal sampai akhir yang disajikan secara khas oleh Dosen. Dengan kata lain, model perkuliahan merupakan bungkus

atau bingkai dari penerapan suatu pendekatan, metode, dan teknik pembelajaran.

Karakteristik penggunaan model pembelajaran *OPthree* dikembangkan mengacu pada karakteristik model pembelajaran menurut Joyce dan Weill (1992) yaitu: (1) dirancang untuk mencapai hasil belajar tertentu (2) memiliki dukungan teoretis dan empiris (3) memiliki sintaks atau langkah-langkah pembelajaran (4) lingkungan belajar yang diperlukan agar tujuan pembelajaran dapat tercapai. Model pembelajaran *OPthree* dikembangkan berdasarkan dari beberapa teori belajar yaitu teori konstruktivisme, teori Piaget, teori Vigotsky, teori David Ausubel, dan teori belajar konstruktivisme.

Ciri kedua yaitu tujuan yang hendak dicapai. Tujuan dari model pembelajaran *OPthree* yaitu menanamkan dasar-dasar berpikir ilmiah pada diri mahasiswa, mengembangkan sikap ilmiah mahasiswa, dan mengembangkan kreativitas dalam memecahkan masalah sehingga keterampilan proses sains mahasiswa dan hasil belajar dapat dikembangkan.

Ciri ketiga dari model yang dikembangkan yaitu adanya aktivitas Dosen dan aktivitas mahasiswa yang sangat diperlukan agar pembelajaran dapat dilaksanakan dengan baik. Selama pelaksanaan model pembelajaran ini aktivitas Dosen dan mahasiswa terdiri dari lima tahapan, yaitu (1) berpikir, (2) Berbagi, (3) Pengamatan, (4) Pemaparan, dan (5) Pelaporan.

Secara rinci langkah-langkah program perkuliahan Fisika Dasar I yang terdapat pada model hipotetik Gambar 2.4 dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Orientasi
 - a. Perkuliahan dengan *OPthree* dimulai dengan memberikan permasalahan pada mahasiswa berupa fenomena untuk menimbulkan pertanyaan menantang yang dapat di atasi melalui percobaan.
 - b. Mahasiswa berpikir dan memprediksi fenomena

- c. Mahasiswa berkelompok berdasarkan kesamaan pilihan fenomena.
2. Pengamatan.

Mahasiswa membuat pengamatan terhadap apa yang menjadi permasalahan atas fenomena-fenomena yang diberikan. Pada tahap ini dosen memberikan waktu untuk melaksanakan percobaan atau demonstrasi terkait permasalahan yang dibahas, untuk membuktikan kebenaran dari hipotesis mereka sebelumnya. Sebelum mahasiswa melaksanakan praktikum terlebih dahulu mahasiswa akan membentuk kelompok yang terdiri atas 4 sampai dengan 5 orang. Hal ini bertujuan untuk memudahkan dalam melaksanakan percobaan dan untuk mengefektifkan waktu yang tersedia dalam perkuliahan. Kemudian setelah melaksanakan praktikum mahasiswa mencatat apa yang mereka amati, mengaitkan prediksi mereka sebelumnya dengan hasil pengamatan yang mereka peroleh.
 3. Pemaparan:

Pada tahap ini mahasiswa memaparkan apa yang mereka dapatkan dari hasil pengamatan dikelompok mereka.
 4. Pelaporan.

Pada tahap ini mahasiswa melaporkan atau membuat tulisan tentang apa yang mereka amati sampai pada kesimpulan yang mereka dapatkan pada kegiatan kelompok.

Dukungan teoritik tahapan-tahapan dalam sintaks model pembelajaran OPthree seperti disajikan pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1

Sintaks, Argumentasi Teoritis, Tujuan Belajar dan Kegiatan Belajar pada Model Pembelajaran *OPthree*

No.	Tujuan Pembelajaran	Teori Pendukung	Sintaks	Kegiatan	
				Dosen	Mahasiswa
1	<ol style="list-style-type: none"> Mendorong mahasiswa untuk berpikir terkait fenomena yang disajikan Mendorong mahasiswa untuk dapat mengolah informasi yang dimulai dari penemuan informasi (dari luar atau diri sendiri) Melatih mahasiswa untuk dapat berpikir kritis dan kreatif terhadap permasalahan yang diberikan 	<ul style="list-style-type: none"> Salah satu cara untuk menarik perhatian siswa di awal pembelajaran adalah melalui penyajian masalah (Eggen & Kauchak, 2012) Belajar tidak terlepas dari proses individu mempersepsi stimulus atau pengetahuan yang di dapat melalui lingkungan (teori Gestalt) Bagaimana siswa belajar mengarahkan diri sendiri, sekaligus memotivasi diri sendiri dalam belajar daripada sekedar menjadi penerima pasif dalam proses belajar (Slavin 1994) 	Orientasi	Memberikan apersepsi terkait materi yang akan dibahas bisa melalui demostrasi	Memberikan prediksi berdasarkan permasalahan yang diambil dari pengalaman mahasiswa atau buku yang memandu suatu peristiwa atau fenomena yang akan dibahas

Tabel 3.1
Sintaks, Argumentasi Teoritis, Tujuan Belajar dan Kegiatan Belajar pada Model Pembelajaran *OPthree*
(Lanjutan-1)

No.	Tujuan Pembelajaran	Teori Pendukung	Sintaks	Kegiatan	
				Dosen	Mahasiswa
2	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mendorong mahasiswa untuk dapat bekerja secara kelompok 2. Meningkatkan hasil belajar akademik 3. Pengembangan keterampilan-pilan sosial 	<ul style="list-style-type: none"> • Menurut Vygotsky, (Arends, 2008:47): peserta didik memiliki tingkat perkembangan aktual dan potensial yang berbeda. Perkembangan aktual terjadi ketika individu mandiri menggunakan kemampuan kognitifnya secara fungsional. Berikut, perkembangan potensial merupakan tingkatan kognitif yang bisa dicapai oleh peserta didik melalui bantuan orang tua atau teman sebaya yang lebih kompeten. 		<p>Mengorientasi mahasiswa kepada kelompok berdasarkan kesamaan pilihan fenomena</p>	<p>Merumuskan masalah berdasarkan kasus atau fenomena yang dipilih</p>

Tabel 3.1
Sintaks, Argumentasi Teoritis, Tujuan Belajar dan Kegiatan Belajar pada Model Pembelajaran *OPthree*
(Lanjutan-2)

No.	Tujuan Pembelajaran	Teori Pendukung	Sintaks	Kegiatan	
				Dosen	Mahasiswa
3	<p>1. Mendorong mahasiswa untuk dapat mengembangkan kemampuan memecahkan masalah melalui kegiatan ilmiah</p> <p>2. Mendorong mahasiswa agar mampu menyusun teori dengan mencari dan merumuskan dalil-dalil hukum (hukum-hukum atau kausalitas mengenai hubungan antara kondisi yang satu dan kondisi yang lain, atau hubungan antara peristiwa dengan peristiwa yang lain</p>	<ul style="list-style-type: none"> Menurut pandangan Piaget (Trianto, 2014): Pengetahuan datang dari tindakan. Perkembangan kognitif peserta didik sebagian besar tergantung pada seberapa jauh peserta didik aktif berinteraksi dengan lingkungannya. Slavin (2014) menyatakan bahwa dalam proses belajar dan pembelajaran siswa harus terlibat aktif dan siswa menjadi pusat pembelajaran di kelas. 	Pengamatan	<p>Bertindak sebagai fasilitator dengan memberikan kesempatan mahasiswa untuk melakukan pengamatan, mengumpulkan data, diskusi kelompok, kemudian memberikan kesempatan mahasiswa untuk menginterpretasi data hasil pengamatan kelompok</p>	<p>Melakukan kegiatan eksplorasi untuk mengumpul data. Menginterpretasi data hasil pengamatan dalam table yang suda disediakan</p>

Tabel 3.1
Sintaks, Argumentasi Teoritis, Tujuan Belajar dan Kegiatan Belajar pada Model Pembelajaran *OPthree*
(Lanjutan-3)

No.	Tujuan Pembelajaran	Teori Pendukung	Sintaks	Kegiatan	
				Dosen	Mahasiswa
4	1. Melatih mahasiswa untuk menjelaskan secara ilmiah apa yang sudah diamati	<ul style="list-style-type: none"> • Belajar adalah proses yang melibatkan dua elemen penting, yaitu belajar merupakan proses biologi (proses dasar), dan belajar sebagai proses psikososial yaitu sebagai proses yang lebih tinggi esensinya berkaitan dengan lingkungan social budaya (Vigotsky dalam Elliot, 2003: 52) • Menurut Vigotsky (Gindis 1994). Fungsi mental tingkat tinggi biasanya ada dalam percakapan atau komunikasi dan kerja sama di antara individu-individu sebelum dan akhirnya itu berada dalam diri individu. 	Fase 4 Pemaparan	Memfasilitasi diskusi dan presentasi	<p>Mendiskusikan fenomena yang telah diamati secara konseptual dan matematis serta membandingkan hasil observasi dengan prediksi sebelumnya bersama kelompok masing-masing</p> <p>Mempresentasikan hasil observasi dikelas, serta kelompok lain memberikan tanggapan sehingga diperoleh kesimpulan dari permasalahan yang sedang dibahas</p>

Tabel 3.1
 Sintaks, Argumentasi Teoritis, Tujuan Belajar dan Kegiatan Belajar pada Model Pembelajaran *OPthree*
 (Lanjutan-4)

No.	Tujuan Pembelajaran	Teori Pendukung	Sintaks	Kegiatan	
				Dosen	Mahasiswa
5	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mendorong mahasiswa untuk mengkomunikasikan ide-ide dalam konsep sains 2. Terdapatnya konsep mahasiswa dari ide-ide atau pemahaman mereka 3. Bisa menjadi bukti nyata dari capaian prestasi mahasiswa dalam suatu proses pembelajaran 	<ul style="list-style-type: none"> • Menurut Fazio dan Gallagher (2009) menulis dapat membantu peserta didik mengingat materi dan pengalaman saat pembelajaran. • Menulis adalah aktivitas seluruh otak yang menggunakan belahan otak kanan (emosional) dan belahan otak kiri (logika). Tulisan yang baik memanfaatkan kedua belah otak. (Hernacky Mike, 1992: 179) 	Fase 5: Pelaporan	<p>Memberikkan tugas pada mahasiswa untuk membuat laporan hasil pengamatan dan kesimpulan pada sesi diskusi</p>	<p>Mahasiswa membuat tulisan/laporan hasil pengamatan dan kesimpulan diskusi</p>

C. Komponen Model Perkuliahan *OPthree*

Menurut Joyce dan Weill (1992) bahwa setiap model belajar mengajar memiliki unsur-unsur sebagai berikut:

1. Sintaks

Suatu model pembelajaran memiliki sintaks atau urutan atau tahapan-tahapan kegiatan belajar yang diistilahkan dengan fase yang menggambarkan bagaimana model tersebut dalam praktiknya, misalnya bagaimana memulai pelajaran. Dalam penelitian ini diterapkan sintaks pembelajaran ***OPthree*** (Orientasi, Pengamatan, Pemaparan, dan Pelaporan), yaitu sintaks dari hasil pengembangan model pembelajaran ***Predict-Observe-Explain*** (disingkat ***POE***) dan Think-Talk-Write (disingkat ***TTW***) sebagai berikut:

a. Orientasi

- 1) Mahasiswa diberikan fenomena tentang hal-hal yang berkaitan dengan materi. Melalui pemberian fenomena mahasiswa diharapkan dapat berpikir apa dan bagaimana menjawab fenomena tersebut.
- 2) Mahasiswa akan berbagi secara kelompok menurut pemilihan fenomena yang mereka pilih, sehingga mereka bisa bersikusi bagaimana pemecahan atas masalah atau fenomena yang disajikan. Pada tahap ini juga mahasiswa akan merumuskan masalah. Merumuskan masalah merupakan langkah membawa mahasiswa pada suatu persoalan yang mengandung teka-teki. Persoalan yang disajikan adalah persoalan yang menantang mahasiswa untuk berpikir memecahkan teka-teki itu dengan menyajikan kasus lewat gambar yang diberikan. Dikatakan teka-teki dalam rumusan masalah yang ingin dikaji disebabkan masalah itu tentu ada jawabannya, dan mahasiswa didorong untuk mencari jawaban yang tepat. Proses mencari jawaban itulah yang sangat penting dalam strategi inkuiri, oleh sebab itu melalui proses tersebut mahasiswa akan memperoleh pengalaman yang

sangat berharga sebagai upaya mengembangkan mental melalui proses berpikir.

b. Pengamatan

Dalam fase ini, minat dan keingintahuan (*curiosity*) mahasiswa tentang topik yang akan diajarkan berusaha dibangkitkan. Pada fase ini pula mahasiswa diajak membuat prediksi-prediksi (hipotesis) tentang masalah yang telah dirumuskan dan dibuktikan dalam tahap eksplorasi yang perlu diuji kebenarannya. Perkiraan sebagai hipotesis bukan sembarang perkiraan, tetapi harus memiliki landasan berpikir yang kokoh, sehingga hipotesis yang dimunculkan itu bersifat rasional dan logis. Kemampuan berpikir logis itu sendiri akan sangat dipengaruhi oleh kedalaman wawasan yang dimiliki serta keluasan pengalaman. Dengan demikian, setiap mahasiswa yang kurang mempunyai wawasan akan sulit mengembangkan hipotesis secara rasional dan logis.

c. Pemaparan

Pada fase pemaparan (*explanation*), dosen memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk mempresentasikan hasil diskusi maupun hasil kesimpulan dari pelaksanaan praktikumnya. Mahasiswa dituntut untuk menjelaskan dengan kalimat mereka sendiri laporan pelaksanaan praktikum. Tujuan pelaksanaan tahap ini yaitu untuk membuat mahasiswa menjadi aktif dalam berdiskusi serta menguatkan konsep yang telah didapatkan. Diskusi ini yang membuat mahasiswa menjadi lebih terbuka untuk mengungkapkan pendapat tentang konsep yang mereka pahami. Pada pelaksanaan diskusi setiap mahasiswa juga diberi kesempatan untuk menyebutkan contoh dari materi-materi yang telah dipelajari. Dosen juga memberikan penguatan yang membuat mahasiswa menjadi lebih kuat dalam pemahaman konsepnya. Pada fase ini juga ditunjukkan pentingnya peran dosen dalam keterlaksanaan proses diskusi antar mahasiswa.

d. Pelaporan

Pada fase ini, mahasiswa diberikan kesempatan untuk menuliskan atau melaporkan apa yang mereka amati sampai pada tahap kesimpulan dari apa yang mereka lakukan.

2. Sistem Sosial

Sistem sosial menggambarkan bentuk kerja sama antara dosen-mahasiswa dalam pembelajaran atau peran dosen dan peran mahasiswa dan hubungannya satu sama lain dan jenis-jenis aturan yang harus diterapkan. Dalam penelitian ini, peneliti akan menciptakan lingkungan sosial yang kondusif dan menyenangkan untuk dilakukan pembelajaran yang berbasis *OPthree*. Sistem sosial yang berlaku dan berlangsung dalam model *OPthree* bersifat demokratis. Setiap mahasiswa diberi kebebasan untuk mengemukakan pendapat berupa jawaban dan pertanyaan sehingga tercipta suasana belajar yang aktif. Mahasiswa juga dituntut bekerja sama dengan teman sehingga terjalin interaksi antar mahasiswa. Maka dari itulah didalam suatu kelompok mahasiswa dituntut untuk membuat hubungan yang baik antar anggota kelompok sehingga sikap untuk menghargai sesama dan saling membantu sangatlah diperlukan.

3. Prinsip Reaksi

Prinsip reaksi menunjukkan kepada dosen bagaimana cara menghargai atau menilai mahasiswa sebagai peserta didik dan bagaimana menanggapi apa yang dilakukan oleh mahasiswa. Dosen berperan sebagai penasehat, konsultan, dan pemberi kritik terhadap kinerja mahasiswa. Dosen berupaya menciptakan kegiatan pembelajaran yang dapat membangkitkan motivasi mahasiswa untuk belajar secara aktif dan juga dosen berupaya menciptakan kegiatan pembelajaran yang menuntut terjadi interaksi antara mahasiswa dengan mahasiswa yang lain maupun antara mahasiswa dengan dosen. Dalam penelitian ini, peneliti akan melakukan hal-hal sebagai berikut: (a) Melibatkan mahasiswa menumbuhkan suasana yang hangat, personal, menarik, dan hubungan yang peka dengan peserta didik dengan

menghargai pendapat teman dalam sekelompok atau kelompok lain; (b) Mendorong mahasiswa untuk bersikap bertanggung-jawab terhadap tingkah laku mereka sendiri dan teman-temannya; (c) Kelompok yang ada dalam kelas diberikan motivasi agar memberikan tanggapan atau solusi atas presentasi hasil temuan temannya dengan sopan.

4. Sistem Pendukung

Sistem pendukung menggambarkan kondisi-kondisi yang diperlukan untuk mendukung keterlaksanaan model pembelajaran. Sarana pendukung yang diperlukan untuk melaksanakan model pembelajaran ini adalah laboratoriu, LCD Proyektor, papan tulis dan perangkat pembelajaran seperti (a) Silabus; (b) Rencana Perkuliahan Semester; (c) Buku Ajar sebagai referensi mahasiswa untuk mengaitkan informasi dalam lembar tugas dengan konsep fisika; (d) Lembar Kegiatan Mahasiswa (LKM); dan (e) Media pembelajaran.

D. Dampak Pembelajaran Langsung

Dampak pembelajaran langsung merupakan hasil belajar yang dicapai dengan cara mengarahkan para peserta didik pada tujuan yang diharapkan sedangkan dampak iringan adalah hasil belajar lainnya yang dihasilkan oleh suatu proses pembelajaran sebagai akibat terciptanya suasana belajar yang dialami langsung oleh pebelajar seperti kemampuan menghargai pendapat orang lain, kemampuan memandang masalah dari berbagai perspektif, kemampuan berpikir divergen atau berpikir kreatif, memiliki rasa percaya diri, memiliki motivasi belajar, memiliki keterampilan hidup bergotong royong, diskusi dengan kelompok, dan bekerja sama dengan teman satu kelompok.

E. Keunggulan dan Kelemahan Model Perkuliahan *OPthree*

Keunggulan model pembelajaran *OPthree* adalah:

1. Dapat dilaksanakan dalam keadaan daring maupun luring.
2. Merangsang mahasiswa untuk lebih kreatif khususnya dalam hal memprediksi.
3. Proses pembelajaran akan lebih menarik sebab mahasiswa tidak hanya mendengar akan tetapi juga mengamati peristiwa yang terjadi melalui percobaan.
4. Dengan cara mengamati fenomena melalui youtube maka mahasiswa dapat merangsang respon dari stimulus yang diberikan, (5) Setelah melakukan percobaan mahasiswa dapat menghasilkan tulisan ilmiah dari percobaan yang mereka lakukan.

Keunggulan yang ditemukan peneliti dalam penelitian ini sebagai disebutkan di atas sejalan dengan keunggulan dari model pembelajaran *POE dan TTW*. Nurjana (2009) menemukan bahwa model *POE* dapat meningkatkan penguasaan konsep secara signifikan. Berdasarkan penelitian Andriana (2008) menunjukkan bahwa model pembelajaran *TTW* juga dapat meningkatkan kemampuan komunikasi dan pemecahan masalah siswa secara signifikan. Sedangkan berdasarkan penelitian Samosir (2010) model *POEW* dengan menggunakan metode demonstrasi dapat membuat siswa lebih aktif dan kreatif untuk melakukan eksplorasi dan mencari informasi untuk menyelesaikan tugas kelompok. Siswa juga memberikan tanggapan positif terhadap penggunaan model pembelajaran *POEW*.

Selain keunggulan, model pembelajaran *OPthree* memiliki beberapa kelemahan sebagai berikut:

1. Keterbatasan alat saat percobaan membuat pembelajaran terhambat.
2. Memerlukan waktu yang lebih banyak dalam merencanakan dan menerapkan model pembelajaran *OPthree* karena mahasiswa belum terbiasa dalam melaksanakan tahapan-tahapan pembelajaran *OPthree* dan juga karena keterbatasan mode daring,

3. Memerlukan persiapan yang lebih matang terutama yang berkaitan penyajian persoalan pembelajaran fisika,
4. (4) Dalam kegiatan eksperimen memerlukan kemampuan dan keterampilan yang khusus bagi dosen, sehingga dosen dituntut untuk bekerja secara lebih profesional. Hal ini sejalan dengan pendapat (Warsono dan Hariyanto 2014) dikatakan bahwa salah satu kelemahan model *POE* menunjukkan siswa belum terbiasa dengan pembelajaran *POE* akan mengalami kesulitan dalam menjelaskan alasan dalam membuat prediksi dengan hasil prediksi.

BAB IV

PEDOMAN PELAKSANAAN PROSES PERKULIAHAN *OPthree*

A. Perencanaan Model Perkuliahan *OPthree*

Perencanaan pembelajaran merupakan tahapan penting yang harus dilakukan Dosen sebelum mereka melaksanakan kegiatan belajar-mengajar dan untuk mencapai tujuan akhir pembelajaran. Pembelajaran bukan sekedar aktivitas rutin pendidikan tetapi merupakan komunikasi edukatif yang penuh pesan, sistemik, prosedural, dan sarat tujuan. Karena itu, ia harus dipersiapkan secara cermat. Model ini serupa dengan model pembelajaran lainnya, tetapi ada beberapa kegiatan yang berbeda penerapannya dengan model pembelajaran *OPthree*. Agar pembelajaran dengan model ini dapat berjalan dengan baik maka diperlukan perencanaan yang baik pula. Dosen perlu menyusun rencana secara rinci mengenai a) tujuan pembelajaran, b) aktivitas mahasiswa yang sesuai untuk mencapai tujuan, c) materi pembelajaran yang mendukung pencapaian tujuan, d) perangkat pembelajaran dan media pendukung.

1. Merencanakan Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaran adalah perilaku yang hendak dicapai atau yang dapat dikerjakan oleh mahasiswa pada kondisi dan tingkat kompetensi tertentu. Tujuan pembelajaran suatu pernyataan yang spesifik yang dinyatakan dalam perilaku atau penampilan yang diwujudkan dalam bentuk tulisan untuk menggambarkan hasil belajar yang diharapkan. Agar proses pembelajaran dapat terkonsepsikan dengan baik, maka seorang Dosen dituntut untuk mampu menyusun dan merumuskan tujuan pembelajaran secara jelas dan tegas. Dengan harapan dapat memberikan pemahaman kepada para Dosen agar dapat merumuskan tujuan pembelajaran

secara tegas dan jelas dari mata pelajaran yang menjadi tanggung jawabnya.

2. Merencanakan Aktivitas yang Sesuai

Pembelajaran aktif adalah segala bentuk pembelajaran yang memungkinkan mahasiswa berperan secara aktif dalam proses pembelajaran itu sendiri baik dalam bentuk interaksi antar mahasiswa maupun mahasiswa dengan Dosen dalam proses pembelajaran tersebut. Menurut Sriyono, aktivitas adalah segala kegiatan yang dilaksanakan baik secara jasmani atau rohani. Aktivitas mahasiswa selama proses belajar mengajar merupakan salah satu indikator adanya keinginan mahasiswa untuk belajar. Aktivitas mahasiswa merupakan kegiatan atau perilaku yang terjadi selama proses belajar mengajar. Kegiatan-kegiatan yang dimaksud adalah kegiatan yang mengarah pada proses belajar seperti bertanya, mengajukan pendapat, mengerjakan tugas-tugas, dapat menjawab pertanyaan Dosen dan bisa bekerja sama dengan mahasiswa lain, serta tanggung jawab terhadap tugas yang diberikan. Dengan menggunakan model *OPthree* dalam mempelajari Fisika Dasar khususnya pada konsep Modulus Elastis, Hukum Hooke dan rangkaian seri dan rangkaian parallel pegas diharapkan dapat melatih keterampilan proses sains dan hasil belajar mahasiswa.

3. Merencanakan Perangkat Pembelajaran dan Media Pendukung

Dosen sangat perlu merencanakan perangkat pembelajaran dan media pendukung. Perangkat pembelajaran yang perlu dipersiapkan Dosen adalah silabus, Rencana Perkuliahan Semester (RPS), Lembar Kegiatan Mahasiswa (LKM)/ beserta kunci jawabannya, bahan ajar, instrumen tes (tes keterampilan proses dan tes hasil belajar). Perangkat pembelajaran tersebut bersifat saling melengkapi. Silabus adalah rencana pembelajaran pada suatu dan/atau kelompok mata pelajaran/tema tertentu yang mencakup standar kompetensi, kompetensi dasar, materi pokok/pembelajaran, kegiatan pembelajaran, indikator pencapaian kompetensi untuk indikator, penilaian, alokasi

waktu, dan sumber/bahan/alat belajar. RPP memuat rencana pembelajaran yang akan digunakan dalam proses belajar. LKM memuat masalah-masalah yang berfungsi untuk memperluas dan meningkatkan keterampilan proses dan pemahaman mahasiswa terhadap materi tersebut dan disusun berdasarkan tujuan pembelajaran. Selain menyiapkan perangkat pembelajaran tersebut, Dosen juga perlu menyiapkan media pembelajaran berupa media power point (ppt) yang sesuai dengan topik materi yang sedang akan dibahas.

B. Pelaksanaan Model Perkuliahan *OPthree*

Kegiatan pembelajaran merupakan operasional dari sintaks model pembelajaran *OPthree*. Model ini mengimplementasikan perangkat pembelajaran yaitu Rencana Perkuliahan Pembelajaran (RPS), Lembar Kegiatan Mahasiswa (LKM), dan Media Pembelajaran *OPthree*. Dalam RPS, kegiatan pembelajaran telah memuat kegiatan awal, inti dan penutup.

1. Kegiatan Awal

Pada kegiatan awal dilakukan tahapan-tahapan sebagai berikut:

- a. Melakukan apersepsi dengan pertanyaan-pertanyaan tentang konsep terkait dengan topik elastisitas.
- b. Menggali konsep awal mahasiswa dengan memberikan masalah yang berkaitan dengan pertanyaan: Apa yang Anda ketahui tentang gaya?
- c. Meminta mahasiswa mengungkapkan pendapatnya tentang masalah tetapan pegas pada rangkaian pegas seri dan pegas paralel.

Pendapat yang diharapkan:

Tetapan pegas total pada rangkaian pegas seri lebih kecil dari tetapan terkecil dari pegas tunggal pada rangkaian tersebut dan tetapan pegas total pada rangkaian pegas paralel lebih besar dari tetapan terbesar dari pegas tunggal pada rangkaian tersebut

- d. Menyajikan fenomena pegas yang terdapat di dalam bolpoint (pulpen) dan Shock breaker di kedua sisi mobil atau motor
 - e. Menyampaikan tujuan pembelajaran.
2. Kegiatan Inti
- a. Membentuk kelompok, 4 – 5 orang
 - b. Membagi Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) dan Bahan Ajar
Memberikan kesempatan kelompok mengidentifikasi konsep elastisitas dan menentukan permasalahan yang harus dijawab dengan LKM dan membaca bahan ajar.
 - c. Membimbing Setiap kelompok melakukan percobaan
 - d. Memberi kesempatan kelompok bertanya jika ada yang kurang jelas selama kegiatan percobaan berlangsung.
 - e. Meminta kelompok mencatat data hasil percobaan.
 - f. Membimbing kelompok berdiskusi untuk menganalisis data percobaan dan menjawab pertanyaan-pertanyaan LKM.
 - g. Membimbing kelompok merumuskan kesimpulan berdasarkan hasil diskusi kelompok.
 - h. Meminta setiap kelompok mempresentasikan hasil temuan mereka berdasarkan hasil observasi dengan menggunakan kata-kata sendiri dengan cara:
 - 1) Mengkonfirmasi data dengan teori yang berhubungan dengan
 - mengapa rangkaian pegas serin dan rangkaian pegas paralel berbeda tetapan pegas totalnya ?.
 - mengapa Shock Breaker di kedua sisi mobil atau motor menggunakan rangkaian pegas ?
 - 2) Memverifikasi jawaban kelompok tentang hasil analisis data
 - 3) Berdiskusi kelompok atau kelompok lain menentukan solusi masalah.
 - i. Mengarahkan diskusi kelas dengan cara meminta kelompok lain menanggapi atau sanggahan.

- j. Memberikan penguatan dengan mengklarifikasi jawaban kelompok tertentu yang keliru dengan informasi yang baru.
 - k. Memberikan kesempatan kelompok untuk mengajukan pertanyaan berdasarkan hasil diskusi kelompok.
 - l. Menjawab pertanyaan kelompok serta memberikan penguatan dan meluruskan konsep.
 - m. Menugaskan setiap kelompok menjawab pertanyaan pada bahan ajar berdasarkan hasil percobaan untuk memahami konsep lebih mendalam serta membuat karya tulis dari hasil presentasi
3. Kegiatan Penutup
- a. Mengevaluasi proses pembelajaran dengan menggunakan pertanyaan-pertanyaan secara terbuka untuk menguji pemahaman mahasiswa tentang konsep yang telah dipelajari.
 - b. Melakukan evaluasi
 - c. Menutup proses pembelajaran dengan ucapan salam

C. Pengelolaan Lingkungan Belajar

Lingkungan belajar dapat mempengaruhi konsentrasi dan penerimaan informasi bagi mahasiswa. Lingkungan belajar yang kondusif yang diciptakan oleh dosen atau orang lain yang bisa menambah konsentrasi mahasiswa dan pengetahuan mahasiswa secara efisien. Dengan model pembelajaran *OPthree* ini dosen meminta mahasiswa untuk dapat merumuskan masalah dan hipotesis. Dalam membuktikan hipotesis, dosen memantau mahasiswa melaksanakan kegiatan eksperimen dan melakukan umpan-balik dalam menjelaskan (*Explain*) Hasil inkuiri (*Inquiry*) dan temuan mereka untuk menguji hipotesis di depan teman-temannya di kelas. Dosen mencatat setiap kegiatan mahasiswa selama proses pembelajaran berlangsung.

Dalam model pembelajaran *OPthree* setiap mahasiswa didorong untuk terlibat aktif dalam proses belajar mengajar, salah satunya dengan secara aktif mengajukan pertanyaan yang baik terhadap setiap materi yang disampaikan dan pertanyaan tersebut tidak harus selalu

dijawab oleh dosen karena semua mahasiswa memiliki kesempatan yang sama untuk memberikan jawaban atas pertanyaan yang diajukan. Dalam hal ini, kategori pertanyaan yang baik adalah pertanyaan yang berhubungan dengan materi yang sedang dibicarakan/ dibahas, dapat dijawab sebagian atau keseluruhannya dan dapat diuji serta diselidiki secara bermakna.

Seluruh aktivitas yang dilakukan mahasiswa diarahkan untuk mencari dan menemukan jawaban sendiri dari sesuatu yang dipertanyakan sehingga diharapkan dapat menumbuhkan keterampilan proses sains dan hasil belajar mahasiswa. Oleh karena itu kemampuan dosen dalam menggunakan teknik bertanya merupakan syarat utama dalam melakukan inkuiri mahasiswa pada saat menerapkan model pembelajaran *OPthree*.

Dosen perlu mengendalikan pengelolaan kelas meliputi dengan kegiatan: (1) mengatur pengelompokan, (2) mengatur diskusi. (3) mengatur presentasi dengan uraian sebagai berikut:

1. Mengatur pengelompokan mahasiswa

Tahap awal yang perlu dilakukan Dosen pada tahap awal pembelajaran adalah membentuk mahasiswa kedalam beberapa kelompok yang heterogen dan setiap anggota kelompok berjumlah maksimal 5 orang. Pembentukan kelompok dilakukan agar dalam melakukan *eksplora* dan diskusi diskusi, mahasiswa akan dapat saling bekerja sama dan saling membantu dalam kelompok, karena tujuan dari model pembelajaran ini diharapkan Dosen memberikan bimbingan pada mahasiswa yang mengalami kesulitan dalam memahami kegiatan yang akan mereka lakukan dalam melakukan eksperimen.

2. Mengatur diskusi kelompok mahasiswa

Sebelumnya dosen menyampaikan tujuan yang akan dipelajari, Dosen menyajikan fenomena melalui video atau gambar, menyajikan masalah lewat video atau gambar yang ditampilkan, kemudian meminta mahasiswa untuk merumuskan hipotesis berdasarkan masalah tersebut melalui diskusi kelompok. Selanjutnya melalui kegiatan dalam kelompok, Dosen meminta

mahasiswa untuk membuktikan hipotesis dengan melakukan kegiatan *eksplora* (eksperimen), saling membantu dalam menganalisis data atau informasi yang dikumpulkan dari kegiatan eksperimen sebelumnya. Dosen melakukan bimbingan jika mahasiswa mengalami kesulitan dalam belajar.

3. Mengatur presentasi

Pada tahap ini, dosen meminta mahasiswa untuk mempresentasikan hasil kerja dengan menjelaskan konsep, temuan yang mereka peroleh dari kegiatan eksperimen dengan menggunakan kata-kata mereka sendiri didepan kelas. Karena adanya batasan waktu, maka presentasi hasil perlu diatur waktunya. Masing-masing perwakilan kelompok mempresentasikan hasil kerja kelompoknya didepan kelas, anggota kelompok yang lain memberikan tanggapan atau pertanyaan pada kelompok yang sedang menyajikan hasil kerjanya. Dosen memberikan penguatan dengan memberikan klarifikasi jawaban kelompok yang keliru dengan informasi yang tepat.

D. Evaluasi

1. Pelaksanaan Evaluasi

Tabel 4.1
Karakteristik Pokok Uji Keterampilan Proses Sains Pada
Perkuliahan Fisika Dasar II

No	Indikator	Deskriptor
1	Mengamati	Keterampilan pengamatan menggunakan indera penglihatan, pembau, peraba, pengecap dan pendengar. Pengamatan dari objek atau peristiwa sesungguhnya
2	Mengklasifikasi	Klasifikasi adalah proses untuk mengadakan penyusunan atau pengelompokan atas objek-objek atau kejadian-kejadian. Dalam kegiatan ini harus ada kesempatan mencari/ menemukan persamaan dan perbedaan, atau diberikan kriteria tertentu untuk melakukan pengelompokan atau ditentukan jumlah kelompok yang harus terbentuk

No	Indikator	Deskriptor
3	Memprediksi	Prediksi adalah ramalan tentang kejadian yang dapat diamati diwaktu yang akan datang. Prediksi didasarkan pada observasi yang cermat dan inferensi tentang hubungan antara beberapa kejadian yang telah diobservasi. Prediksi yang dilakukan harus jelas pola atau kecenderungan untuk dapat mengajukan dugaan atau ramalan
4	Mengukur	<ol style="list-style-type: none"> 1. Merangkai alat dengan teliti dan benar. 2. Membaca skala yang ditunjukkan alat dengan teliti dan benar. 3. Mencatat hasil percobaan dengan jelas dan benar.
5	Mengkomunikasikan	Komunikasi didalam keterampilan proses berarti menyampaikan pendapat hasil keterampilan proses lainnya baik secara lisan maupun tulisan dalam bentuk rangkuman, grafik, tabel, gambar, poster.
6	Menyimpulkan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menyimpulkan hasil yang diperoleh berdasarkan hubungan antara hasil eksperimen dengan hipotesis. 2. Menarik simpulan dengan berdasarkan data dan fakta yang benar.

Diadopsi dari Funk dan Indrawati (Sutiadi; 2013)

Ketercapaian tujuan pembelajaran dianalisa melalui hasil pelaksanaan evaluasi pada setiap akhir pokok bahasan. Evaluasi terhadap peningkatan keterampilan proses dan hasil belajar mahasiswa dapat dilakukam dengan memberikan tes kepada mahasiswa. Bentuk kegiatan tes bagi mahasiswa sebagai penilaian terhadap keberhasilan pembelajaran dilandasi asumsi bahwa suatu pembelajaran dianggap berhasil baik jika tujuan-tujuan belajar tercapai. Ketercapaian tujuan belajar tersebut tercermin dari hasil tes mahasiswa. Oleh karena itu, tes sebagai alat (instrument) untuk melakukan penilaian selalu dibuat berdasarkan pada tujuan-tujuan belajar yang telah ditetapkan. Instrument tes yang digunakan dalam tulisan ini adalah tes keterampilan proses dan teshasil belajar kognitif

dengan jumlah soal disesuaikan dengan indikator dan alokasi waktu yang disediakan. Penilaian keterampilan proses dan hasil belajar mahasiswa menggunakan rubrik seperti yang terdapat pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2.

Tabel 4.2
Klasifikasi Kemampuan Hasil Belajar Kognitif Mahasiswa Pada
Perkuliahan Fisika Dasar II Menurut Taksonomi Bloom

No	Ranah Kognitif	Indikator
1	Mengingat	Soal yang dibuat melihat kemampuan seseorang untuk mengingat kembali pengetahuan
2	Pemahaman	Soal yang dibuat menuntut pembuatan pernyataan masalah dengan kata-kata penjawab sendiri, pemberian contoh prinsip atau contoh konsep
3	Penerapan	Soal yang dibuat menuntut penerapan prinsip dan konsep dalam situasi yang belum pernah diberikan
4	Analisis	Soal yang menuntut uraian informasi ke dalam beberapa bagian, menemukan asumsi, membedakan fakta dan pendapat, dan menemukan hubungan sebab dan akibat
5	Evaluasi	Soal yang menuntut pembuatan keputusan dan kebijakan, dan penentuan "nilai" informasi.
6	Create	Soal yang menuntut suatu proses yang memadukan bagian atau unsur-unsur secara logis, sehingga menjelma menjadi suatu pola yang berstruktur atau berbentuk pola baru

(Anderson dan Krathwohl, 2001)

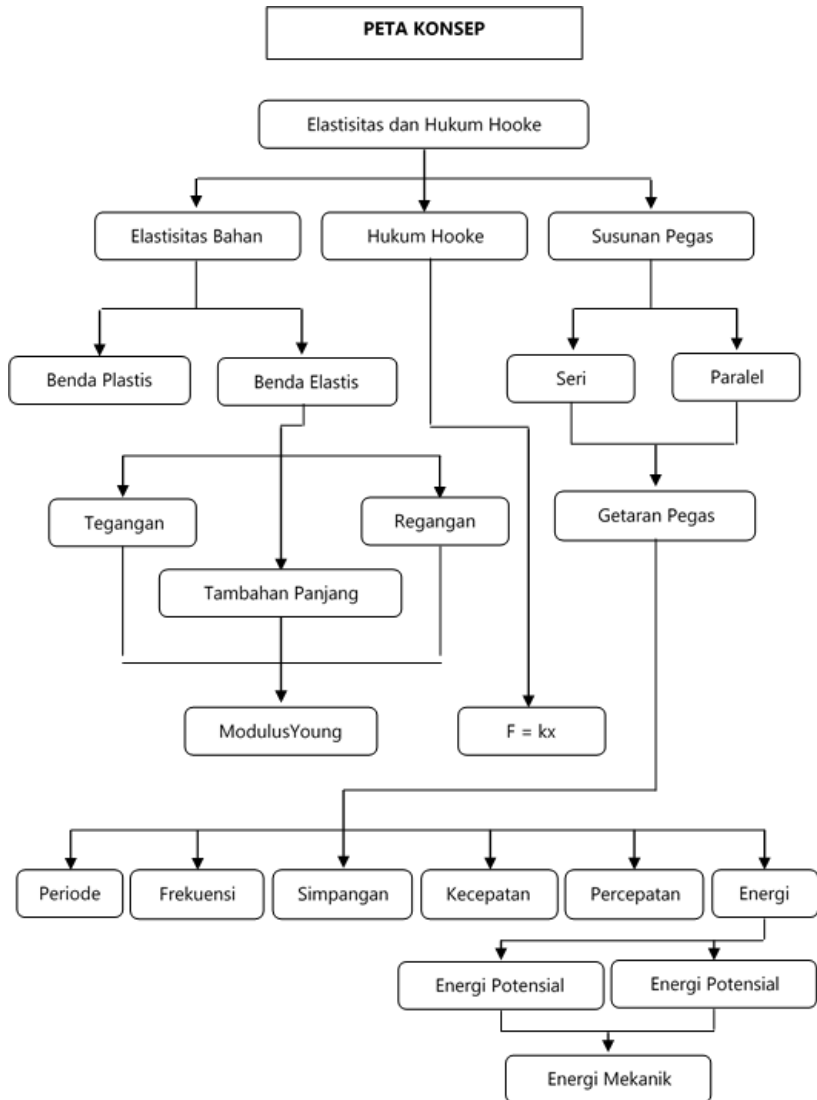
Tes evaluasi tentang keterampilan proses sains mahasiswa dibuat berdasarkan tabel 4.1 dan hasil belajar kognitif dibuat berdasarkan tabel 4.2 yang mencakup aspek pemahaman, penerapan, analisis, dan evaluasi.

2. Alat Ukur Model Perkuliahan *OPthree*

Alat ukur hasil belajar yang digunakan dalam model ini yaitu instrumen tes dan non tes. Instrumen tes berupa tes berbentuk uraian yang digunakan untuk mengukur ketercapaian keterampilan proses sains dan hasil belajar mahasiswa, sedangkan instrumen nontes yaitu angket (digunakan untuk melihat respon mahasiswa setelah mengikuti perkuliahan) dan observasi digunakan untuk melihat bagaimana aktivitas mahasiswa selama proses perkuliahan berlangsung. Pengukuran kualitas model pembelajaran *OPthree* yaitu melalui 1) kevalidan model pembelajaran, 2) kepraktisan model pembelajaran yang ditinjau dari keterlaksanaan pembelajaran dan aktivitas mahasiswa terhadap pembelajaran melalui hasil penilaian pengamat menggunakan lembar observasi, dan 3) keefektifan model pembelajaran dengan melihat peningkatan keterampilan proses sains dan hasil belajar mahasiswa, dan respon positif dari mahasiswa terhadap model pembelajaran yang diterapkan

BAB V BAHANN AJAR

A. Modulus Elastisitas Bahan



Capaian Perkuliahan

1. Sikap:
 - a. Bertaqwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dan mampu menunjukkan sikap religius
 - b. Bekerja sama dan memiliki kepekaan sosial serta kepedulian terhadap masyarakat dan lingkungan
 - c. Menginternalisasi nilai, norma, dan etika akademik
 - d. Menunjukkan sikap bertanggung jawab atas pekerjaan di bidang keahliannya secara mandiri
2. Pengetahuan:
 - a. Menjelaskan benda elastis dan benda plastis.
 - b. Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya tegangan (*stress*) yang dialami oleh suatu benda.
 - c. Menjelaskan pengertian stress dan strain.
 - d. Menganalisis besarnya modulus elastisitas berdasarkan data hasil percobaan atau grafik stress terhadap strain.
3. Keterampilan
 - a. Mampu menerapkan pemikiran logis, kritis, sistematis, dan inovatif dalam konteks pengembangan atau implementasi ilmu pengetahuan dan teknologi yang memperhatikan dan menerapkan nilai humaniora yang sesuai dengan bidang pendidikan fisika
 - b. Mampu menunjukkan kinerja mandiri, melakukan pengaturan diri (*self regulation*), bermutu, dan terukur
 - c. Mampu merencanakan, melaksanakan, dan mengevaluasi proses pembelajaran fisika yang berbasis aktifitas belajar untuk mengembangkan kemampuan berfikir sesuai dengan karakteristik materi fisika, dan sikap ilmiah sesuai dengan karakteristik siswa pada pembelajaran kurikuler, kokurikuler dan ekstra kurikuler dengan memanfaatkan berbagai sumber belajar berbasis ilmu pengetahuan, teknologi yang kontekstual dan lingkungan sekitar

BENDA ELASTIS DAN BENDA PLASTIS



Gambar 5.1. Shockbreaker Motor

Elastisitas adalah kemampuan suatu benda untuk kembali dengan segera ke keadaan awalnya setelah gaya luar yang bekerja kepada benda tersebut diiadakan atau dihilangkan. Benda-benda yang bersifat elastis seperti suspensi sepeda motor atau yang dikenal dengan istilah **shockbreaker** (Gambar 5.1), **springbed** dan **pegas**. Dari benda-benda tersebut, timbul beberapa pertanyaan sebagai berikut:

1. Apa sebenarnya sifat elastis itu ?
2. Mengapa benda seperti itu bisa elastis ?
3. Apa pengaruh yang dapat ditimbulkan ?
4. Adakah benda lain yang tidak memiliki sifat elastis ?

Pertanyaan-pertanyaan diatas diharapkan mahasiswa dapat menjawabnya pada akhir perkuliahan ini.

Sifat Elastis Bahan

Sifat elastis tidak hanya dimiliki oleh benda seperti pegas, tetapi juga oleh bahan yang lainnya dapat memperlihatkan sifat elastisitas. Beberapa bahan bersifat sangat elastis seperti karet sedangkan yang lainnya bersifat kurang elastis seperti keramik. **Sifat elastis** adalah sifat suatu bahan atau benda yang cenderung kembali ke bentuk semula ketika gaya yang bekerja pada benda tersebut dihilangkan.

Misalnya, kawat besi yang ditarik dengan gaya tertentu akan mengalami pertambahan panjang, dan jika gaya yang bekerja pada kawat tersebut diiadakan atau dihilangkan, maka panjangnya akan kembali seperti semula.

Benda-benda elastis seperti karet memiliki batas elastisitas. Ketika gaya luar yang diberikan melebihi gaya elastisitas atau gaya pemulihnya, maka perubahan ukuran benda tersebut (panjang, luas, volume) akan bersifat **permanen**. Bahkan, ketika melebihi gaya tertentu jauh di atas gaya batas elastisitasnya, maka pemberian gaya dapat menyebabkan benda elastis **patah** atau **putus**.



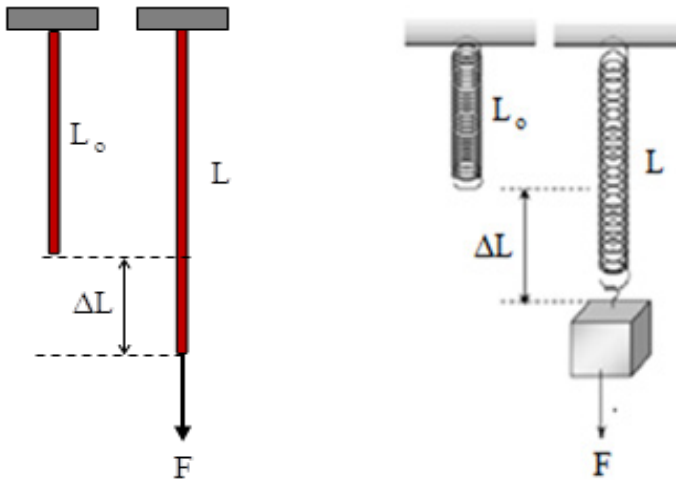
Gambar 5.2. Grafik gaya F vs pertambahan panjang pegas

Benda yang bentuknya mudah diubah dengan gaya tertentu dikatakan lebih elastis. Untuk membedakan bahan atau benda berdasarkan sifat keelastisannya, maka didefinisikan suatu besaran yang disebut **modulus Young**. Benda yang lebih elastis (lebih lunak) memiliki modulus elastis yang lebih kecil (Abdullah, 2016).

Modulus Young

Apa yang akan terjadi ketika batang logam atau kawat ditarik oleh gaya tertentu? Jawabannya dapat diamati pada Gambar 5.2(a). Batang dengan panjang tertentu akan bertambah panjangnya ketika ditarik

dengan gaya tertentu. Dengan kata lain akan terjadi pertambahan panjang. Sifat seperti ini dinamakan elastis. Apabila gaya yang bekerja pada benda atau bahan elastis tidak melebihi sifat elastisnya, maka tidak ada pertambahan panjang benda ketika gayanya dihilangkan atau panjangnya seperti semula.



Gambar 5.3a. Kawat ditarik Gambar 5.3b. Pegas ditarik

Misalkan kawat yang memiliki panjang mula-mula = L_0 jika ditarik dengan gaya tertentu F , maka panjang kawat tersebut menjadi L dengan pertambahan ΔL (Gambar 5.3a). Besar pertambahan panjang ΔL tersebut berbanding lurus dengan panjang mula-mula L_0 , atau dapat ditulis menjadi:

$$\Delta L \propto L_0 \dots\dots\dots (5.1)$$

Dari hubungan di atas dapat disimpulkan bahwa menambah panjang bahan/benda elastis yang lebih pendek seperti karet lebih sulit daripada menambah panjang karet yang lebih panjang.

Untuk mengganti kesebandingan di atas dengan tanda sama dengan, maka harus dikalikan dengan sebuah tetapan atau konstanta, ϵ . Tetapan ϵ sering disebut dengan **regangan** atau **strain**, atau dapat ditulis dengan:

$$\Delta L = \epsilon L_0 \dots\dots\dots (5.2)$$

Persamaan (5.2) menyatakan bahwa perbandingan antara pertambahan panjang suatu benda elastis terhadap panjang mula-mula disebut **regangan (strain)**, atau dapat ditulis dengan

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \dots\dots\dots (5.3)$$

Suatu gaya F yang digunakan untuk menekan atau meregangkan sebuah batang elastis yang memiliki luas permukaan penampang = A, maka besarnya gaya F tersebut disebarkan ke seluruh permukaan penampang batang. Besarnya gaya per satuan luas permukaan penampang batang yang dirasakan permukaan berbanding terbalik dengan luas permukaan penampang tersebut, atau dapat ditulis dengan:

$$\tau = \frac{F}{A} \dots\dots\dots (5.4)$$

Persamaan (5.4) sering disebut **tekanan/tegangan (stress)** dan menentukan perubahan panjang benda, bukan besarnya gaya secara langsung.

Hasil percobaan yang dilakukan oleh para peneliti pada sebagian besar bahan menunjukkan sifat yang menarik, yaitu *perbandingan stress dan strain untuk suatu benda selalu konstan*. Pernyataan ini dikenal dengan istilah Modulus Young, disimbolkan Y dan diungkapkan dengan persamaan:

$$Y = \frac{\tau}{\varepsilon} \dots\dots\dots (5.5)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (5.3) dan (5.4) ke dalam persamaan (5.5) akan didapat persamaan:

$$Y = \frac{F/A}{\Delta L/L_0} \dots\dots\dots (5.6)$$

Persamaan (5.6) dapat diatur sedemikian hingga dapat ditulis menjadi:

$$F = \left(\frac{YA}{L_0}\right) \Delta L \dots\dots\dots (5.7)$$

Besaran fisika dalam tanda kurung, yaitu Y, A dan L₀ semuanya bernilai konstan dan dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$k = \frac{YA}{L_0} \dots\dots\dots (5.8)$$

Bagaimanakah penerapan persamaan-persamaan di atas? Untuk lebih memahaminya, cermatilah contoh 5.1 dan 5.2 berikut.

Contoh 5.1:

Sebuah kawat logam panjangnya 80 m dan luas penampang 4 cm². Jika salah satu ujung kawat diikat di atap dan ujung lainnya ditarik dengan gaya sebesar 50 N, ternyata bertambah panjangnya menjadi 82 cm. Tentukan:

1. Regangan kawat
2. Tegangan pada kawat
3. Modulus elastisitas kawat

Penyelesaian:

Data-data dan informasi dari soal di atas dapat dicatat:

Panjang kawat mula-mula $L_0 = 80 \text{ cm} = 0,8 \text{ m}$

Luas penampang: $A = 4 \text{ cm}^2 = 4 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

Gaya: $F = 50 \text{ N}$

Panjang kawat menjadi: $L = 82 \text{ cm} = 0,82 \text{ m}$

Pertambahan panjang $\Delta L = 2 \text{ cm} = 2 \times 10^{-2} \text{ m}$

1. Regangan kawat, ε dihitung dengan persamaan:

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{\Delta L}{L_0} \\ &= \frac{2 \text{ cm}}{80 \text{ cm}} \\ \varepsilon &= 0,025\end{aligned}$$

2. Tegangan pada kawat, τ dihitung dengan persamaan:

$$\begin{aligned}\tau &= \frac{F}{A} \\ &= \frac{50 \text{ N}}{4 \times 10^{-4} \text{ m}^2} \\ \tau &= 1,25 \times 10^5 \text{ N/m}^2\end{aligned}$$

3. Modulus elastisitas kawat, Y dihitung dengan persamaan:

$$\begin{aligned} Y &= \frac{\tau}{\varepsilon} \\ &= \frac{1,25 \times 10^5 \text{ N/m}^2}{0,025} \\ Y &= 5 \times 10^6 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

Contoh 5.2:

Sebuah kawat baja berdiameter 2 mm dengan panjang 4 m. Jika kawat tersebut digunakan untuk menggantung benda bermassa 5,0 kg. Jika modulus Young kawat adalah $2,0 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$. Berdasarkan data tersebut, tentukan

1. Pertambahan panjang kawat
2. Tetapan pegas untuk kawat tersebut.

Penyelesaian:

Data-data dan informasi dari soal di atas, didapatkan:

Diameter: $d = 2 \text{ mm} = 2,0 \times 10^{-3} \text{ m}$

Luas: $A = \pi d^2 / 4 = 3,14 \times (2,0 \times 10^{-3})^2 / 4 = 3,14 \times 10^{-6} \text{ m}^2$

Panjang kawat mula-mula $L_0 = 4 \text{ m}$

Berat beban: $F = mg = 50 \text{ N}$

Modulus Young kawat: $Y = 2,0 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$

1. Pertambahan panjang kawat, dihitung dengan persamaan:

$$\begin{aligned} \Delta L &= \frac{FL_0}{YA} \\ &= \frac{50 \text{ N} \times 4 \text{ m}}{2,0 \times 10^{11} \text{ N/m}^2 \times 3,14 \times 10^{-6} \text{ m}^2} \\ &= 3,2 \times 10^{-4} \text{ m} \end{aligned}$$

$\Delta L = 0,032 \text{ mm}$

Pertambahan panjang kawat adalah 0,32 mm

2. Tetapan pegas untuk kawat dihitung dengan persamaan:

$$k = \frac{YA}{L_0}$$
$$= \frac{2,0 \times 10^{11} \text{ N/m}^2 \times 3,14 \times 10^{-6} \text{ m}^2}{4 \text{ m}}$$

$$k = 1,57 \times 10^5 \text{ N/m}$$

Tetapan pegas untuk kawat tersebut adalah $1,57 \times 10^5 \text{ N/m}$

B. Hukum Hooke

Capaian Perkuliahan

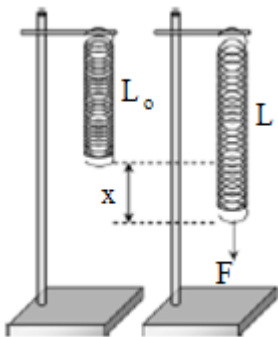
1. Sikap:
 - a. Bertaqwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dan mampu menunjukkan sikap religius
 - b. Bekerja sama dan memiliki kepekaan sosial serta kepedulian terhadap masyarakat dan lingkungan
 - c. Menginternalisasi nilai, norma, dan etika akademik
 - d. Menunjukkan sikap bertanggung jawab atas pekerjaan di bidang keahliannya secara mandiri
2. Pengetahuan:
 - a. Menjelaskan pengaruh gaya terhadap pertambahan panjang pegas.
 - b. Menentukan besarnya gaya yang diberikan pada pegas.
 - c. Menentukan besarnya konstanta pada pegas berdasarkan grafik hasil percobaan.
 - d. Menentukan besarnya pertambahan panjang pegas dengan menggunakan persamaan hukum Hooke
 - e. Menalisis grafik hubungan antara pertambahan panjang (x) terhadap massa beban.
3. Keterampilan
 - a. Mampu menerapkan pemikiran logis, kritis, sistematis, dan inovatif dalam konteks pengembangan atau implementasi

ilmu pengetahuan dan teknologi yang memperhatikan dan menerapkan nilai humaniora yang sesuai dengan bidang pendidikan fisika

- b. Mampu menunjukkan kinerja mandiri, melakukan pengaturan diri (*self regulation*), bermutu, dan terukur
- c. Mampu merencanakan, melaksanakan, dan mengevaluasi proses pembelajaran fisika yang berbasis aktifitas belajar untuk mengembangkan kemampuan berfikir sesuai dengan karakteristik materi fisika, dan sikap ilmiah sesuai dengan karakteristik siswa pada pembelajaran kurikuler, kokurikuler dan ekstra kurikuler dengan memanfaatkan berbagai sumber belajar berbasis ilmu pengetahuan, teknologi yang kontekstual dan lingkungan sekitar

Hukum Hooke

Sifat elastisitas pada pegas telah dikaji oleh **Robert Hooke** (1635-1703). Hasil eksperimen Robert Hooke mendeskripsikan hubungan antara gaya yang dikerahkan pada pegas dengan pertambahan panjang pegas. Hubungan tersebut menyatakan besarnya gaya sebanding dengan pertambahan panjang pegas.



Dari hubungan gaya dan pertambahan panjang pegas menurut Robert Hooke dapat dituliskan dengan persamaan:

$$F=kx \dots \dots \dots (5.9)$$

k = tetapan pegas dalam N/m

x = pertambahan panjang pegas

Gambar 5.4. Pegas

Bagaimanakah penerapan hukum Hooke tersebut ? Untuk lebih memahami hukum Hooke tersebut, cermatilah contoh 5.3 dan 5.4 berikut.

Contoh 5.3.

Sebuah pegas panjangnya 20 cm. Ketika ditarik dengan gaya sebesar 12,5 N panjang pegasnya menjadi 22 cm. Berapakah panjang pegas sekarang jika ditarik dengan gaya sebesar 37,5 N ?

Penyelesaian:

Data-data dan informasi pada soal di atas , dapat dicatat:

Panjang pegas mula-mula: $L_0 = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$

Ketika pegas ditarik dengan gaya $F = 12,5 \text{ N}$ panjangnya menjadi $L = 22 \text{ cm}$ dan pertambahan panjang pegas: $\Delta L = 2 \text{ cm} = 2 \times 10^{-2} \text{ m}$

Tetapan pegas k , dihitung dengan persamaan:

$$\begin{aligned}k &= \frac{F}{\Delta L} \\ &= \frac{12,5 \text{ N}}{2 \times 10^{-2} \text{ m}} \\ k &= 6,25 \times 10^2 \text{ N/m}\end{aligned}$$

Ketika pegas ditarik dengan gaya $F = 37,5 \text{ N}$, maka pertambahan panjang pegas dihitung dengan persamaan:

$$\begin{aligned}\Delta L &= \frac{F}{k} \\ &= \frac{37,5 \text{ N}}{6,25 \times 10^2 \text{ N/m}} \\ \Delta L &= 6 \times 10^{-2} \text{ m} = 6 \text{ cm}\end{aligned}$$

Panjang pegas ketika ditarik dengan gaya 37,5 N adalah 26 cm

Contoh 5.4.

Dua pegas A dan B panjangnya sama 25 cm. Kedua pegas ditarik dengan gaya sama besar, yaitu 13,5 N. Panjang kedua pegas pada saat ditarik dengan gaya 13,5 N masing-masing menjadi 28 cm dan 30 cm. Tentukan perbandingan tetapan pegas A terhadap tetapan pegas B.

Penyelesaian:

Data-data dan informasi pada soal, dapat dicatat:

Panjang mula-mula pegas A dan pegas B sama, 25 cm

Ketika pegas A ditarik dengan gaya 13,5 N panjangnya menjadi 28 cm

Pertambahan panjang pegas A adalah $x_A = 28 \text{ cm} - 25 \text{ cm} = 3 \text{ cm}$

Ketika pegas B ditarik dengan gaya 13,5 N panjangnya menjadi 30 cm

Pertambahan panjang pegas B adalah $x_B = 30 \text{ cm} - 25 \text{ cm} = 5 \text{ cm}$.

Karena gaya yang bekerja pada pegas A dan pegas B adalah sama, yaitu 13,5 N maka perbandingan tetapan pegas A dan pegas B dihitung dengan persamaan:

$$\frac{k_A}{k_B} = \frac{x_B}{x_A} = \frac{5}{3} \text{ atau } k_A : k_B = 5 : 3$$

Perbandingan tetapan pegas A dan tetapan pegas B adalah 5 : 3

C. Susunan Pegas

Capaian Perkuliahan

1. Sikap:
 - a. Bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dan mampu menunjukkan sikap religius
 - b. Bekerja sama dan memiliki kepekaan sosial serta kepedulian terhadap masyarakat dan lingkungan
 - c. Menginternalisasi nilai, norma, dan etika akademik
 - d. Menunjukkan sikap bertanggung jawab atas pekerjaan di bidang keahliannya secara mandiri
2. Pengetahuan:
 - a. Menjelaskan hubungan antara gaya dan pertambahan panjang pegas pada susunan pegas seri
 - b. Menentukan besarnya tetapan pegas pengganti pada susunan pegas seri.
 - c. Membandingkan besar pertambahan panjang pada susunan pegas seri

- d. Menentukan besarnya pertambahan panjang pegas dengan menggunakan persamaan hukum Hooke pada susunan pegas seri.
 - e. Mementukan hubungan gaya pegas dan pertambahan panjang pegas dalam bentuk grafik pada susunan pegas paralel.
 - f. Menerapkan persamaan tetapan pengganti susunan pegas paralel.
 - g. Menjelaskan pengaruh jenis susunan pegas terhadap nilai tetapan pegas.
 - h. Menentukan pertambahan panjang pegas pada susunan pegas gabungan seri-paralel.
 - i. Menganalisis hubungan antar gaya, jenis susunan pegas dan pertambahan panjang total.
3. Keterampilan
- a. Mampu menerapkan pemikiran logis, kritis, sistematis, dan inovatif dalam konteks pengembangan atau implementasi ilmu pengetahuan dan teknologi yang memperhatikan dan menerapkan nilai humaniora yang sesuai dengan bidang pendidikan fisika
 - b. Mampu menunjukkan kinerja mandiri, melakukan pengaturan diri (*self regulation*), bermutu, dan terukur
 - c. Mampu merencanakan, melaksanakan, dan mengevaluasi proses pembelajaran fisika yang berbasis aktifitas belajar untuk mengembangkan kemampuan berfikir sesuai dengan karakteristik materi fisika, dan sikap ilmiah sesuai dengan karakteristik siswa pada pembelajaran kurikuler, kokurikuler dan ekstra kurikuler dengan memanfaatkan berbagai sumber belajar berbasis ilmu pengetahuan, teknologi yang kontekstual dan lingkungan sekitar

Susunan Pegas

Dalam kehidupan sehari-hari rumah-rumah, penginapan, hotel, dan lain-lain biasa dilengkapi dengan perabot seperti tempat tidur

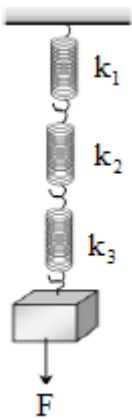
atau springbed. Springbed adalah kasur yang menggunakan lapisan busa dan susunan per atau pegas-pegas pada posisi sama. Contoh lain adalah suspensi sepeda motor atau shockbreaker pada (lihat Gambar 5.1).



Gambar 5.5. Springbed

Bagaimana susunan shockbreaker sepeda motor atau springbed ? Coba perhatikan. Ternyata susunan pegas pada shockbreaker dan springbed adalah susunan paralel. Susunan pegas yang lain adalah susunan seri.

1. Susunan Seri

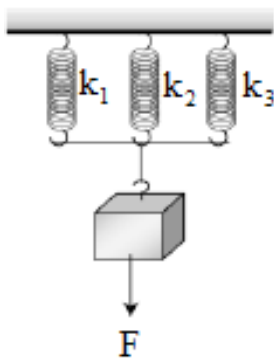


Susunan pegas secara seri ditunjukkan seperti Gambar 5.6. Ketika susunan pegas tersebut ditarik dengan gaya sebesar F, maka semua pegas merasakan gaya yang sama besar sedangkan pertambahan panjang total merupakan jumlah aljabar dari pertambahan panjang masing-masing pegas. Tetapan pegas total (pengganti) memenuhi hubungan:

$$\frac{1}{k_s} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \frac{1}{k_3} \dots + \frac{1}{k_n} \dots \dots \dots (5.9)$$

Gambar 5.6

2. Susunan Paralel

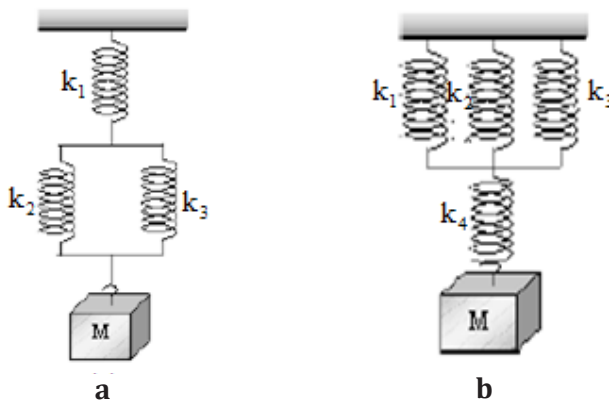


Susunan pegas secara paralel ditunjukkan seperti Gambar 5.7. Ketika susunan pegas paralel ditarik dengan gaya sebesar F , maka semua pegas mengalami panjang yang sama dan semua pegas merasakan gaya yang berbeda yang besarnya sebanding dengan tetapan pegas masing-masing. Tetapan pegas total (pengganti) memenuhi hubungan:

$$k_p = k_1 + k_2 + k_3 + \dots + k_n \dots \dots \dots (5.10)$$

Gambar.5.7

3. Susunan Campuran



Gambar.5.8. Susunan Campuran

Bagaimana menyelesaikan susunan pegas campuran seperti Gambar 5.8 di atas ? Untuk menjawab pertanyaan susunan pegas campuran di atas, cermatilah penyelesaian soal pada contoh 5.5 dan contoh 5.6 berikut.

Contoh 5.5.

Tiga buah pegas memiliki tetapan masing-masing sebesar $k_1 = 100$ N/m, $k_2 = 200$ N/m, $k_3 = 300$ N/m. Ketiga pegas tersebut disusun paralel, kemudian diseriikan dengan pegas ke-4 yang tetapan pegasnya

$k_4 = 300 \text{ N/m}$ sehingga susunannya seperti pada Gambar 5.7b.
Tentukan:

1. Tetapan pegas total
2. Pertambahan panjang susunan pegas jika diberi beban bermassa $0,6 \text{ kg}$
3. Pertambahan panjang pegas k_4

Penyelesaian

Data-data berdasarkan informasi dari soal:

$$k_1 = 100 \text{ N/m}$$

$$k_2 = 200 \text{ N/m}$$

$$k_3 = 300 \text{ N/m}$$

$$k_4 = 300 \text{ N/m}$$

1. Tetapan pegas total

Mula-mula dicari tetapan pegas pengganti susunan paralel:

$$\begin{aligned} k_p &= k_1 + k_2 + k_3 \\ &= 100 \text{ N/m} + 200 \text{ N/m} + 300 \text{ N/m} \end{aligned}$$

$$k_p = 600 \text{ N/m}$$

Pegas pengganti k_p dan k_4 merupakan susunan seri dengan tetapan pengganti dihitung dengan persamaan:

$$\frac{1}{k_s} = \frac{1}{k_p} + \frac{1}{k_4}$$

$$\frac{1}{k_s} = \frac{1}{600} + \frac{1}{300} = \frac{3}{600}$$

$$\frac{1}{k_s} = \frac{600}{3} = 200 \text{ N/m}$$

Tetapan pegas pengganti total adalah 200 N/m .

2. Pertambahan panjang susunan pegas jika diberi beban bermassa $0,6 \text{ kg}$

$$\begin{aligned}
 mg &= k_s \cdot x \\
 x &= \frac{mg}{k_s} \\
 &= \frac{0,6 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2}{200 \text{ N/m}} \\
 &= \frac{6\text{N}}{200 \frac{\text{N}}{\text{m}}} \\
 x &= 0,03 \text{ m} = 3\text{cm}
 \end{aligned}$$

3. Pertambahan panjang pegas k_4

Pegas k_p dan k_4 seri sehingga merasakan gaya sama besar, yaitu 6 N sehingga pertambahan panjang k_4 dihitung dengan persamaan:

$$\begin{aligned}
 x_4 &= \frac{mg}{k_4} \\
 &= \frac{6\text{N}}{300 \text{ N/m}} \\
 x_4 &= 0,02 \text{ m} = 2 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Contoh 5.6.

Tiga buah pegas disusun seperti pada Gambar 5.7a dengan tetapan $k_1 = 600\text{N/m}$, $k_2 = 400 \text{ N/m}$ dan $k_3 = 800 \text{ N/m}$. Jika susunan pegas tersebut ditarik oleh sebuah beban bermassa 0,5 kg, tentukan:

1. Tetapan pegas total
2. Pertambahan panjang pegas total
3. Gaya yang dirasakan pegas k_1 , k_2 dan k_3
4. Pertambahan panjang pegas k_1 dan k_2

Penyelesaian

Data-data dan informasi dari soal di atas dapat dicatat:

$$k_1 = 600 \text{ N/m}$$

$$k_2 = 400 \text{ N/m}$$

$$k_3 = 800 \text{ N/m}$$

$$\text{Massa beban, } m = 0,5 \text{ kg}$$

1. Tetapan pegas total

Pegas k_2 dan k_3 adalah susunan paralel sehingga tetapan pegas penggantinya:

$$k_p = k_2 + k_3 = 400 \text{ N/m} + 800 \text{ N/m} = 1200 \text{ N/m}$$

k_p dan k_1 adalah susunan seri sehingga tetapan pegas penggantinya:

$$\begin{aligned} \frac{1}{k_s} &= \frac{1}{k_p} + \frac{1}{k_1} \\ &= \frac{1}{1200} + \frac{1}{600} \end{aligned}$$

$$\frac{1}{k_s} = \frac{3}{1200}$$

$$\frac{1}{k_s} = \frac{1200}{3} = 400 \text{ N/m}$$

Tetapan pegas pengganti total adalah 400 N/m

2. Pertambahan panjang pegas total dihitung dengan persamaan:

$$\begin{aligned} x &= \frac{mg}{k_s} \\ &= \frac{0,5 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2}{400 \text{ N/m}} \end{aligned}$$

$$x = 1,25 \times 10^{-2} \text{ m} = 1,25 \text{ cm}$$

Pertambahan panjang pegas total adalah 1,25 cm

3. Gaya yang dirasakan pegas k_1 , k_2 dan k_3

Pegas k_p dan k_1 merasakan gaya sama besar, yaitu $0,5 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 = 5 \text{ N}$

Pegas k_2 dan k_3 memiliki pertambahan panjang yang sama, misalkan x . Pertambahan panjang pegas k_2 dan k_3 dihitung dengan persamaan:

$$x = \frac{F_2}{k_2} = \frac{F_3}{k_3}$$

$$\frac{F_2}{400} = \frac{F_3}{800}$$

$$F_2 = 0,5 F_3$$

Gaya total yang dirasakan pegas k_2 dan k_3 adalah 5 N, jadi:

$$F_2 + F_3 = 5$$

$$F_2 = 5 - F_3$$

Substitusi $F_2 = 0,5 F_3$ sehingga:

$$0,5F_3 = 5 - F_3$$

$$F_3 = 10/3 \text{ N}$$

$$F_2 = 5/3 \text{ N}$$

Pegas k_2 dan k_3 merasakan gaya masing-masing: $5/3 \text{ N}$ dan $10/3 \text{ N}$

4. Pertambahan panjang pegas k_1 dan k_2 dihitung dengan persamaan

$$x_1 = \frac{F_1}{k_1}$$

$$= \frac{5\text{N}}{600\text{N/m}}$$

$$x_1 = \frac{5}{6} \times 10^{-2}\text{m} = 0,83 \text{ cm}$$

$$x_2 = \frac{F_2}{k_2}$$

$$= \frac{5/3\text{N}}{400\text{N/m}}$$

$$x_2 = \frac{5}{12} \times 10^{-2}\text{m} = 0,42 \text{ cm}$$

Pertambahan panjang pegas k_1 dan k_2 masing-masing $x_1 = 0,83 \text{ cm}$ dan $x_2 = 0,42 \text{ cm}$.

D. Getaran Pegas

Capaian Perkuliahan

1. Sikap:
 - a. Bertaqwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dan mampu menunjukkan sikap religius
 - b. Menunjukkan kerjasama dan komunikasi dalam kerja kelompok, memiliki kepekaan sosial serta kepedulian terhadap masyarakat dan lingkungan
 - c. Menunjukkan perilaku jujur dan teliti dalam menyajikan data
 - d. Menunjukkan sikap bertanggung jawab atas pekerjaan di bidang keahliannya secara mandiri
2. Pengetahuan:
 - a. Menjelaskan karakteristik getaran pegas (simpangan, kecepatan, percepatan, dan gaya pemulih) melalui simulasi getaran pegas
 - b. Menentukan persamaan simpangan, kecepatan, percepatan, dan energi
 - c. Melakukan percobaan getaran pegas
 - d. Mengolah data percobaan ke dalam grafik, menentukan persamaan grafik, dan menginterpretasi data dan grafik untuk menentukan karakteristik getaran pada pegas
 - e. Menentukan periode getaran berdasarkan percobaan getaran pada pegas
 - f. Menyimpulkan hasil percobaan getaran pada pegas
3. Keterampilan
 - a. Mampu menerapkan pemikiran logis, kritis, sistematis, dan inovatif dalam konteks pengembangan atau implementasi ilmu pengetahuan dan teknologi yang memperhatikan dan menerapkan nilai humaniora yang sesuai dengan bidang pendidikan fisika
 - b. Mampu menunjukkan kinerja mandiri, melakukan pengaturan diri (*self regulation*), bermutu, dan terukur

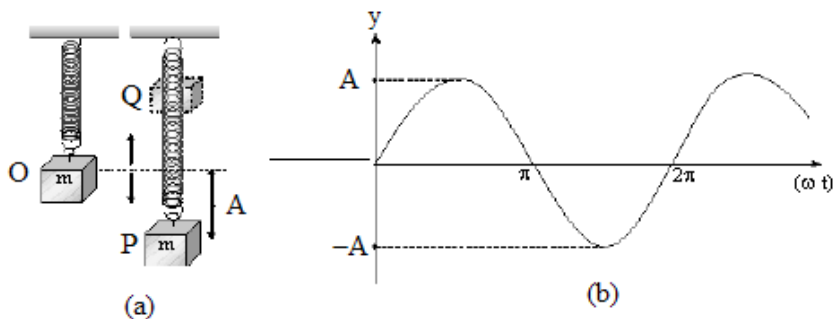
- c. Mampu merencanakan, melaksanakan, dan mengevaluasi proses pembelajaran fisika yang berbasis aktifitas belajar untuk mengembangkan kemampuan berfikir sesuai dengan karakteristik materi fisika, dan sikap ilmiah sesuai dengan karakteristik siswa pada pembelajaran kurikuler, kokurikuler dan ekstra kurikuler dengan memanfaatkan berbagai sumber belajar berbasis ilmu pengetahuan, teknologi yang kontekstual dan lingkungan sekitar

Getaran Pegas

Kata getaran sudah seringkali kita dengar. Dalam ilmu fisika, **getaran** sering disebut dengan **gerak harmonis**. **Gerak harmonis** adalah gerak bolak-balik pada lintasannya secara periodik di sekitar titik kesetimbangannya. **Periodik** berarti memiliki waktu bolak-balik yang tetap dan **periode**. Contoh gerak harmonis antara lain: (1) ayunan anak-anak, (2) bandul jam, dan (3) getaran pegas.

1. Persamaan Getaran

Sebuah beban m digantungkan di ujung bawah pegas (Gambar 5.8). Bagaimana jika beban m ditarik ke bawah hingga simpangan tertentu kemudian dilepaskan? Jawabannya disajikan seperti Gambar 5.8a. Ketika beban m ditarik dari titik O (titik setimbang) ke titik P kemudian dilepaskan, maka beban m akan bergerak kembali ke titik O sampai berhenti di titik Q . Kemudian di titik Q mendapatkan gaya lagi dan kembali ke O hingga ke titik P lagi dan gerak bolak-balik terus terjadi hingga beban m berhenti di O .



Gambar.5.9. Gerak Periode Pegas

Simpangan Getaran

Simpangan benda (beban m) yang bergerak bolak-balik di sekitar titik setimbang O atau simpangan getaran dilukiskan seperti kurva pada Gambar 5.9b. Bentuk kurva tersebut memenuhi fungsi sinus. Dengan kata lain, simpangan getarannya memenuhi fungsi sebagai berikut.

$$y = A \sin \omega t \dots\dots\dots (5.11)$$

- y = simpangan, dalam meter (m)
- A = simpangan maksimum yang disebut amplitudo, dalam meter (m)
- $\omega = 2\pi/T = 2\pi.f$ frekuensi sudut, dalam radian per sekon (rad/s)
- T = periode, dalam sekon (s)
- f = frekuensi, dalam hertz (Hz atau s^{-1})
- t = interval waktu, dalam sekon (s)

Persamaan (5.11) dapat dituliskan menjadi

$$y = A \sin (2\pi/T) t \dots\dots\dots (5.12)$$

Fase getaran dituliskan dengan persamaan:

$$\varphi = t/T \dots\dots\dots (5.13)$$

Kecepatan Getaran

Kecepatan getaran merupakan turunan pertama simpangan (y) terhadap waktu (t), atau dituliskan dengan persamaan:

$$v = A\omega \cos \omega t \dots\dots\dots (5.14)$$

Percepatan Getaran

Percepatan getaran merupakan turunan kedua simpangan (y) terhadap waktu (t) atau turunan pertama kecepatan (v) terhadap waktu (t), atau dituliskan dengan persamaan:

$$a = -A\omega^2 \sin \omega t \dots\dots\dots (5.15)$$

Persamaan (5.15) dapat ditulis kembali menjadi:

$$a = -\omega^2 y \dots\dots\dots (5.16)$$

Benda bergetar akan memiliki percepatan yang sebanding dengan negatif dari simpangannya dan tetapan perbandingannya

merupakan kuadrat frekuensi sudutnya. Sifat ini sangat sesuai dengan penyebab gerak dari getaran itu, yaitu **gaya pemulih**. Benda akan bergetar jika dipengaruhi oleh gaya yang arahnya selalu menuju ke titik seimbangnya. Pada getaran pegas, gaya pemulihnya berasal dari gaya elastis pegas, yaitu dengan persamaan:

$$F = -k y \dots\dots\dots (5.17)$$

Periode dan Frekuensi Getaran

Periode getaran ditentukan dari persamaan (5.16) dan (5.17). Menurut hukum II Newton, persamaan (5.17) dapat dituliskan menjadi:

$$\begin{aligned}
 ma &= -k y \\
 m(-\omega^2 y) &= -k y \\
 \omega^2 &= \frac{k}{m} \\
 \omega &= \sqrt{\frac{k}{m}}
 \end{aligned}$$

Untuk mencari periode getaran, T substitusi $\omega = 2\pi/T$

$$\frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Periode getaran pegas dapat dituliskan dengan persamaan:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{k}{m}} \dots\dots\dots (5.17)$$

Frekuensi getaran f merupakan kebalikan dari periode getaran T, atau ditulis:

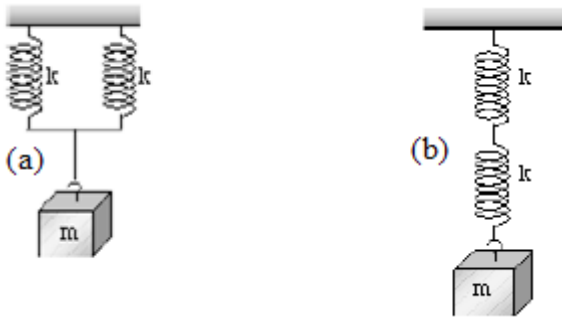
$$f = \frac{1}{T} \dots\dots\dots (5.18)$$

atau

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \dots\dots\dots (5.19)$$

Persamaan (5.17) dan (5.19) dapat dikatakan bahwa periode T dan frekuensi f dari getaran pegas hanya dipengaruhi massa beban dan tetapan pegas.

Contoh 5.7.



Gambar.5.10.

Diberikan empat buah pegas yang identik, dua pegas disusun paralel (Gambar 5.10a) dan dua pegas lainnya disusun seri (Gambar 5.10b). Kedua susunan pegas tersebut ditarik oleh beban m yang sama besar, kemudian digetarkan. Jika periode susunan pegas paralel adalah 8 sekon, berapa periode susunan pegas seri ?

Penyelesaian:

Data-data dan informasi dari soal di atas dapat dicatat:

Beban susunan paralel = beban susunan seri = m

a. Pada Susunan Pegas Paralel

Tetapan pegas pengganti: $k_p = k + k = 2k$

Periode $T_p = 8$ sekon

Persamaan (5.17) dapat dituliskan menjadi:

$$T_p = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k_p}}$$

$$8 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{2k}}$$

Kuadratkan:

$$64 = 4\pi^2 \frac{m}{2k}$$

$$\frac{\pi^2 m}{k} = 32 \dots\dots\dots (*)$$

b. Pada Susunan Pegas Seri

Tetapan pegas pengganti:

$$\frac{1}{k_s} = \frac{1}{k} + \frac{1}{k} = \frac{2}{k}$$

$$k_s = \frac{k}{2}$$

Periode $T_s = \dots\dots\dots ?$

Persamaan (5.17) dapat dituliskan menjadi:

$$T_s = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k_s}}$$

Kuadratkan:

$$T_s^2 = 4\pi^2 \frac{m}{k_s}$$

Substitusi: $k_s = \frac{k}{2}$ didapat:

$$T_s^2 = 4 \frac{\pi^2 m}{k/2}$$

$$T_s^2 = 8 \frac{\pi^2 m}{k}$$

Substitusi (*): $\frac{\pi^2 m}{k} = 32$ sehingga:

$$T_s^2 = 8 \times 32 \text{ atau } T_s^2 = 8 \times 8 \times 4$$

$$T_s = 16 \text{ sekon}$$

Periode susunan seri 16 sekon atau dua kali periode susunan paralel.

Contoh 5.8.

Sebuah pegas ditarik oleh beban bermassa 50 gr. Ketika digetarkan akan terjadi getaran dengan frekuensi 36 Hz. Berapa frekuensi getarannya jika ditarik oleh beban bermassa 200 gr ?

Penyelesaian:

Data-data dan informasi dari soal di atas dapat dicatat:

a. Beban pertama bermassa: $m_1 = 50 \text{ gram} = 0,05 \text{ kg}$

Frekuensi: $f_1 = 36 \text{ Hz}$

Persamaan (5.19) dapat ditulis menjadi:

$$f_1 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m_1}}$$

$$36 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{50}} \dots\dots\dots(+)$$

b. Beban kedua bermassa: $m_2 = 200 \text{ gram} = 0,2 \text{ kg}$

Frekuensi: $f_2 = \dots ?$

Persamaan (5.19) dapat ditulis menjadi:

$$f_2 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m_2}}$$

$$f_2 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{200}}$$

$$f_2 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{4 \times 50}}$$

$$f_2 = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{50}} \right)$$

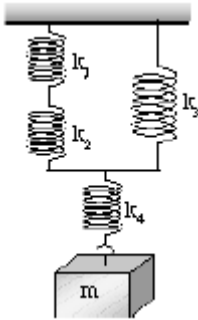
Substitusi (+) akan didapat :

$$f_2 = \frac{1}{2} \times 36 \text{ Hz} = 18 \text{ Hz}$$

Frekuensi getaran ketika pegas ditarik dengan beban 200 gram kemudian digetarkan adalah 18 Hz.

SOAL LATIHAN 5.1

1. Jelaskan besaran-besaran apa sajakah yang mempengaruhi modulus elastisitas suatu bahan?
2. Seutas kawat dengan luas penampang 500 mm^2 ditarik dengan gaya sebesar 10 N. Berapakah stress yang dirasakan kawat tersebut?
3. Sebatang batang logam panjangnya 60 cm dan luas penampangnya 300 mm^2 . Jika modulus elastisitas logam tersebut $4 \times 10^6 \text{ N/m}$. Tentukan:
 - a. Strain batang tersebut
 - b. Tetapan pegas untuk batang
 - c. Pertambahan panjang
 - d. Stress batang saat ditarik dengan gaya sebesar 15 N
4. Sebuah pegas yang ditarik dengan gaya sebesar 12 N panjangnya menjadi sebesar 15 cm. Ketika ditarik dengan gaya sebesar 20 N panjangnya menjadi 17 cm, tentukan:
 - a. Tetapan pegas pegas tersebut
 - b. Besar gaya tarik pada pegas jika panjangnya pegas menjadi 19 cm.
5. Dua pegas identik dirangkai dengan dua cara seperti pada Gambar.5.9.
Carilah perbandingan tetapan pengganti dari kedua jenis rangkaian tersebut
6. Empat buah pegas disusun seperti pada Gambar berikut.

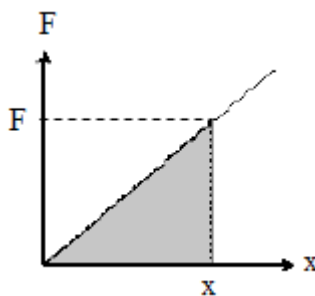


Jika $k_1 = 60 \text{ N/m}$, $k_2 = 30 \text{ N/m}$, $k_3 = 40 \text{ N/m}$, dan $k_4 = 60 \text{ N/m}$ serta ditarik dengan beban bermassa 600 gram. Tentukan:

- Tetapan pegas total
- pertambahan panjang pegas
- Gaya yang dirasakan k_4 dan k_1
- Pertambahan panjang pegas k_4 dan k_2

2. Energi Getaran

Pada getaran pegas, energi dibangkitkan oleh gaya pemulih yang bekerja sepanjang gerakannya. Energi ini disebut energi potensial pegas. Energi potensial pegas dapat ditentukan melalui grafik hubungan antara gaya pemulih F dengan pertambahan panjang pegas x seperti disajikan pada Gambar 5.10 berikut.



Gambar 5.10.

Besarnya energi potensial pegas sama dengan luas segitiga yang diarsir, atau dengan persamaan:

$$E_p = \frac{1}{2} F \cdot x$$

Substitusikan persamaan gaya pegas menurut hukum Hooke (5.9) pada persamaan (5.9) akan diperoleh:

$$E_p = \frac{1}{2} Fx^2 \dots\dots\dots (5.20)$$

Benda yang bergetar juga memiliki energi kinetik sebesar:

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2 \dots\dots\dots (5.21)$$

Jumlah energi potensial dan energi kinetik disebut energi mekanik. Energi mekanik getaran pegas dinyatakan dengan persamaan:

$$E = E_p + E_k$$

$$E = \frac{1}{2} kx^2 + \frac{1}{2} mv^2 \dots\dots\dots (5.22)$$

Substitusikan persamaan (5.12) dan (5.14) ke persamaan (5.22) akan diperoleh:

$$E = \frac{1}{2} k(A \sin \omega t)^2 + \frac{1}{2} m(\omega A \cos \omega t)^2$$

$$E = \frac{1}{2} kA^2 \sin^2 \omega t + \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 \cos^2 \omega t$$

Substitusikan $k = m\omega^2$ sehingga energi mekanik menjadi:

$$E = \frac{1}{2} kA^2 \sin^2 \omega t + \frac{1}{2} kA^2 \cos^2 \omega t$$

$$E = \frac{1}{2} kA^2 (\sin^2 \omega t + \cos^2 \omega t)$$

$$E = \frac{1}{2} kA^2 \dots\dots\dots (5.23a)$$

$$E = \frac{1}{2} m\omega^2 A^2 \dots\dots\dots (5.23b)$$

Contoh 5.9.

Sebuah benda bermassa 200 gram diikatkan di ujung pegas kemudian digetarkan pada frekuensi 5 Hz dan amplitudo 10 cm. Pada saat simpangan getarannya 8 cm, tentukan:

- a. Energi mekanik getaran
- b. Energi potensial getaran
- c. Energi kinetik getaran
- d. Kecepatan getaran pegas

Penyelesaian:

Data-data dan informasi dari soal di atas dapat dicatat:

Massa benda: $m = 200 \text{ gram} = 0,2 \text{ kg}$

Fekkuensi: $f = 5 \text{ Hz}$ dengan frekuensi sudut: $\omega = 10\pi \text{ rad/s}$

Amplitudi: $A = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$

Simpangan: y atau $x = 8 \text{ cm} = 0,8 \text{ m}$

- a. Energi mekanik getaran dapat dihitung dengan persamaan:

$$\begin{aligned}
 E &= \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 \\
 &= \frac{1}{2} (0,2)(10\pi)^2 (0,1)^2 \\
 E &= 0,1\pi^2 \text{ joule}
 \end{aligned}$$

- b. Energi potensial getaran pegas dapat dihitung dengan persamaan:

$$\begin{aligned}
 E_p &= \frac{1}{2} kx^2 \\
 E_p &= \frac{1}{2} m \omega^2 x^2 \\
 &= \frac{1}{2} (0,2)(10\pi)^2 (0,8)^2 \\
 E_p &= 0,064\pi^2 \text{ joule}
 \end{aligned}$$

- c. Energi kinetik getaran dapat dihitung dengan persamaan:

$$\begin{aligned}
 E_k &= E - E_p \\
 &= 0,1\pi^2 - 0,064 \pi^2 \\
 &= 0,036 \pi^2 \text{ joule}
 \end{aligned}$$

d. Kecepatan getaran pegas dapat dihitung dengan persamaan

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

atau

$$v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}}$$
$$= \sqrt{\frac{2(0,036\pi^2)}{0,2}}$$
$$v = 0,6\pi \text{ m/s}$$

Contoh 5.10.

Sebuah balok bermassa 100 gram diikatkan pada ujung bawah pegas yang sedang tergantung. Jika balok ditarik ke bawah sejauh 15 cm kemudian digetarkan naik-turun dengan periode 0,1 sekon. Ketika simpangan getarannya sejauh 12 cm, tentukan:

- Energi mekanik
- Energi potensial
- Energi kinetik
- kecepatan getarannya

Penyelesaian:

Data-data dan informasi dari soal di atas dapat dicatat:

Massa balok: $m = 100 \text{ gram} = 0,1 \text{ kg}$

Amplitudo: $A = 15 \text{ cm} = 0,15 \text{ m}$

Periode getaran: $T = 0,1 \text{ sekon}$, berarti frekuensi sudut: $\omega = 20\pi \text{ rad/s}$

Simpangan getarannya: $x = 12 \text{ cm} = 0,12 \text{ m}$

- a. Energi mekanik getaran dapat dihitung dengan persamaan:

$$\begin{aligned} E &= \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 \\ &= \frac{1}{2} (0,1)(20\pi)^2 (0,15)^2 \\ E &= 0,45\pi^2 \text{ joule} \end{aligned}$$

- b. Energi potensial getaran dapat dihitung dengan persamaan:

$$\begin{aligned} E_p &= \frac{1}{2} m \omega^2 x^2 \\ &= \frac{1}{2} (0,1)(20\pi)^2 (0,12)^2 \\ E_p &= 0,288\pi^2 \text{ joule} \end{aligned}$$

- c. Energi kinetik getaran dihitung dengan persamaan:

$$\begin{aligned} E_k &= E - E_p \\ &= 0,45\pi^2 - 0,288 \pi^2 \\ &= 0,162\pi^2 \text{ joule} \end{aligned}$$

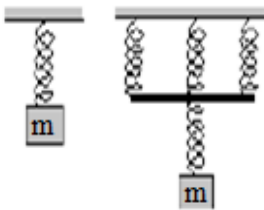
- d. Kecepatan getaran pegas dihitung dengan persamaan

$$\begin{aligned} v &= \sqrt{\frac{2E_k}{m}} \\ &= \sqrt{\frac{2(0,162\pi^2)}{0,1}} \\ v &= 1,8\pi \text{ m/s} \end{aligned}$$

SOAL LATIHAN 5.2

1. Sebuah partikel bergetar harmonis dengan amplitudo A cm dan periode T detik. Jika partikel mulai bergetar dari kedudukan seimbang dengan arah ke kanan, maka partikel memiliki simpangan sebesar $\frac{1}{2}A$ cm dengan arah gerak ke kiri pada saat partikel telah bergetar selama t . Tentukan nilai t tersebut.

2. Amplitudo titik materi yang menempel di ujung sebuah garputala yang ikut bergetar harmonis bersama dengan garputala adalah 0,5 mm. Jika kecepatan partikel (titik materi) pada saat melalui titik seimbang adalah 8 m/s, berapakah frekuensi garputala tersebut?
3. Bola bermassa 20 gram ditempelkan di ujung sebuah pegas yang sedang menggantung. Jika bola ditarik ke bawah dari kedudukan setimbang lalu dilepaskan, maka terjadi getaran dengan frekuensi 32 Hz. Jika bola tersebut diganti dengan bola lain yang bermassa 80 gram, hitunglah frekuensi bola kedua tersebut.
4. Perhatikan gambar berikut.



Semua pegas adalah identik. Benda bermassa m melakukan gerak harmonis sederhana dengan frekuensi f_1 untuk pegas tunggal dan f_2 untuk susunan pegas campuran. Tentukan perbandingan frekuensi pegas tunggal terhadap susunan pegas campuran.

5. Sebuah benda melakukan getaran harmonis dengan amplitudo 30 cm. Jika energi potensial pada simpangan terjauh adalah 90 joule, berapakah benda tersebut di titik setimbangnya ?
6. Sebuah benda bermassa 400 gram bergetar gerak harmonis dengan amplitudo 5 cm dan frekuensinya $8/\pi$ Hz. Hitunglah energi getaran gerak harmonik tersebut.
7. Benda bermassa 125 gr bergetar harmonis sederhana dengan frekuensi 2 Hz dan amplitudo 30 cm. Hitung energi kinetik pada saat simpangannya 20 cm.
8. Berapakah amplitudo getaran dari sebuah pegas yang bergerak harmonik sederhana dengan simpangan $4\sqrt{3}$ cm pada saat energi potensialnya tiga kali energi kinetiknya.

BAB VI

RENCANA PERKULIAHAN SEMESTER

A. Modulus Elastisitas Bahan

I. IDENTITAS MATA KULIAH

Program Studi	: Pendidikan Fisika
Mata Kuliah	: Fisika Dasar II
Kode	:
Semester	: II (Dua)
Bobot	: 3 SKS
Prasyarat	: -
Topik	: Elastisitas Bahan
	1) Benda Elastis dan Benda Plastik
	2) Stress dan Strain
	3) Modulus Elastisitas

II. CAPAIAN MATA KULIAH

- a. Sikap:
 - 1) Bertaqwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dan mampu menunjukkan sikap religius
 - 2) Bekerja sama dan memiliki kepekaan sosial serta kepedulian terhadap masyarakat dan lingkungan
 - 3) Menginternalisasi nilai, norma, dan etika akademik
 - 4) Menunjukkan sikap bertanggung jawab atas pekerjaan di bidang keahliannya secara mandiri
- b. Pengetahuan:
 - 1) Menjelaskan benda elastis dan benda plastik.
 - 2) Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya tegangan (*stress*) yang dialami oleh suatu benda.

- 3) Menjelaskan stress dan strain.
 - 4) Menalisis besarnya modulus elastisitas berdasarkan data hasil percobaan atau grafik stress terhadap strain.
- c. Keterampilan
- 1) Mampu menerapkan pemikiran logis, kritis, sistematis, dan inovatif dalam konteks pengembangan atau implementasi ilmu pengetahuan dan teknologi yang memperhatikan dan menerapkan nilai humaniora yang sesuai dengan bidang pendidikan fisika
 - 2) Mampu menunjukkan kinerja secara mandiri, melakukan pengaturan diri (*self regulation*), bermutu, dan terukur
 - 3) Mampu merencanakan, melaksanakan, dan mengevaluasi proses pembelajaran fisika yang berbasis aktifitas belajar untuk mengembangkan kemampuan berfikir sesuai dengan karakteristik materi fisika, dan sikap ilmiah sesuai dengan karakteristik siswa pada pembelajaran kurikuler, kokurikuler dan ekstra kurikuler dengan memanfaatkan berbagai sumber belajar berbasis ilmu pengetahuan, teknologi yang kontekstual dan lingkungan sekitar

III. METODE PERKULIAHAN

Model : *Opthree* (Orientasi, Pengamatan, Pemaparan, dan Pelaporan)

Metode : Ceramah, eksperimen, presentasi dan diskusi

IV. SUMBER BELAJAR, ALAT DAN BAHAN

- a. Bahan Ajar
- b. Lembar Kerja Mahasiswa (LKM)
- c. Karet
- d. Neraca pegas
- e. Plastik
- f. Pegas

- g. Beban
- h. Penggaris dan Statif

V. LANGKAH-LANGKAH PEMBELAJARAN

A. PENDAHULUAN

Tahap Orientasi (20 menit):

- 1) Memulai perkuliahan dengan mengecek kehadiran mahasiswa
- 2) Menjelaskan mekanisme perkuliahan pada topik modulus elastisitas dengan model pembelajaran *Opthree*
- 3) Melakukan apersepsi dengan memberikan pertanyaan-pertanyaan konsep yang berkaitan dengan topik modulus elastisitas.

Pertanyaan: “Apa yang anda ketahui tentang gaya” ?

Jawaban: Gaya merupakan suatu dorongan atau tarikan

- 4) Mendemonstrasikan disertai pertanyaan:
 - a) Mendorong mobil mainan anak-anak dari keadaan diam menjadi bergerak
 - b) Menarik karet gelang atau menekan per pulpen”.

Pertanyaan: “Apakah yang akan terjadi ketika suatu benda diberi gaya” ?

Jawaban:

- a) Mobil mainan anak-anak mengalami perubahan posisi.
 - b) Karet Gelang mengalami perubahan bentuk (deformasi)
- 5) Menggali konsep awal mahasiswa dengan pertanyaan sebagai berikut:
 - a) Mengapa rangka bangunan bertingkat, jembatan, jalan raya menggunakan beton, baja dan besi?
 - b) Mengapa sepeda motor ketika melewati jalan berlubang terasa nyaman dan tidak membahayakan?

- 6) Meminta mahasiswa menjawab dan mengungkapkan pendapatnya.
- 7) Memaparkan tujuan perkuliahan

B. KEGIATAN INTI

Tahap Pengamatan (60 menit):

- 1) Mengelompokkan mahasiswa ke dalam kelompok heterogen, setiap kelompok terdiri dari 3-4 orang.
- 2) Meminta mahasiswa menyimak penjelasan tentang alat dan bahan yang akan digunakan pada kegiatan percobaan modulus elastisitas.
- 3) Membagi LKM kemudian meminta kelompok mempelajari LKM dan melakukan percobaan modulus elastisitas sesuai dengan petunjuk LKM.
- 4) Membimbing kelompok dalam melakukan percobaan modulus elastisitas.
- 5) Memberi kesempatan setiap kelompok untuk bertanya yang berkaitan dengan kegiatan percobaan modulus elastisitas dan pertanyaan dalam LKM

Tahap Pemaparan (40 menit):

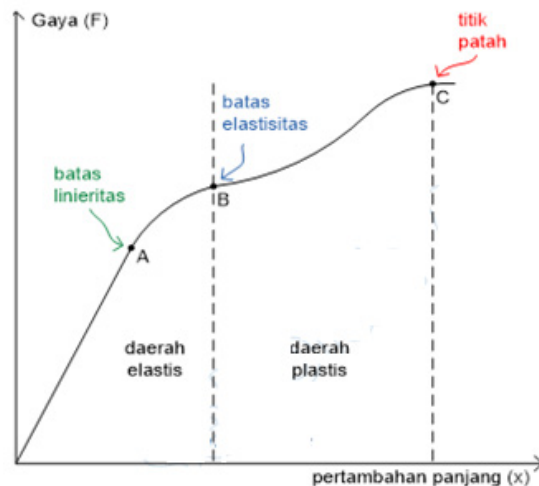
- 1) Meminta setiap kelompok mendiskusikan hasil percobaan modulus elastisitas dan menjawab pertanyaan dalam LKM.
- 2) Menunjuk kelompok tertentu untuk memaparkan atau mempresentasikan hasil percobaan modulus elastisitas
- 3) Meminta kelompok lain untuk memberi sanggahan dari hasil percobaan modulus elastisitas dari kelompok yang presentasi.

Tahap Pelaporan (20 menit):

- 1) Meminta mahasiswa membuat laporan hasil percobaan pada topik modulus elastisitas dan melaporkannya
- 2) Meminta mahasiswa membuat resume perkuliahan pada topik modulus elastisitas dan melaporkannya.

Resume perkuliahan:

- 1) Elastisitas didefinisikan sebagai kemampuan suatu benda untuk kembali ke bentuk semula setelah gaya luar yang bekerja pada benda dihilangkan.
- 2) Benda elastis adalah benda yang selalu kembali ke bentuk semula ketika gaya luar yang bekerja kepadanya dihilangkan, misalnya pegas dan karet gelang.
- 3) Benda plastis adalah benda yang tidak kembali ke bentuk semula ketika gaya yang bekerja kepadanya dihilangkan, misalnya tanah liat dan plastisin.
- 4) Benda-benda elastis seperti karet gelang memiliki batas elastis. Jika gaya luar yang diberikan melebihi gaya batas elastisnya, maka perubahan bentuk yang dialaminya akan bersifat permanen. Bahkan, bila sangat melebihi batas gaya elastisitasnya, maka pemberian gaya tersebut dapat menyebabkan benda patah atau putus. Misalnya karet gelang yang ditarik dengan gaya yang terlalu besar akan putus seperti grafik yang disajikan berikut.



- 5) Tegangan dan regangan

Tegangan atau *stress*, τ menyatakan besarnya gaya per satuan luas. Secara matematik dituliskan:

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

τ = tegangan atau stress dalam N/

F = gaya dalam newton (N)

A = luas penampang dalam

- 6) Regangan atau strain, ε menyatakan perubahan panjang benda dibanding dengan panjang mula-mula. Secara matematik dituliskan

$$\varepsilon = \frac{x}{L_0}$$

ε = regangan, tanpa satuan

x = pertambahan panjang dalam meter (m)

L_0 = panjang mula-mula dalam meter (m)

- 7) Modulus elastisitas

Jika gaya F yang diberikan pada suatu benda di bawah gaya batas elastisitas, maka tegangan (*stress*), τ sebanding dengan renggangan (*strain*), ε . Hasil bagi *stress* terhadap *strain* disebut **modulus Young** atau **modulus elastisitas**, dengan simbol Y.

$$Y = \frac{\tau}{\varepsilon}$$

Y = Modulus elastisitas dalam N/m²

C. PENUTUP

- 1) Memberi kesempatan mahasiswa merefleksikan proses perkuliahan dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan pada kegiatan penggalian konsepsi awal, yaitu:
 - a) Mengapa beton, baja, bahkan besi, bukan pegas atau karet ?
 - b) Mengapa kendaraan roda empat dan roda dua ketika melewati jalanan berlubang terasa nyaman dan tidak membahayakan ?

Jawaban:

- a) Mahasiswa mengungkapkan bahwa baja, beton, dan besi memiliki nilai modulus elastisitas sangat besar sehingga bentuknya sulit untuk merentang karena tahan dengan gangguan gaya yang sangat besar. dibandingkan dengan karet dan pegas.
 - b) Mahasiswa mengungkapkan bahwa ketika sepeda motor digunakan, maka pegas yang bersifat elastis yang ditempatkan di bagian penyangga ban dapat berfungsi sebagai peredam kejutan yang terjadi ketika melewati jalanan yang berluang.
- 2) Meminta mahasiswa menyelesaikan soal-soal latihan pada topik modulus elastisitas.
 - 3) Memberikan penghargaan kepada kelompok terbaik.
 - 4) Menyampaikan topik materi pada pertemuan berikutnya.
 - 5) Menutup kegiatan perkuliahan dengan mengucapkan salam

VI. PENILAIAN

a. Kognitif

Penilaian tertulis dalam bentuk pilihan ganda berupa *pretest* dan *posttest* yang disusun berdasarkan capaian perkuliahan yang telah disusun.

b. Afektif: Jujur, tanggung jawab, dan kerjasama

c. Keterampilan: Merencanakan, merangkai alat, dan melaksanakan percobaan

B. Hukum Hooke

I. IDENTITAS MATA KULIAH

Program Studi : Pendidikan Fisika
Mata Kuliah : Fisika Dasar II
Kode :
Semester : II (Dua)

Bobot	: 3 SKS
Prasyarat	: -
Topik	: Hukum Hooke
	1) Pengertian tetapan pegas
	2) Faktor-faktor yang memengaruhi gaya pegas
	3) Persamaan hukum Hooke

II. CAPAIAN MATA KULIAH

- a. Sikap:
 - 1) Bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dan mampu menunjukkan sikap religius
 - 2) Bekerja sama dan memiliki kepekaan sosial serta kepedulian terhadap masyarakat dan lingkungan
 - 3) Menginternalisasi nilai, norma, dan etika akademik
 - 4) Menunjukkan sikap bertanggung jawab atas pekerjaan di bidang keahliannya secara mandiri
- b. Pengetahuan:
 - 1) Menjelaskan pengaruh gaya terhadap pertambahan panjang pegas.
 - 2) Menentukan besarnya gaya yang diberikan pada pegas.
 - 3) Menentukan besarnya konstanta pada pegas berdasarkan grafik hasil percobaan.
 - 4) Menentukan besarnya pertambahan panjang pegas dengan menggunakan persamaan hukum Hooke
 - 5) Menanalisis grafik hubungan antara pertambahan panjang (x) terhadap massa beban.
- c. Keterampilan
 - 1) Mampu menerapkan pemikiran logis, kritis, sistematis, dan inovatif dalam konteks pengembangan atau implementasi ilmu pengetahuan dan teknologi yang memperhatikan dan menerapkan nilai humaniora yang sesuai dengan bidang pendidikan fisika

- 2) Mampu menunjukkan kinerja mandiri, melakukan pengaturan diri (*self regulation*), bermutu, dan terukur
- 3) Mampu merencanakan, melaksanakan, dan mengevaluasi proses pembelajaran fisika yang berbasis aktifitas belajar untuk mengembangkan kemampuan berfikir sesuai dengan karakteristik materi fisika, dan sikap ilmiah sesuai dengan karakteristik siswa pada pembelajaran kurikuler, kokurikuler dan ekstra kurikuler dengan memanfaatkan berbagai sumber belajar berbasis ilmu pengetahuan, teknologi yang kontekstual dan lingkungan sekitar

III. METODE PERKULIAHAN

Model : *Opthree* (Orientasi, Pengamatan, Pemaparan, dan Pelaporan)

Metode : Ceramah, eksperimen, presentasi dan diskusi

IV. SUMBER BELAJAR, ALAT DAN BAHAN

- a. Bahan Ajar
- b. Lembar Kerja Mahasiswa (LKM)
- c. Pegas atau neraca pegas
- d. Beban
- e. Mistar
- f. Statif

V. LANGKAH-LANGKAH PEMBELAJARAN

A. PENDAHULUAN

Tahap Orientasi (20 menit):

- 1) Memulai perkuliahan dengan mengecek kehadiran mahasiswa
- 2) Menjelaskan mekanisme perkuliahan pada topik hukum Hooke dengan model pembelajaran *Opthree*

- 3) Melakukan apersepsi dengan memberikan pertanyaan-pertanyaan konsep yang berkaitan dengan topik hukum Hooke.

Pertanyaan: “Apa yang Anda ketahui tentang benda elastis dan benda plastis, sebutkan contohnya” ?

Jawaban:

- a) Benda plastis adalah benda yang bersifat elastik yaitu dapat kembali ke bentuk semula ketika gaya luar yang bekerja kepadanya dihilangkan. Contohnya; karet gelang, pegas, dan lain-lain.
 - b) Benda plastis adalah benda yang tidak bersifat elastis, tidak dapat kembali ke bentuk semula ketika gaya luar yang bekerja kepadanya dihilangkan. Contohnya; plastisin, plastik, lempung (tanah liat), dan lain-lain.
- 4) Menggali konsepsi awal mahasiswa dengan pertanyaan: “Mengapa ketika mengukur massa beban yang besar tidak boleh menggunakan neraca pegas” ?
 - 5) Meminta mahasiswa berargumen atau menjawab pertanyaan nomor 5 di atas.
 - 6) Memaparkan tujuan perkuliahan

B. KEGIATAN INTI

Tahap Pengamatan (60 menit):

- 1) Mengelompokkan mahasiswa ke dalam kelompok heterogen, setiap kelompok terdiri dari 3-4 orang.
- 2) Mahasiswa menyimak penjelasan tentang alat dan bahan yang akan digunakan pada kegiatan percobaan hukum Hooke.
- 3) Membagikan LKM kemudian meminta setiap kelompok mempelajari LKM dan melakukan percobaan hukum Hooke sesuai dengan petunjuk LKM.

- 4) Membimbing setiap kelompok melakukan percobaan hukum Hooke.
- 5) Memberikan kesempatan setiap kelompok untuk bertanya yang berkaitan dengan kegiatan percobaan hukum Hooke dan materi LKM

Tahap Pemaparan (40 menit):

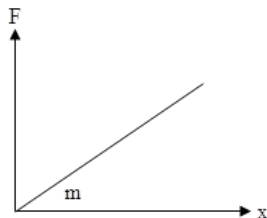
- 1) Meminta setiap kelompok mendiskusikan hasil percobaan hukum Hooke dan menjawab pertanyaan dalam LKM.
- 2) Meminta kelompok tertentu memaparkan atau mempresentasikan hasil percobaannya pada topik hukum Hooke.
- 3) Menunjuk kelompok lainnya memberikan sanggahan dari hasil percobaan kelompok yang presentasi.

Tahap Pelaporan (20 menit):

- 1) Meminta mahasiswa membuat laporan hasil percobaan pada topik hukum Hooke
- 2) Meminta mahasiswa membuat resume perkuliahan pada topik hukum Hooke dan melaporkannya

Resume perkuliahan:

- 1) Suatu benda yang dikenai gaya akan mengalami perubahan bentuk. Sebagai contoh pegas akan mengalami penambahan panjang secara linear ketika dikenai gaya F sampai batas tertentu.
- 2) Hubungan antara gaya F dan penambahan panjang x berbentuk garis lurus, seperti tampak pada gambar berikut



- 3) Jika gaya F diterapkan pada pegas yang berbeda kekakuannya maka nilai kemiringan garis lurus (m) yang diperoleh juga akan berbeda sehingga nilai m bergantung pada jenis pegas. Nilai kemiringan garis lurus m disebut sebagai tetapan pegas dengan simbol k sehingga persamaannya dapat ditulis menjadi:

$$F = kx$$

- 4) Persamaan di atas menunjukkan bahwa gaya yang diberikan pada pegas sebanding atau berbanding lurus dengan pertambahan panjang pegas
- 5) Pernyataan (d) hanya berlaku ketika gaya F yang diberikan pada pegas tidak melebihi sifat elastisitasnya. Pernyataan di atas disebut hukum Hooke.

C. PENUTUP

- 1) Memberi kesempatan mahasiswa merefleksikan proses perkuliahan dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan pada kegiatan penggalian konsep awal, yaitu: "Mengapa ketika mengukur massa beban yang berat tidak bisa menggunakan neraca pegas ?

Jawaban:

Neraca pegas tidak digunakan untuk mengukur beban yang lebih berat, karena: a) Dikhawatirkan pengukurannya tidak akurat

- a) Dapat melebihi batas elastis pegas
 - b) Gaya yang diberikan pada pegas tidak lagi sebanding dengan pertambahan panjang pegas
 - c) Dapat merusak fungsi neraca pegas.
- 2) Meminta mahasiswa menyelesaikan soal-soal latihan pada topik hukum Hooke.
 - 3) Memberikan penghargaan kepada kelompok terbaik.
 - 4) Menyampaikan topik materi pada pertemuan berikutnya.

- 5) Menutup kegiatan perkuliahan dengan mengucapkan salam

VI. PENILAIAN

a. Kognitif

Penilaian tertulis dalam bentuk pilihan ganda berupa pretest dan posttest yang disusun berdasarkan capaian perkuliahan yang telah disusun.

- b. Afektif: Jujur, tanggung jawab, dan kerjasama
- c. Keterampilan: Merencanakan, merangkai alat, dan melaksanakan percobaan

C. Susunan Pegas

I. IDENTITAS MATA KULIAH

Program Studi	: Pendidikan Fisika
Mata Kuliah	: Fisika Dasar II
Kode	:
Semester	: II (Dua)
Bobot	: 3 SKS
Prasyarat	: -
Topik	: Susunan Pegas
	1) Susunan pegas seri
	2) Susunan pegas paralel
	3) Tetap pengganti susunan pegas seri
	4) Tetap pengganti susunan pegas paralel

II. CAPAIAN MATA KULIAH

- a. Sikap:
 - 1) Bertaqwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dan mampu menunjukkan sikap religius
 - 2) Bekerja sama dan memiliki kepekaan sosial serta kepedulian terhadap masyarakat dan lingkungan
 - 3) Menginternalisasi nilai, norma, dan etika akademik

- 4) Menunjukkan sikap bertanggung jawab atas pekerjaan di bidang keahliannya secara mandiri
- b. Pengetahuan:
- 1) Menjelaskan hubungan antara gaya dan pertambahan panjang pegas pada rangkaian pegas seri
 - 2) Menentukan besarnya konstanta pegas pengganti pada rangkaian pegas seri.
 - 3) Membandingkan besarnya pertambahan panjang pegas yang dirangkai seri.
 - 4) Menentukan besarnya pertambahan panjang pegas dengan menggunakan persamaan hukum Hooke pada rangkaian pegas seri.
 - 5) Mementukan hubungan gaya yang diberikan pada pegas dan pertambahan pegas dalam bentuk grafik pada rangkain pegas paralel.
 - 6) Menerapkan persamaan konstanta pengganti rangkaian pegas paralel.
 - 7) Menjelaskan pengaruh jenis rangkaian pegas terhadap harga konstanta pegas.
 - 8) Menentukan pertambahan panjang pegas pada rangkain pegas gabungan seri-paralel.
 - 9) Menganalisis hubungan antar gaya, jenis rangkaian dan pertambahan panjang rangkaian pegas total.
- c. Keterampilan
- 1) Mampu menerapkan pemikiran logis, kritis, sistematis, dan inovatif dalam konteks pengembangan atau implementasi ilmu pengetahuan dan teknologi yang memperhatikan dan menerapkan nilai humaniora yang sesuai dengan bidang pendidikan fisika
 - 2) Mampu menunjukkan kinerja mandiri, melakukan pengaturan diri (*self regulation*), bermutu, dan terukur

- 3) Mampu merencanakan, melaksanakan, dan mengevaluasi proses pembelajaran fisika yang berbasis aktifitas belajar untuk mengembangkan kemampuan berfikir sesuai dengan karakteristik materi fisika, dan sikap ilmiah sesuai dengan karakteristik siswa pada pembelajaran kurikuler, kokurikuler dan ekstra kurikuler dengan memanfaatkan berbagai sumber belajar berbasis ilmu pengetahuan, teknologi yang kontekstual dan lingkungan sekitar

III. METODE PERKULIAHAN

Model : *Opthree* (Orientasi, Pengamatan, Pemaparan, dan Pelaporan)

Metode : Ceramah, eksperimen, presentasi dan diskusi

IV. SUMBER BELAJAR, ALAT DAN BAHAN

- a. Bahan Ajar
- b. Lembar Kerja Mahasiswa (LKM)
- c. Pegas atau neraca pegas
- d. Beban
- e. Mistar
- f. Statif

V. LANGKAH-LANGKAH PEMBELAJARAN

A. PENDAHULUAN

Tahap Orientasi (20 menit):

- 1) Memulai perkuliahan dengan mengecek kehadiran mahasiswa
- 2) Menjelaskan mekanisme perkuliahan pada topik susunan pegas dengan model pembelajaran *Opthree*
- 3) Melakukan apersepsi dengan memberikan pertanyaan-pertanyaan yang berkaitan dengan topik susunan pegas seri dan paralel.

Pertanyaan:

- a) Bagaimana hubungan antara gaya yang diberikan dengan penambahan panjang pegas?
- b) Bagaimana bentuk nilai perbandingan antara gaya dengan penambahan panjang pegas?
- c) Apa yang anda ketahui tentang tetapan pegas?

Jawaban:

- a) Dalam batas elastisnya, besar gaya yang diberikan sebanding dengan penambahan panjang pegas. Secara matematika, pernyataan ini dinyatakan:

$$F \propto \Delta x.$$

- b) Perbandingan antara gaya dan penambahan panjang pegas selalu konstan dan nilai ini sering disebut tetapan pegas.
 - c) Tetapan pegas merupakan kemampuan suatu pegas untuk merentang atau merapat. Jika nilai tetapan pegas besar maka pegas tersebut sulit untuk merentang atau merapat.
- 4) Menggali konsepsi awal mahasiswa dengan memberikan pertanyaan: "Mengapa mobil dan sepeda motor dipasangi *shockbreaker* di sisi kiri dan kanan serta muka-belakang"?
 - 5) Meminta setiap kelompok berargumen atau menjawab pertanyaan nomor 5 di atas.
 - 6) Memaparkan tujuan pembelajaran.

B. KEGIATAN INTI

Tahap Pengamatan (60 menit):

- 1) Mengelompokkan mahasiswa ke dalam kelompok heterogen, setiap kelompok terdiri dari 3-4 orang.
- 2) Mahasiswa menyimak penjelasan tentang alat dan bahan yang akan digunakan pada kegiatan percobaan susunan pegas.

- 3) Membagikan LKM dan bahan ajar kemudian meminta setiap kelompok mempelajari LKM dan bahan ajar serta melakukan percobaan susunan pegas sesuai dengan petunjuk LKM.
- 4) Membimbing setiap kelompok melakukan percobaan susunan pegas.
- 5) Memberikan kesempatan setiap kelompok untuk bertanya yang berkaitan dengan kegiatan percobaan susunan pegas dan materi LKM

Tahap Pemaparan (40 menit)

- 1) Meminta setiap kelompok mendiskusikan hasil percobaan susunan pegas dan menjawab pertanyaan dalam LKM.
- 2) Meminta kelompok tertentu memaparkan atau mempresentasikan hasil percobaannya pada topik susunan pegas.
- 3) Menunjuk kelompok lainnya memberikan sanggahan dari hasil percobaan kelompok yang presentasi.

Tahap Pelaporan (20 menit)

- 1) Meminta mahasiswa membuat laporan hasil percobaan pada topik susunan pegas
- 2) Meminta mahasiswa membuat resume perkuliahan pada topik susunan pegas dan melaporkannya

Resume perkuliahan:

Susunan Seri

- a) Dua pegas atau lebih disusun secara seri kemudian diberikan gaya, maka setiap pegas akan merasakan gaya tarik/tekan tersebut sama besar, atau:

$$F = F_1 = F_2 = \dots = F_n$$

- b) Pertambahan panjang total (x) lebih besar dari pertambahan panjang masing-masing pegas atau dengan persamaan.

$$x_{\text{seri}} = x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n$$

- c) Nilai tetapan pegas pengganti lebih kecil dari nilai tetapan masing-masing pegas dan memenuhi persamaan:

$$\frac{1}{k_{\text{seri}}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \frac{1}{k_3} + \dots + \frac{1}{k_n}$$

Susunan Paralel

- a) Dua pegas atau lebih disusun paralel kemudian diberikan gaya, maka setiap pegas akan merasakan gaya yang berbeda atau dinyatakan dengan persamaan:

$$F = F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_n$$

- b) Pertambahan panjang pegas total (x) sama dengan pertambahan panjang pegas masing-masing

$$x_{\text{paralel}} = x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n$$

- c) Nilai tetapan pegas pengganti lebih besar dari nilai tetapan masing-masing pegas dan memenuhi persamaan:

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

C. PENUTUP (10 menit)

- 1) Memberi kesempatan mahasiswa merefleksikan proses perkuliahan dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan pada kegiatan penggalan konsep awal, yaitu: "Mengapa mobil dan sepeda motor dipasang shockbreaker di sisi kiri dan kanan serta muka-belakang" ?

Jawaban:

Mahasiswa diharapkan mengungkapkan bahwa shockbreaker disusun paralel di kedua sisi kiri-kanan dan muka-belakang pada kendaraan bermotor roda dua dan empat berfungsi menaikkan nilai tetapan pegasnya sehingga pengendara dapat merasa nyaman dan aman pada saat kendaraan melewati jalan berlubang

- 2) Meminta mahasiswa menyelesaikan soal-soal latihan pada topik susunan pegas.
- 3) Memberikan penghargaan kepada kelompok terbaik.
- 4) Menyampaikan topik materi pada pertemuan berikutnya.
- 5) Menutup kegiatan perkuliahan dengan mengucapkan salam

VI. PENILAIAN

a. Kognitif

Penilaian tertulis dalam bentuk pilihan ganda berupa *pretest* dan *posttest* yang disusun berdasarkan capaian perkuliahan yang telah disusun.

b. Afektif: Jujur, tanggung jawab, dan kerjasama

c. Keterampilan: Merencanakan, merangkai alat, dan melaksanakan percobaan

D. Getaran Pegas

I. IDENTITAS MATA KULIAH

Program Studi	: Pendidikan Fisika
Mata Kuliah	: Fisika Dasar II
Kode	:
Semester	: II (Dua)
Bobot	: 3 SKS
Prasyarat	: -
Topik	: Getaran Pegas
	1) Persamaan Getaran
	2) Periode dan Frekuensi Getaran
	3) Energi Getaran

II. CAPAIAN MATA KULIAH

a. Sikap:

- 1) Bertaqwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dan mampu menunjukkan sikap religius

- 2) Menunjukkan kerjasama dan komunikasi dalam kerja kelompok serta memiliki kepekaan sosial serta kepedulian terhadap masyarakat dan lingkungan
 - 3) Menunjukkan perilaku jujur dan teliti dalam menyajikan data
 - 4) Menunjukkan sikap bertanggung jawab atas pekerjaan di bidang keahliannya secara mandiri
- b. Pengetahuan:
- 1) Menjelaskan karakteristik getaran pegas (simpangan, kecepatan, percepatan, dan gaya pemulih) melalui simulasi getaran pegas
 - 2) Menentukan persamaan simpangan, kecepatan, percepatan, dan energi
 - 3) Melakukan percobaan getaran pegas
 - 4) Mengolah data percobaan ke dalam grafik, menentukan persamaan grafik, dan menginterpretasi data dan grafik untuk menentukan karakteristik getaran pada pegas
 - 5) Menentukan periode getaran berdasarkan percobaan getaran pada pegas
 - 6) Menyimpulkan hasil percobaan getaran getaran pada pegas
- c. Keterampilan
- 1) Mampu menerapkan pemikiran logis, kritis, sistematis, dan inovatif dalam konteks pengembangan atau implementasi ilmu pengetahuan dan teknologi yang memperhatikan dan menerapkan nilai humaniora yang sesuai dengan bidang pendidikan fisika
 - 2) Mampu menunjukkan kinerja mandiri, melakukan pengaturan diri (*self regulation*), bermutu, dan terukur
 - 3) Mampu merencanakan, melaksanakan, dan mengevaluasi proses pembelajaran fisika yang berbasis aktifitas belajar untuk mengembangkan kemampuan berfikir sesuai

dengan karakteristik materi fisika, dan sikap ilmiah sesuai dengan karakteristik siswa pada pembelajaran kurikuler, kokurikuler dan ekstra kurikuler dengan memanfaatkan berbagai sumber belajar berbasis ilmu pengetahuan, teknologi yang kontekstual dan lingkungan sekitar

III. METODE PERKULIAHAN

Model : *Opthree* (Orientasi, Pengamatan, Pemaparan, dan Pelaporan)

Metode : Ceramah, eksperimen, presentasi dan diskusi

IV. SUMBER BELAJAR, ALAT DAN BAHAN

- a. Bahan Ajar
- b. Lembar Kerja Mahasiswa (LKM)
- c. Pegas atau neraca pegas
- d. Beban
- e. Mistar panjang
- f. Statif
- g. Tali 3 m

V. LANGKAH-LANGKAH PEMBELAJARAN

A. PENDAHULUAN

Tahap Orientasi (20 menit):

- 1) Memulai perkuliahan dengan mengecek kehadiran mahasiswa
- 2) Menjelaskan mekanisme perkuliahan pada topik getaran pegas dengan model pembelajaran *Opthree*
- 3) Melakukan apersepsi dengan memberikan pertanyaan-pertanyaan yang berkaitan dengan topik getaran pegas seri dan paralel.

Pertanyaan:

- a) Apa yang akan terjadi jika beban pada pegas ditarik kemudian dilepaskan?
- b) Bagaimana karakteristik getaran pegas? Jelaskan

Jawaban:

- a) Ketika beban pada pegas ditarik kemudian dilepaskan akan terdapat gaya pemulih yang menyebabkan sistem pegas bergerak bolak-balik di sekitar titik setimbangnya.
 - b) Karakteristik dari getaran pegas antara lain memiliki periode dan frekuensi getar, simpangan getar, kecepatan getar, percepatan getar, dan energi getar.
- 4) Menggali konsepsi awal mahasiswa dengan memberikan pertanyaan:
- a) Apa yang anda ketahui tentang amplitudo, periode dan frekuensi getaran ?
 - b) Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi periode dan frekuensi getaran ?
 - c) Bagaimana menentukan periode dan frekuensi pada getaran pegas ?
- 5) Meminta setiap kelompok berargumen atau menjawab pertanyaan nomor 5 di atas.
- 6) Memaparkan tujuan pembelajaran.

B. KEGIATAN INTI

Tahap Pengamatan (60 menit):

- 1) Mengelompokkan mahasiswa ke dalam kelompok heterogen, setiap kelompok terdiri dari 3-4 orang.
- 2) Mahasiswa menyimak penjelasan tentang alat dan bahan yang akan digunakan pada kegiatan percobaan getaran pegas.
- 3) Membagikan LKM dan bahan ajar kemudian meminta setiap kelompok mempelajari LKM dan bahan ajar serta

melakukan percobaan getaran pegas sesuai dengan petunjuk LKM.

- 4) Membimbing setiap kelompok melakukan percobaan getaran pegas.
- 5) Memberikan kesempatan setiap kelompok untuk bertanya yang berkaitan dengan kegiatan percobaan getaran pegas dan materi LKM

Tahap Pemaparan (40 menit)

- 1) Meminta setiap kelompok mendiskusikan hasil percobaan getaran pegas dan menjawab pertanyaan dalam LKM.
- 2) Meminta kelompok tertentu memaparkan atau mempresentasikan hasil percobaannya pada topik getaran pegas.
- 3) Menunjuk kelompok lainnya memberikan sanggahan dari hasil percobaan kelompok yang presentasi.

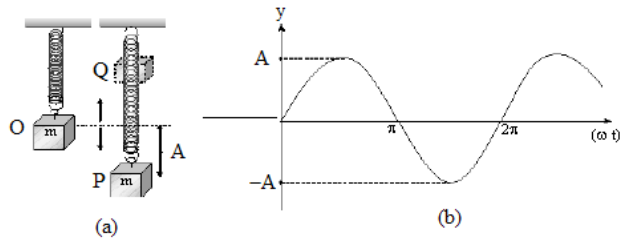
Tahap Pelaporan (20 menit)

- 1) Meminta mahasiswa membuat laporan hasil percobaan pada topik getaran pegas
- 2) Meminta mahasiswa membuat resume perkuliahan pada topik getaran pegas dan melaporkannya

Resume perkuliahan:

- 1) Getaran pegas merupakan gerak bolak-balik di sekitar titik setimbang
- 2) Pegas memiliki gaya elastis (gaya pemulih) yang selalu mengembalikan ke posisi atau ke keadaan setimbang. Dengan kata lain, ketika beban pada pegas ditarik dari titik setimbang (O) ke suatu titik tertentu (P) kemudian dilepaskan, maka beban akan kembali ke titik O. Ketika beban sampai di titik O akan bergerak terus hingga berhenti di titik Q. Kemudian di titik Q mendapatkan

gaya lagi dan kembali ke O hingga ke titik P lagi dan gerak berlanjut seperti gambar (a) berikut



- 3) Simpangan pada benda m yang bergetar dapat dibuat grafiknya seperti kurva pada gambar (b) di atas. Bentuk kurvanya memenuhi fungsi sinus dengan simpangan getarnya dinyatakan dengan persamaan:

$$y = A \sin \omega t$$

y = simpangan getar dalam meter atau cm

A = simpangan maksimum atau disebut amplitudo dalam meter atau cm

t = waktu getar dalam sekon (s)

ω = frekuensi sudut dalam rad/s

$$\omega = 2\pi/T$$

$$f = 1/T$$

T = periode getar dalam sekon

f = frekuensi getar dalam hertz (Hz atau s^{-1})

- 4) Kecepatan getaran (v) merupakan turunan pertama dari simpangan y terhadap waktu t dan memenuhi persamaan:

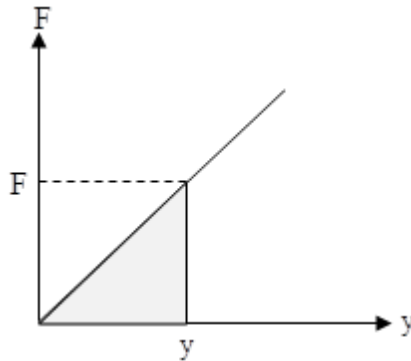
$$v = \omega A \cos \omega t$$

- 5) Percepatan getaran (a) merupakan turunan pertama dari kecepatan (v) terhadap waktu t atau turunan kedua simpangan y terhadap waktu t dan memenuhi persamaan:

$$a = -\omega^2 A \sin \omega t$$

$$a = -\omega^2 y$$

- 6) Gaya pemulih pada pegas menyebabkan getaran pegas memiliki **energi potensial**. Energi potensial pegas dapat ditentukan dari grafik hubungan gaya pemulih (F) terhadap pertambahan panjang pegas (y), seperti gambar berikut.



Energi potensial pegas = luas segitiga yang diarsir

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

Substitusi persamaan hukum Hooke $F = ky$ sehingga energi potensial pegas menjadi:

$$E_p = \frac{1}{2} ky^2$$

- 7) Benda yang bergetar mengalami gerak. Dengan kata lain benda memiliki energi kinetik yang memenuhi persamaan:

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2$$

- 8) Jumlah energi potensial pegas dengan energi kinetik pegas sering disebut energi pegas (E) dengan persamaan:

$$E = E_p + E_k$$

$$E = \frac{1}{2} ky^2 + \frac{1}{2} mv^2$$

Substitusi: $k = m\omega^2$, $y = A \sin \omega t$ dan $v = \omega A \cos \omega t$, maka energi getaran pegas mejadi:

$$E = \frac{1}{2} k(A \sin \omega t)^2 + \frac{1}{2} m(\omega A \cos \omega t)^2$$

$$E = \frac{1}{2} kA^2$$

- 9) Gaya pegas merupakan contoh dari medan gaya konservatif. Dengan kata lain, pada getaran pegas berlaku hukum *kekekalan energi mekanik*.

$$E_m = E_p + E_k$$

E_m = energi mekanik

C. PENUTUP (10 menit)

- 1) Memberi kesempatan mahasiswa merefleksikan proses perkuliahan dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan pada kegiatan penggalan konsep awal, yaitu:
- a) Apa yang anda ketahui tentang amplitudo, periode dan frekuensi getaran ?
 - b) Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi periode dan frekuensi getaran ?
 - c) Bagaimana menentukan periode dan frekuensi pada getaran pegas ?

Jawaban:

- a) (i) Amplitudo getaran adalah simpangan terbesar/ maksimum
(ii) Periode getaran adalah waktu yang diperlukan oleh benda untuk bergetar satu kali getaran.
(iii) Frekuensi adalah jumlah/banyaknya getaran per detik.
- b) Faktor-faktor yang mempengaruhi periode dan frekuensi getaran adalah massa beban yang bergetar bersama pegas dan tetapan pegas
- c) (i) Periode getaran pegas dapat ditentukan dengan persamaan:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

m = massa beban yang bergetar bersama pegas (kg)

k = tetapan pegas (Nm^{-1})

(ii) Frekuensi getaran adalah kebalikan dari periode getaran, atau dengan persamaan:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{m}{2\pi} \sqrt{\frac{m}{k}}$$

- 2) Meminta mahasiswa menyelesaikan soal-soal latihan pada topik getaran pegas.
- 3) Memberikan penghargaan kepada kelompok terbaik.
- 4) Menyampaikan topik materi pada pertemuan berikutnya.
- 5) Menutup kegiatan perkuliahan dengan mengucapkan salam

VI. PENILAIAN

a. Kognitif

Penilaian tertulis dalam bentuk pilihan ganda berupa *pretest* dan *posttest* yang disusun berdasarkan capaian perkuliahan yang telah disusun.

b. Afektif: Jujur, tanggung jawab, dan kerjasama

c. Keterampilan: Merencanakan, merangkai alat, dan melaksanakan percobaan

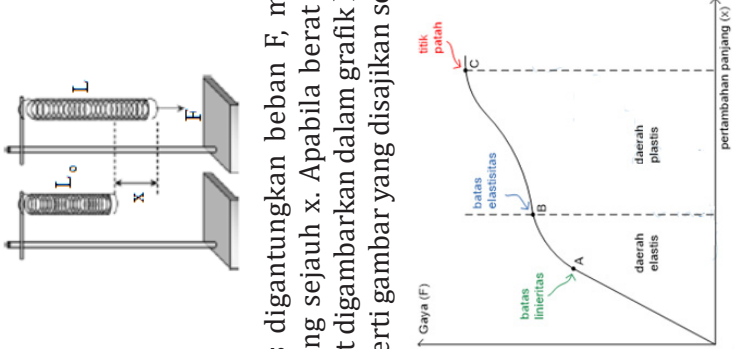
BAB VII SKENARIO PERKULIAHAN

A. Modulus Elastisitas Bahan

TAHAPAN	KEGIATAN PERKULIAHAN	WAKTU
Orientasi	<p>A. PENDAHULUAN</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Memulai perkuliahan dengan mengecek kehadiran mahasiswa 2. Menjelaskan mekanisme perkuliahan pada topik modulus elastisitas dengan model pembelajaran <i>Optthree</i> 3. Melakukan apersepsi dengan memberikan pertanyaan-pertanyaan konsep yang berkaitan dengan materi topik modulus elastisitas. Pertanyaan: “Apa yang anda ketahui tentang gaya” ? Jawaban yang diharapkan : Gaya merupakan suatu dorongan atau tarikan 4. Mendemonstrasikan: “Mendorong mobil mainan anak-anak dari keadaan diam menjadi bergerak” dan “Menarik karet gelang atau menekan per pulpen”. Pertanyaan: “Apakah yang akan terjadi ketika suatu benda diberi gaya ? Jawab yang diharapkan: <ol style="list-style-type: none"> a. Benda mengalami perubahan posisi. . b. Benda akan mengalami perubahan bentuk (deformasi) 	20 menit

TAHAPAN	KEGIATAN PERKULIAHAN	WAKTU
	<p>5. Menggali konsep awal mahasiswa dengan pertanyaan sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> Mengapa rangka bangunan bertingkat, jembatan, jalan raya menggunakan beton, baja dan besi ? Mengapa sepeda motor ketika melewati jalan berlubang terasa nyaman dan tidak membahayakan? <p>6. Meminta mahasiswa menjawab dan mengungkapkan pendapatnya.</p> <p>7. Memaparkan tujuan perkuliahan</p>	
Pengamatan	<p>B. KEGIATAN INTI</p> <ol style="list-style-type: none"> Mengelompokkan mahasiswa ke dalam kelompok heterogen, setiap kelompok terdiri dari 3-4 orang. Meminta mahasiswa menyimak penjelasan tentang alat dan bahan yang akan digunakan pada kegiatan percobaan modulus elastisitas. Membagi LKM kemudian meminta kelompok mempelajari LKM dan melakukan percobaan modulus elastisitas sesuai dengan petunjuk LKM. Membimbing kelompok dalam melakukan percobaan modulus elastisitas. Memberi kesempatan setiap kelompok untuk bertanya yang berkaitan dengan kegiatan percobaan modulus elastisitas dan pertanyaan dalam LKM 	60 menit
Pemaparan	<ol style="list-style-type: none"> Meminta setiap kelompok mendiskusikan hasil percobaan modulus elastisitas dan menjawab pertanyaan dalam LKM. Menunjuk kelompok tertentu untuk memaparkan/mepresentasikan hasil percobaan modulus elastisitas 	40 menit

TAHAPAN	KEGIATAN PERKULIAHAN	WAKTU
Pelaporan	<p>3. Meminta kelompok lain untuk memberi tanggahan dari hasil percobaan modulus elastisitas dari kelompok yang presentasi.</p> <p>1. Meminta mahasiswa membuat laporan hasil percobaan pada topik modulus elastisitas</p> <p>2. Meminta mahasiswa membuat resume perkuliahan pada topik modulus elastisitas dan melaporkannya</p> <p>Resume perkuliahan yang diharapkan sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> Elastisitas didefinisikan sebagai kemampuan suatu benda untuk kembali ke bentuk semula setelah gaya luar yang bekerja kepadanya dihilangkan. Benda elastis adalah benda yang selalu kembali ke bentuk semula ketika gaya luar yang bekerja kepadanya dihilangkan, misalnya pegas dan karet gelang. Benda plastis adalah benda yang tidak kembali ke bentuk semula ketika gaya yang bekerja kepadanya dihilangkan, misalnya tanah liat dan plastisin. Benda-benda elastis seperti karet gelang memiliki batas elastis. Jika gaya luar yang diberikan melebihi gaya batas elastisnya, maka perubahan bentuk yang dialaminya akan bersifat permanen. Bahkan, bila sangat melebihi batas gaya elastisitasnya, maka pemberian gaya tersebut dapat menyebabkan benda patah atau putus. Misalnya karet gelang yang ditarik dengan gaya yang terlalu besar akan putus seperti grafik yang disajikan pada gambar berikut. 	20 menit

TAHAPAN	KEGIATAN PERKULIAHAN	WAKTU
	<p data-bbox="209 911 237 1293">e. Perhatikan gambar berikut</p>  <p data-bbox="503 277 640 1258">Ketika ujung pegas digantungkan beban F, maka pegas akan mengalami pertambahan panjang sejauh x. Apabila berat beban terus ditambah, hasil yang diperoleh dapat digambarkan dalam grafik hubungan F dan pertambahan panjang x seperti gambar yang disajikan sebagai berikut</p>	

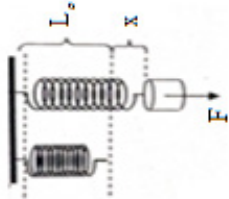
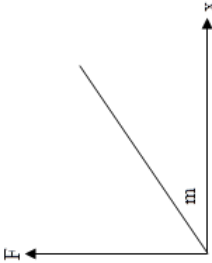
TAHAPAN	KEGIATAN PERKULIAHAN	WAKTU
	<p>f. Tegangan dan regangan Tegangan atau <i>stress</i>, τ menyatakan besarnya gaya per satuan luas. Secara matematik dituliskan:</p> $\tau = \frac{F}{A}$ <p>τ = tegangan atau stress dalam N/ F = gaya dalam newton (N) A = luas penampang dalam</p> <p>g. Regangan atau strain, ϵ menyatakan perubahan panjang benda dibanding dengan panjang mula-mula. Secara matematik dituliskan</p> $\epsilon = \frac{x}{L_0}$ <p>ϵ = regangan, tanpa satuan x = pertambahan panjang dalam meter (m) L_0 = panjang mula-mula dalam meter (m)</p> <p>h. Modulus elastisitas Jika gaya F yang diberikan pada suatu benda di bawah gaya batas elastisitas, maka tegangan (<i>stress</i>), τ sebanding dengan renggangan (strain), ϵ. Hasil bagi <i>stress</i> terhadap <i>strain</i> disebut modulus Young atau modulus elastisitas, dengan simbol Y.</p> $Y = \frac{\tau}{\epsilon}$ <p>Y = Modulus elastisitas dalam N/m²</p>	

TAHAPAN	KEGIATAN PERKULIAHAN	WAKTU
	<p>C. PENUTUP</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Memberi kesempatan mahasiswa merefleksikan proses perkuliahan dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan pada kegiatan penggalan konsepsi awal, yaitu: <ol style="list-style-type: none"> a. Mengapa beton, baja, bahkan besi, bukan pegas atau karet ? b. Mengapa kendaraan roda empat dan roda dua ketika melewati jalanan berlubang terasa nyaman dan tidak membahayakan ? <p>Jawaban:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Mahasiswa mengungkapkan bahwa baja, beton, dan besi memiliki nilai modulus elastisitas sangat besar sehingga bentuknya sulit untuk merentang karena tahan dengan gangguan gaya yang sangat besar.dibandingkan dengan karet dan pegas. b. Mahasiswa mengungkapkan bahwa ketika sepeda motor digunakan, maka pegas yang bersifat elastis yang ditempatkan di bagian penyangga ban dapat berfungsi sebagai peredam kejutan yang terjadi ketika melewati jalanan yang berluang. <ol style="list-style-type: none"> 2. Meminta mahasiswa menyelesaikan soal-soal latihan pada topik modulus elastisitas. 3. Memberikan penghargaan kepada kelompok terbaik. 4. Menyampaikan topik materi pada pertemuan berikutnya. 5. Menutup kegiatan perkuliahan dengan mengucapkan salam 	10 menit

B. Hukum Hooke

TAHAPAN	KEGIATAN PERKULIAHAN	WAKTU
Orientasi	<p>A. PENDAHULUAN</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Memulai perkuliahan dengan mengecek kehadiran mahasiswa 2. Menjelaskan mekanisme perkuliahan pada topik hukum Hooke dengan model pembelajaran <i>Opthree</i> 3. Melakukan apersepsi dengan memberikan pertanyaan-pertanyaan konsep yang berkaitan dengan materi topik hukum Hooke. <p>Pertanyaan: “Apa yang Anda ketahui tentang benda elastis dan benda plastis, sebutkan contohnya” ?</p> <p>Jawaban yang diharapkan:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Benda plastis adalah benda yang bersifat elastik yaitu dapat kembali ke bentuk semula ketika gaya luar yang bekerja kepadanya dihilangkan. Contohnya; karet gelang, pegas, dan lain-lain. b. Benda plastis adalah benda yang tidak bersifat elastis, tidak dapat kembali ke bentuk semula ketika gaya luar yang bekerja kepadanya dihilangkan. Contohnya; plastisin, plastik, lempung (tanah liat), dan lain-lain. <ol style="list-style-type: none"> 4. Menggali konsepsi awal mahasiswa dengan pertanyaan: Mengapa ketika mengukur massa beban yang besar tidak boleh menggunakan neraca pegas ? 5. Meminta mahasiswa berargumen atau menjawab pertanyaan nomor 5 di atas. 6. Memaparkan tujuan perkuliahan 	20 menit

TAHAPAN	KEGIATAN PERKULIAHAN	WAKTU
Pengamatan B. KEGIATAN INTI <ol style="list-style-type: none"> 1. Mengelompokkan mahasiswa ke dalam kelompok heterogen, setiap kelompok terdiri dari 3-4 orang. 2. Mahasiswa menyimak penjelasan tentang alat dan bahan yang akan digunakan pada kegiatan percobaan hukum Hooke. 3. Membagikan LKM kemudian meminta setiap kelompok mempelajari LKM dan melakukan percobaan hukum Hooke sesuai dengan petunjuk LKM. 4. Membimbing setiap kelompok melakukan percobaan hukum Hooke. 5. Memberikan kesempatan setiap kelompok untuk bertanya yang berkaitan dengan kegiatan percobaan hukum Hooke dan materi LKM 	60 menit	
Pemaparan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Meminta setiap kelompok mendiskusikan hasil percobaan hukum Hooke dan menjawab pertanyaan dalam LKM. 2. Meminta kelompok tertentu memaparkan atau mempresentasikan hasil percobaannya pada topik hukum Hooke. 3. Menunjuk kelompok lainnya memberikan sanggahan dari hasil percobaan kelompok yang presentasi. 	40 menit
Pelaporan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Meminta mahasiswa membuat laporan hasil percobaan pada topik hukum Hooke 2. Meminta mahasiswa membuat resume perkuliahan pada topik hukum Hooke dan melaporkannya 	20 menit

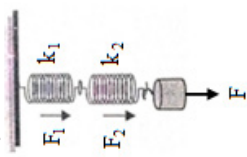
TAHAPAN	KEGIATAN PERKULIAHAN	WAKTU
	<p>Resume perkuliahan yang diharapkan:</p> <ol style="list-style-type: none"> Suatu benda yang dikenai gaya akan mengalami perubahan bentuk. Sebagai contoh pegas akan mengalami pertambahan panjang secara linear ketika dikenai gaya F sampai batas tertentu.  <ol style="list-style-type: none"> Hubungan antara gaya F dan pertambahan panjang x berbentuk garis lurus, seperti tampak pada gambar berikut 	

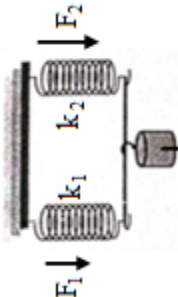
TAHAPAN	KEGIATAN PERKULIAHAN	WAKTU
	<p>c. Jika gaya F diterapkan pada pegas yang berbeda kekakuannya maka nilai kemiringan garis lurus (m) yang diperoleh juga akan berbeda sehingga nilai m bergantung pada jenis pegas. Nilai kemiringan garis lurus m disebut sebagai tetapan pegas dengan simbol k sehingga persamaannya dapat ditulis menjadi:</p> $F = kx$ <p>Persamaan ini menunjukkan bahwa pertambahan panjang pegas berbanding lurus dengan gaya yang diberikan pada pegas. Keadaan ini berlaku dengan syarat gaya F yang diberikan tidak melebihi elastisitas bahan. Pernyataan dikenal sebagai hukum Hooke.</p>	
	<p>C. PENUTUP</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Memberi kesempatan mahasiswa merefleksikan proses perkuliahan dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan pada kegiatan penggalan konsep awal, yaitu: "Mengapa ketika mengukur massa beban yang berat tidak bisa menggunakan neraca pegas ? Jawaban yang diharapkan: Mahasiswa mengungkapkan bahwa jika digunakan neraca pegas untuk mengukur beban yang lebih berat, dikhawatirkan pengukurannya tidak akurat karena melebihi batas elastis pegas dan pertambahan panjang pegas tidak lagi sebanding dengan gaya yang diberikan, bahkan dapat merusak fungsi neraca pegas. 2. Meminta mahasiswa menyelesaikan soal-soal latihan pada topik hukum Hooke. 3. Memberikan penghargaan kepada kelompok terbaik. 4. Menyampaikan topik materi pada pertemuan berikutnya. 5. Menutup kegiatan perkuliahan dengan mengucapkan salam 	10 menit

C. Susunan Pegas

TAHAPAN	KEGIATAN PERKULIAHAN	WAKTU
Orientasi	<p>A. PENDAHULUAN</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Memulai perkuliahan dengan mengecek kehadiran mahasiswa 2. Menjelaskan mekanisme perkuliahan pada topik susunan pegas dengan model pembelajaran <i>Opthree</i> 3. Mengelompokkan mahasiswa ke dalam kelompok heterogen, setiap kelompok terdiri dari 3-4 orang 4. Melakukan apersepsi dengan memberikan pertanyaan-pertanyaan yang berkaitan dengan topik susunan pegas seri dan paralel. <p>Pertanyaan:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Bagaimana hubungan antara gaya yang diberikan dengan pertambahan panjang pegas? b. Bagaimana bentuk nilai perbandingan antara gaya dengan pertambahan panjang pegas ? c. Apa yang anda ketahui tentang tetapan pegas ? <p>Jawaban yang diharapkan:</p> <ol style="list-style-type: none"> d. Dalam batas elastisnya, besar gaya yang diberikan sebanding dengan pertambahan panjang pegas. Secara matematika, pernyataan ini dinyatakan $F \propto \Delta x$. e. Perbandingan antara gaya dan pertambahan panjang pegas selalu konstan dan nilai ini sering disebut tetapan pegas. 	20 menit

TAHAPAN	KEGIATAN PERKULIAHAN	WAKTU
	<p>f. Tetapan pegas merupakan kemampuan suatu pegas untuk merentang atau merapat. Dalam hal ini jika nilai tetapan pegas besar maka sulit pegas tersebut untuk merentang atau merapat.</p> <p>5. Menggali konsepsi awal mahasiswa dengan memberikan pertanyaan: “Mengapa mobil dan sepeda motor dipasangi shockbreaker di sisi kiri dan kanan serta muka-belakang”?</p> <p>6. Meminta setiap kelompok berargumen atau menjawab pertanyaan nomor 5 di atas.</p> <p>7. Memaparkan tujuan pembelajaran.</p>	
Pengamatan	<p>B. KEGIATAN INTI</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mengelompokkan mahasiswa ke dalam kelompok heterogen, setiap kelompok terdiri dari 3-4 orang. 2. Mahasiswa menyimak penjelasan tentang alat dan bahan yang akan digunakan pada kegiatan percobaan susunan pegas. 3. Membagikan LKM kemudian meminta setiap kelompok mempelajari LKM dan melakukan percobaan susunan pegas sesuai dengan petunjuk LKM. 4. Membimbing setiap kelompok melakukan percobaan susunan pegas. 	60 menit
Pemaparan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Meminta setiap kelompok mendiskusikan hasil percobaan susunan pegas dan menjawab pertanyaan dalam LKM. 2. Meminta kelompok tertentu memaparkan atau mempresentasikan hasil percobaannya pada topik susunan pegas. 3. Menunjuk kelompok lainnya memberikan sanggahan dari hasil percobaan kelompok yang presentasi. 	40 menit

TAHAPAN	KEGIATAN PERKULIAHAN	WAKTU
	<p>1. Meminta mahasiswa membuat laporan hasil percobaan pada topik susunan pegas</p> <p>2. Meminta mahasiswa membuat resume perkuliahan pada topik susunan pegas dan melaporkannya</p> <p>Resume perkuliahan yang diharapkan:</p> <p>Susunan Seri</p> <p>a. Dua pegas atau lebih disusun secara seri kemudian diberikan gaya, maka setiap pegas akan merasakan gaya tarik/tekan tersebut sama besar</p>  $F = F_1 = F_2 = \dots = F_n$ <p>b. Pertambahan panjang total (x) lebih besar dari pertambahan panjang masing-masing pegas.</p> $x_{\text{seri}} = x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n$ <p>c. Nilai tetapan pegas pengganti lebih kecil dari nilai tetapan masing-masing pegas dan memenuhi persamaan:</p> $\frac{1}{k_{\text{seri}}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \frac{1}{k_3} + \dots + \frac{1}{k_n}$	

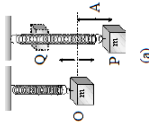
TAHAPAN	KEGIATAN PERKULIAHAN	WAKTU
Pelaporan	<p data-bbox="209 309 235 468">Susunan Paralel</p> <p data-bbox="241 309 305 1253">a. Dua pegas atau lebih disusun paralel kemudian diberikan gaya, maka setiap pegas akan merasakan gaya yang berbeda atau dinyatakan dengan persamaan:</p> $F = F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_n$  <p data-bbox="640 309 705 1253">b. Pertambahan panjang pegas total (x) sama dengan pertambahan panjang pegas masing-masing</p> $x_{\text{paralel}} = x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n$ <p data-bbox="752 309 811 1253">c. Nilai tetapan pegas pengganti lebih besar dari nilai tetapan masing-masing pegas dan memenuhi persamaan:</p> $k_{\text{paralel}} = k_1 + k_2 + k_3 + \dots + k_n$	20 menit

TAHAPAN	KEGIATAN PERKULIAHAN	WAKTU
	<p>C. PENUTUP</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Memberi kesempatan mahasiswa merefleksikan proses perkuliahan dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan pada kegiatan penggalian konsep awal, yaitu: “Mengapa mobil dan sepeda motor dipasangi shockbreaker di sisi kiri dan kanan serta muka-belakang” ? <p>Jawaban: Mahasiswa diharapkan mengungkapkan bahwa shockbreaker disusun paralel di kedua sisi kiri-kanan dan muka-belakang pada kendaraan bermotor roda dua dan empat berfungsi menaikkan nilai tetapan pegasnya sehingga pengendara dapat merasa nyaman dan aman pada saat kendaraan melewati jalan berlubang</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Meminta mahasiswa menyelesaikan soal-soal latihan pada topik susunan pegas. 3. Memberikan penghargaan kepada kelompok terbaik. 4. Menyampaikan topik materi pada pertemuan berikutnya. 5. Menutup kegiatan perkuliahan dengan mengucapkan salam 	10 menit

D. Getaran Pegas

TAHAPAN	KEGIATAN PERKULIAHAN	WAKTU
Orientasi	<p>PENDAHULUAN</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Memulai perkuliahan dengan mngecek kehadiran mahasiswa 2. Menjelaskan mekanisme perkuliahan pada topik getaran pegas dengan model pembelajaran <i>Optfree</i> 3. Melakukan apersepsi dengan memberikan pertanyaan-pertanyaan yang berkaitan dengan topik getaran pegas seri dan paralel. <p>Pertanyaan:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Apa yang akan terjadi jika beban pada pegas ditarik kemudian dilepaskan ? b. Bagaimana karakteristik getaran pegas? Jelaskan <p>Jawaban:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Ketika beban pada pegas ditarik pada jarak tertentu kemudian dilepaskan akan terdapat gaya pemulih yang menyebabkan sistem pegas bergerak bolak-balik di sekitar titik setimbangnya. b. Karakteristik dari getaran pegas antara lain diciri oleh periode dan frekuensi getar, simpangan getar, kecepatan getar, percepatan getar; dan energi getar. <p>4. Menggali konsepsi awal mahasiswa dengan memberikan pertanyaan:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Apa yang anda ketahui tentang amplitudo, periode dan frekuensi getaran ? b. Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi periode dan frekuensi getaran ? c. Bagaimana menentukan periode dan frekuensi pada getaran pegas ? <ol style="list-style-type: none"> 5. Meminta setiap kelompok berargumen atau menjawab pertanyaan nomor 5 di atas. 6. Memaparkan tujuan pembelajaran. 	60 menit

TAHAPAN	KEGIATAN PERKULIAHAN	WAKTU
Pengamatan	<p>B. KEGIATAN INTI</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mengelompokkan mahasiswa ke dalam kelompok heterogen, setiap kelompok terdiri dari 3-4 orang. 2. Mahasiswa menyimak penjelasan tentang alat dan bahan yang akan digunakan pada kegiatan percobaan getaran pegas. 3. Membagikan LKM dan bahan ajar kemudian meminta setiap kelompok mempelajari LKM dan bahan ajar serta melakukan percobaan getaran pegas sesuai dengan petunjuk LKM. 4. Membimbing setiap kelompok melakukan percobaan getaran pegas. 	40 menit
Pemaparan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Meminta setiap kelompok mendiskusikan hasil percobaan getaran pegas dan menjawab pertanyaan dalam LKM. 2. Meminta kelompok tertentu memaparkan atau mempresentasikan hasil percobaannya pada topik getaran pegas. 3. Menunjuk kelompok lainnya memberikan sanggahan dari hasil percobaan kelompok yang presentasi. 	
Pelaporan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Meminta mahasiswa membuat laporan hasil percobaan pada topik getaran pegas 2. Meminta mahasiswa membuat resume perkuliahan pada topik getaran pegas dan melaporkannya Resume perkuliahan: <ol style="list-style-type: none"> a. Getaran pegas merupakan gerak bolak-balik di sekitar titik setimbang 	20 menit

TAHAPAN	KEGIATAN PERKULIAHAN	WAKTU
	<p>b. Pegas memiliki gaya elastis (gaya pemulih) yang selalu mengembalikan ke posisi atau ke keadaan setimbang. Dengan kata lain, ketika beban pada pegas ditarik dari titik setimbang (O) ke suatu titik tertentu (P) kemudian dilepaskan, maka beban akan kembali ke titik O. Ketika beban sampai di titik O akan bergerak terus hingga berhenti di titik Q. Kemudian di titik Q mendapatkan gaya lagi dan kembali ke O hingga ke titik P lagi dan gerak berlanjut seperti gambar (a) berikut</p>  <p>(a)</p> <p>(b)</p> <p>c. Simpangan pada benda m yang bergetar dapat dibuat grafiknya seperti kurva pada gambar (b) di atas. Bentuk kurvanya memenuhi fungsi sinus dengan simpangan getarnya dinyatakan dengan persamaan:</p> $y = A \sin \omega t$ <p>y = simpangan getar dalam meter atau cm A = simpangan maksimum atau disebut amplitudo dalam meter atau cm t = waktu getar dalam sekon (s) ω = frekuensi sudut dalam rad/s</p> $\omega = 2\pi/T$ $f = 1/T$ <p>T = periode getar dalam sekon f = frekuensi getar dalam hertz (Hz atau s^{-1})</p>	

TAHAPAN	KEGIATAN PERKULIAHAN	WAKTU
	<p>d. Kecepatan getaran (v) merupakan turunan pertama dari simpangan y terhadap waktu t dan memenuhi persamaan: $v = \omega A \cos \omega t$</p> <p>e. Percepatan getaran (a) merupakan turunan pertama dari kecepatan (v) terhadap waktu t atau turunan kedua simpangan y terhadap waktu t dan memenuhi persamaan: $a = \omega^2 A \sin \omega t$ $a = \omega^2 y$</p> <p>f. Gaya pemulih pada pegas menyebabkan getaran pegas memiliki energi potensial. Energi potensial pegas dapat ditentukan dari grafik hubungan gaya pemulih (F) terhadap pertambahan panjang pegas (y), seperti gambar berikut.</p> <div data-bbox="617 703 829 946" style="text-align: center;"> </div> <p>Energi potensial pegas = luas segitiga yang diarsir $E_p = \frac{1}{2} Fy$</p> <p>Substitusi persamaan hukum Hooke $F = ky$ sehingga energi potensial pegas menjadi: $E_p = \frac{1}{2} ky^2$</p>	

TAHAPAN	KEGIATAN PERKULIAHAN	WAKTU
	<p>g. Benda yang bergetar mengalami gerak. Dengan kata lain benda memiliki energi kinetik yang memenuhi persamaan: $E_k = \frac{1}{2} mv^2$</p> <p>h. Jumlah energi potensial pegas dengan energi kinetik pegas sering disebut energi pegas (E) dengan persamaan: $E = E_p + E_k$ $E = \frac{1}{2} ky^2 + \frac{1}{2} mv^2$</p> <p>Substitusi: $k = m\omega^2$, $y = A \sin \omega t$ dan $v = \omega A \cos \omega t$, maka energi getaran pegas mejadi: $E = \frac{1}{2} k(A \sin \omega t)^2 + \frac{1}{2} m(\omega A \cos \omega t)^2$ $E = \frac{1}{2} kA^2$</p> <p>i. Gaya pegas merupakan contoh dari medan gaya konservatif. Dengan kata lain, pada getaran pegas berlaku hukum <i>kekekalan energi mekanik</i>. $E_m = E_p + E_k$</p> <p>E_m = energi mekanik</p>	
	<p>C. PENUTUP</p> <p>1. Memberi kesempatan mahasiswa merefleksikan proses perkuliahan dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan pada kegiatan penggalan konsep awal, yaitu:</p> <ol style="list-style-type: none"> Apa yang anda ketahui tentang amplitudo, periode dan frekuensi getaran ? Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi periode dan frekuensi getaran ? Bagaimana menentukan periode dan frekuensi pada getaran pegas ? 	10 menit

TAHAPAN	KEGIATAN PERKULIAHAN	WAKTU
	<p>Jawaban:</p> <ol style="list-style-type: none"> (i) Amplitudo getaran adalah simpangan terbesar/maksimum (ii) Periode getaran adalah waktu yang diperlukan oleh benda untuk bergetar satu kali getaran. (iii) Frekuensi adalah jumlah/banyaknya getaran per detik. <p>b. Faktor-faktor yang mempengaruhi periode dan frekuensi getaran adalah massa beban yang bergetar bersama pegas dan tetapan pegas</p> <p>c. (i) Periode getaran pegas dapat ditentukan dengan persamaan:</p> $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ <p>m = massa beban yang bergetar bersama pegas (kg) k = tetapan pegas (Nm^{-1})</p> <p>(ii) Frekuensi getaran adalah kebalikan dari periode getaran, atau dengan persamaan:</p> $f = \frac{1}{T} = \frac{m}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$ <ol style="list-style-type: none"> Meminta mahasiswa menyelesaikan soal-soal latihan pada topik getaran pegas. Memberikan penghargaan kepada kelompok terbaik. Menyampaikan topik materi pada pertemuan berikutnya. Menutup kegiatan perkuliahan dengan mengucapkan salam 	

BAB VIII

LEMBAR KERJA MAHASISWA

A. Modulus Elastisitas

Tujuan Percobaan

1. Menyelidik nilai modulus elastisitas benda
2. Menyelidiki sifat atau karakteristik keelastisan bahan

Rumusan Masalah

1. Bagaimana menentukan modulus elastisitas ?
2. Bagaimana pengaruh massa beban terhadap modulus elastisitas?

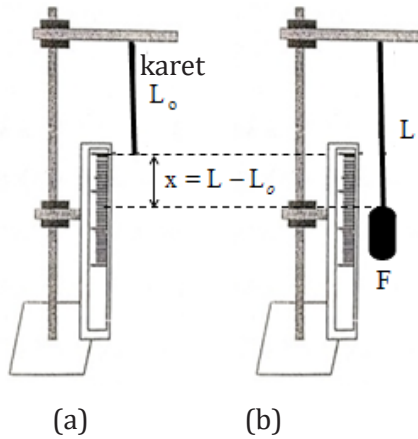
Rumusan Hipotesis

1. Modulus elastisitas bergantung pada besaran stress (tegangan) dan strain (regangan)
2. Modulus elastisitas suatu bahan dipengaruhi massa beban (gaya berat), luas penampang, panjang mula-mula, dan perubahan panjang

Merencanakan Percobaan

1. Alat dan Bahan Percobaan
 - a. Karet gelang (merah dan kuning)
 - b. Penggaris berkala
 - c. Mickrometer sekrup
 - d. Statif
 - e. Beban gantung

2. Langkah-langkah Percobaan



- Ukur diameter karet dengan menggunakan micrometer sekrup
- Hitung luas penampang karet yang digunakan dengan persamaan

$$A = \frac{1}{4} \pi d^2$$

A = luas penampang dalam meter kuadrat (m²)

d = diameter karet dalam meter (m)

- Rangkaikan peralatan seperti seperti gambar (a) di atas
- Ukur panjang mula-mula karet L_0 :
- Gantungkan beban 25 gram pada ujung bawah karet dan ukur lagi panjang karet.
- Ulangi langkah 5 sebanyak 4 kali dengan mengganti beban berturut-turut 50 gram, 75 gram, 100 gram, dan 125 gram
- Catat hasil pengamatan pada tabel berikut

Karet Gelang Merah

Panjang mula-mula karet gelang $L_0 = \dots\dots\dots$ cm = $\dots\dots\dots$ m

Luas penampang karet A = $\dots\dots\dots$ m²

No.	Massa Beban m (kg)	Gaya Tarik Karet Gelang $F = m \cdot 10$ (N)	Panjang Karet Gelang, L (m)	Perubahan Panjang Karet Gelang, ΔL (m)
1
2
3
4
5

- h. Ulangi langkah 1 sampai 7 untuk jenis karet warna kuning

Karet Gelang Kuning

Panjang mula-mula karet gelang $L_0 = \dots\dots\dots$ cm = $\dots\dots\dots$ m

Luas penampang karet $A = \dots\dots\dots$ m²

No.	Massa Beban m (kg)	Gaya Tarik Karet Gelang $F = m \cdot 10$ (N)	Panjang Karet Gelang, L (m)	Perubahan Panjang Karet Gelang, ΔL (m)
1
2
3
4
5

Pengolahan Data

1. Karet Gelang Merah

No	Stress: $\tau = \frac{F}{A}$ (N/m ²)	Strain: $\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$
1
2
3
4
5

2. Karet Gelang Merah

No	Stress: $\tau = \frac{F}{A}$ (N/m ²)	Strain: $\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$
1
2
3
4
5

Pertanyaan:

1. Dari hasil pengamatanmu, bagaimana pertambahan panjang karet ketika massa beban bertambah ?

Jawab:

.....

.....

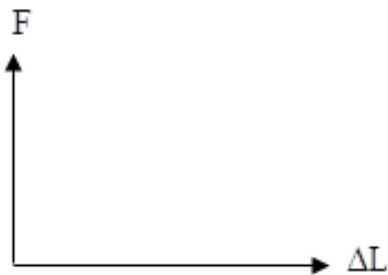
2. Dari hasil pengamatanmu, apa yang akan terjadi pada karet gelang ketika penambahan beban dilakukan terus menerus ?

Jawab:

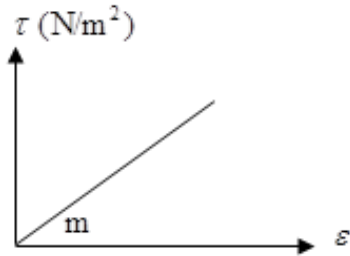
.....

.....

3. Dari jawaban nomor 2, buatlah grafik hubungan antara gaya tarik dengan pertambahan panjang karet gelang



4. Dari data pada tabel karet gelang merah dan kuning, buatlah grafik hubungan stress (τ) terhadap strain (ε) pada masing-masing karet seperti berikut.



5. Jelaskan bentuk grafik τ terhadap ϵ yang dihasilkan

Jawab:

6. Berapa nilai gradien m pada grafik τ terhadap ϵ yang anda buat pada nomor 4 ?

Jawab:

7. Besaran fisika yang ditunjukkan oleh nilai gradien m disebut ...

.....

8. Karet gelang mana yang paling elastik ? mengapa, dan jelaskan.

Jawab:

9. Kesimpulan:

.....

B. Hukum Hooke

Tujuan Percobaan

1. Menyelidiki hubungan antara gaya pegas dengan pertambahan panjang pegas.
2. Menentukan tetapan pegas

Rumusan Masalah

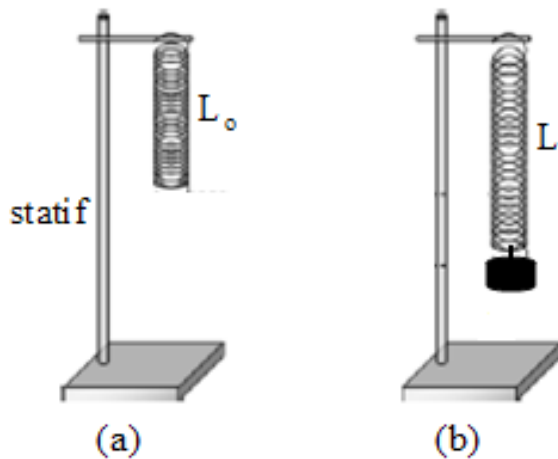
1. Bagaimana hubungan antara gaya pegas dengan pertambahan panjang pegas ?
2. Bagaimana menentukan tetapan pegas?

Rumusan Hipotesis

1. Dalam batas elastisitas, hubungan antara gaya pegas (gaya pemulih) berbanding lurus dengan pertambahan panjang pegas
2. Tetapan pegas dapat ditentukan melalui gradien garis lurus yang dibentuk oleh hubungan antara gaya pegas (gaya pemulih) dengan pertambahan panjang pegas

Merencanakan Percobaan

1. Alat dan Bahan Percobaan
 - a. Pegas
 - b. Statif
 - c. Mistar atau penggaris
 - d. Beban 25, 50, 75, 100, dan 125 gram
2. Langkah-langkah Percobaan
 - a. Susunlah peralatan percobaan seperti pada Gambar (a) berikut.



- b. Ukur panjang mula-mula pegas, L_0 .
- c. Gantungkan beban 25 gram di ujung bawah pegas seperti pada Gambar (b)
- d. Ukur kembali panjang pegas, L
- e. Tentukan pertambahan panjang pegas $x = L - L_0$
- f. Ulangi langkah 3 sampai dengan langkah 5 masing-masing untuk beban 50 gram, 75 gram, 100 gram, dan 125 gram
- g. Ulangi langkah langkah 2 sampai dengan langkah 6 untuk pegas lain
- h. Catat hasil pengamatanmu pada tabel berikut

Pegas-1

Panjang pegas mula-mula, $L_0 = \dots\dots\dots$ cm = $\dots\dots\dots$ m

Percobaan ke-	Massa beban (kg)	Panjang Pegas (m)	Pertambahan Panjang Pegas (m)
1
2
3
4
5

Pegas-2

Panjang pegas mula-mula, $L_0 = \dots\dots\dots$ cm = $\dots\dots\dots$ m

Percobaan ke-	Massa beban (kg)	Panjang Pegas (m)	Pertambahan Panjang Pegas (m)
1
2
3
4
5

i. Pengolahan Data

Pegas-1

Percobaan ke	Gaya Pegas $F = m \cdot 10 \text{ N}$	Pertambahan Panjang Pegas, x (m)
1.
2.
3.
4.
5.

Pegas-2

Percobaan ke	Gaya Pegas $F = m \cdot 10 \text{ N}$	Pertambahan Panjang Pegas, x (m)
1.
2.
3.
4.
5.

Pertanyaan

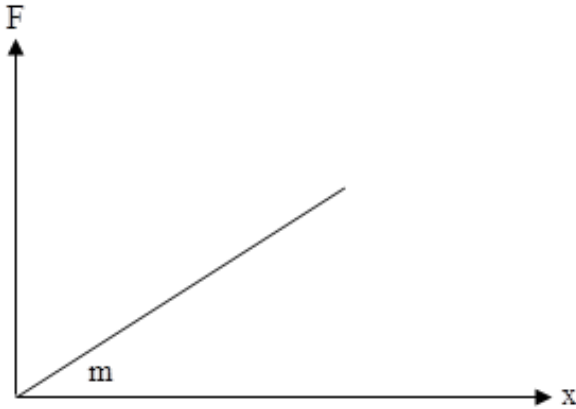
1. Dari hasil pengamatanmu, bagaimana model pertambahan panjang pegas ketika massa beban ditambah ?

Jawab:
.....
.....

2. Bagaimana pertambahan panjang pegas-1 dan pegas-2 ?

Jawab:
.....
.....

3. Dari tabel pengolahan data di atas, buatlah grafik hubungan gaya pegas F terhadap pertambahan panjang pegas k



4. Dari grafik buatanmu, tentukan gradien m dan buat persamaannya

Jawab:

5. Besaran fisika yang ditunjukkan nilai gradien m disebut ?

6. Apakah nilai gradien m untuk pegas-1 dan pegas-2 sama atau tidak ? jelaskan

Jawab:

7. Dari nilai gradien m , pegas mana yang lebih elastis ?

Jawab:

8. Kesimpulan:

.....

C. Susunan Pegas

Tujuan Percobaan

1. Menyelidiki hubungan antara gaya pegas dengan pertambahan panjang pegas total pada susunan pegas seri dan susunan pegas paralel.
2. Menentukan tetapan pegas pengganti

Rumusan Masalah

1. Bagaimana hubungan antara gaya pegas dengan pertambahan panjang pegas total pada susunan pegas seri dan susunan pegas paralel ?
2. Bagaimana menentukan tetapan pegas pengganti pada susunan pegas seri dan susunan pegas paralel ?

Rumusan Hipotesis

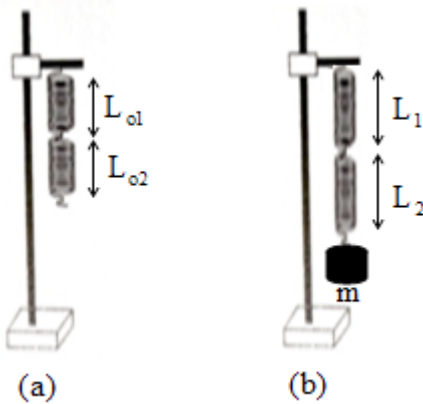
1. Hubungan antara gaya pegas (gaya pemulih) selalu berbanding lurus dengan pertambahan panjang pegas total
2. Tetapan pegas dapat ditentukan melalui gradien garis lurus yang dibentuk oleh hubungan antara gaya pegas (gaya pemulih) dengan pertambahan panjang pegas total

Merencanakan Percobaan

1. Alat dan Bahan Percobaan
 - a. Pegas
 - b. Statif
 - c. Mistar atau penggaris
 - d. Beban 25, 50, 75, 100, 125, dan 150 gram
2. Langkah-langkah Percobaan

SUSUNAN PEGAS SERI

- a. Susunlah peralatan percobaan seperti pada Gambar (a) berikut.



- b. Ukur panjang mula-mula masing-masing pegas, L_{o1} dan L_{o2} .
- c. Ukur panjang mula-mula pegas gabungan, $L_o = L_{o1} + L_{o2}$.
- d. Gantungkan beban 25 gram pada ujung bawah pegas seperti Gambar (b).
- e. Ukur panjang pegas masing-masing, L_1 dan L_2 .
- f. Ukur juga panjang pegas gabungan, $L = L_1 + L_2$.
- g. Ulangi langkah 4 sampai dengan langkah 6 untuk masing-masing beban 50 gram, 75 gram, 100 gram, dan 125 gram.
- h. Catat hasil pengamatanmu pada tabel berikut

Panjang mula-mula pegas-1: $L_{o1} = \dots\dots\dots \text{cm} = \dots\dots\dots \text{m}$

Panjang mula-mula pegas-2: $L_{o2} = \dots\dots\dots \text{cm} = \dots\dots\dots \text{m}$

No.	Massa Bebas (kg)	Panjang Pegas (m)		
		Pegas-1	Pegas-2	Gabungan
1.
2.
3.
4.
5.

i. Pengolahan Data

Gaya total: $F = F_1 = F_2$

Gaya Total (N)	Pertambahan Panjang, x (m)			Tetapan Pegas, k (N/m ²)		
	Pegas-1	Pegas-2	Gabungan	Pegas-1	Pegas-2	Gabungan
...
...
...
...
...

j. Bandingkan nilai pertambahan panjang pegas-1, pegas-2, dan pegas gabungan pada tabel di atas. Tuliskan suatu persamaan yang menyatakan hubungan ketiganya

Jawab:

k. Bandingkan juga nilai tetapan pegas-1, pegas-2, dan pegas gabungan pada tabel di atas dan tuliskan suatu persamaan yang menyatakan hubungan ketiganya

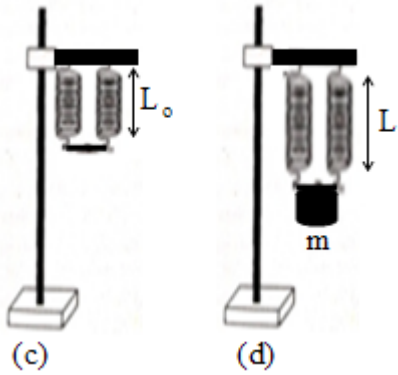
Jawab:

l. Kesimpulan

.....

SUSUNAN PEGAS PARALEL

a. Susunlah peralatan percobaan seperti pada Gambar (c) berikut.



- b. Ukur panjang pegas mula-mula L_0
- c. Gantungkan beban m sebesar 50 gram seperti pada Gambar (d), kemudian ukur panjang pegas
- d. Ulangi langkah 3 dengan mengganti beban berturut-turut 75 gram, 100 gram, 125 gram, dan 150 gram
- e. Catat hasil pengamatanmu pada tabel berikut

Panjang mula-mula pegas-1 dan pegas-2: $L_{o1} = L_{o2} = \dots\dots\dots$
 cm = $\dots\dots\dots$ m

No.	Massa Beban (kg)	Panjang Pegas, x (m)		
		Pegas-1	Pegas-2	Gabungan
1.
2.
3.
4.
5.

- f. Bandingkan panjang: pegas-1, pegas-2, dan pegas gabungan pada tabel di atas.

Jawab: $\dots\dots\dots$
 $\dots\dots\dots$
 $\dots\dots\dots$

g. Pengelohan data

Jawab:

Gaya total: $F = F_1 + F_2$

Gaya Total (N)	Pertambahan Panjang, x (m)			Tetapan Pegas, k (N/m ²)		
	Pegas-1	Pegas-2	Gabungan	Pegas-1	Pegas-2	Gabungan
...
...
...
...
...

h. Berdasarkan data pada tabel di atas, dapatkah ditentukan nilai tetapan pegas-1 dan pegas-2 ? Jelaskan.

Jawab:

i. Bagaimana hubungan tetapan pegas pengganti/total terhadap tetapan pegas-1 dan tetapan pegas-2 ? Tuliskan dalam bentuk persamaan

Jawab:

j. Kesimpulan

.....

D. Getaran Pegas

Tujuan Percobaan:

1. Menentukan periode atau frekuensi getaran
2. Menentukan tetapan pegas

Rumusan Masalah

1. Bagaimana hubungan periode atau frekuensi getaran pegas terhadap massa beban ?
2. Bagaimana menentukan periode atau frekuensi getaran pegas melalui percobaan ?

Rumusan Hipotesis

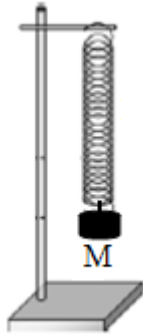
1. Periode getaran pegas berbanding lurus dengan akar pangkat dua dari massa beban
2. Periode getaran dapat dari data pengamatan untuk 10 kali getaran

Merencanakan Percobaan

1. Alat dan Bahan Percobaan
 - a. Pegas
 - b. Statif
 - c. Beban 25 gram, 50 gram, 75 gram, 100 gram, 125 gram, dan 150 gram.
 - d. Stopwatch
2. Langkah-langkah Percobaan

Percobaan I: Menentukan periode getaran pegas

- a. Susunlah peralatan seperti gambar berikut



- b. Dalam keadaan setimbang, tariklah beban M ke bawah perlahan-lahan kemudian lepaskan.
- c. Catatlah waktu untuk 20 kali getaran dengan menggunakan stopwatch
- d. Ulangi langkah 2 dan 3 sebanyak 3 kali.
- e. Hitunglah periode getaran pegas

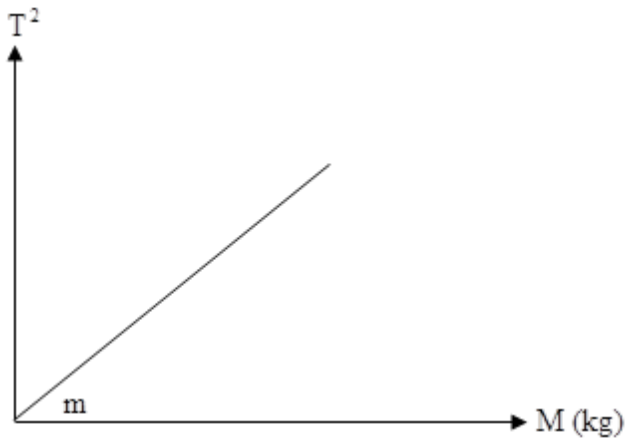
Percobaan II: Menentukan tetapan pegas

- a. Gantungkan beban $M = 25$ gram di ujung pegas seperti gambar di atas.
- b. Dalam keadaan setimbang, tariklah beban ke bawah perlahan-lahan kemudian lepaskan.
- c. Catatlah waktu untuk 20 kali getaran dengan menggunakan stopwatch
- d. Ganti beban masing-masing menjadi 50 gram, 75 gram, 100 gram, 125 gram, dan 150 gram, kemudian ulangi langkah 2 dan 3.
- e. Catat hasil pengamatanmu pada tabel berikut

No.	Massa Beban (kg)	Waktu 20 Getaran (s)	Periode Getaran, T (s)	T^2
1.
2.
3.

No.	Massa Beban (kg)	Waktu 20 Getaran (s)	Periode Getaran, T (s)	T ²
4.
5.
6.

- f. Dari data pada tabel di atas, buatlah grafik hubungan T² terhadap massa beban M seperti disajikan berikut



- g. Dari grafik di atas, hitunglah gradien garis lurus m
h. Hitunglah tetapan pegas k dengan menggunakan persamaan:

$$k = \frac{4\pi^2}{m}$$

m = nilai gradien garis lurus

- i. Ukur panjang pegas mula-mula sebelum ada beban M.
j. Gantungkan beban M, kemudian ukur panjang pegas
k. Hitung Pertambahan panjang pegas, x = meter
l. Hitung tetapan pegas dengan persamaan:

$$K = \frac{M \cdot 10}{x}$$

M = massa beban dalam kilogram (kg)

- m. Bandingkan nilai tetapan pegas hasil perhitungan langkah 8 dengan langkah 12 di atas.
- n. Kesimpulan

.....

.....

.....

.....

BAB IX INSTRUMEN TES

A. Tes Hasil Belajar Kognitif

Pilih salah satu jawaban yang paling tepat

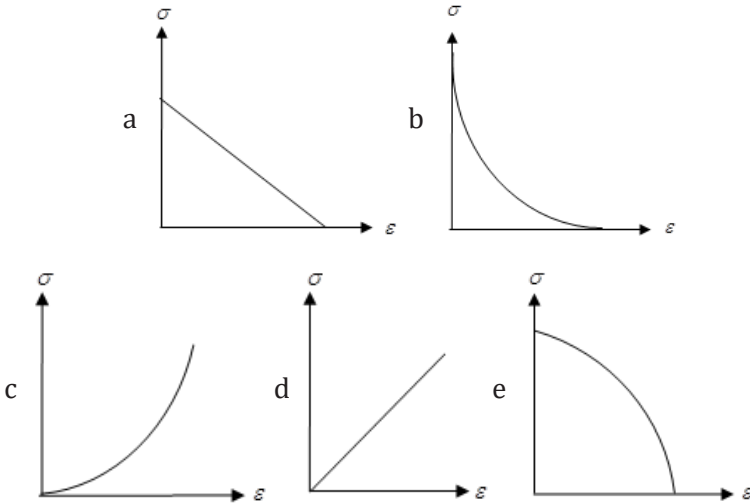
1. Karet ditarik dengan gaya yang besarnya melebihi batas elastisitasnya akan menjadi . . .
 - a. tetap elastis
 - b. tidak elastis
 - c. tidak berubah bentuk
 - d. bertambah elastisitasnya
 - e. lebih pendek
2. Faktor-faktor yang mempengaruhi stress suatu bahan elastis adalah . . .
 - a. gaya dan penambahan panjang
 - b. gaya dan panjang mula-mula
 - c. gaya luar dan luas permukaan
 - d. Luas permukaan dan penambahan panjang
 - e. Pertambahan panjang dan panjang mula-mula
3. Amir melakukan percobaan pada sebuah karet dengan menggantungkan lima macam beban. Hasil percobaan Amir dicatat pada tabel berikut:

Table 3. Regangan dan Tegangan

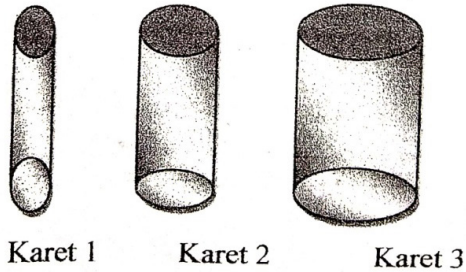
No.	Stress (σ) ... x 10^7 N/m ²	Strain (ϵ) ... x 10^4
1	4	2
2	8	4
3	12	6

No.	Stress (σ) ... x 10^7 N/m ²	Strain (ϵ) ... x 10^4
4	16	8
5	20	10

Grafik yang menunjukkan hubungan antara stress (σ) terhadap strain (ϵ) menurut data pada tabel di atas adalah.....



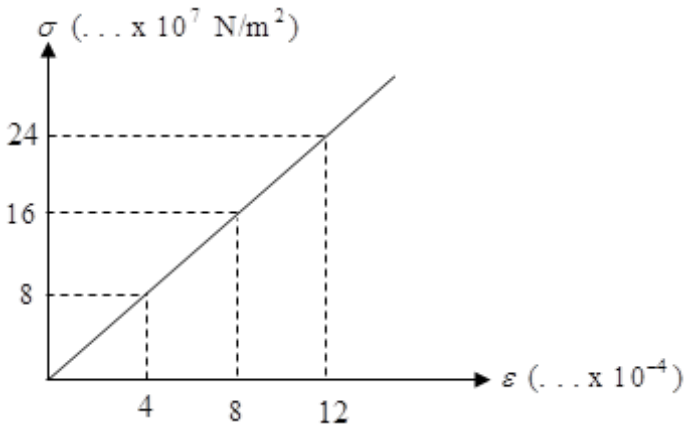
4. Tiga buah kawat panjang dan diameternya sama. Jika modulus elastisitas kawat $E_1 < E_2 < E_3$ dan ketiga kawat diberi gaya sama besar, maka pertambahan panjang (x) ketiga kawat adalah ...
- $x_1 = x_2 = x_3$
 - $x_1 < x_2 < x_3$
 - $x_1 > x_2 > x_3$
 - $x_1 < x_2 > x_3$
 - $x_1 > x_2 < x_3$
5. Tiga buah karet jenisnya sama, tetapi luas penampang berbeda seperti gambar. Kemudian ketiga karet tersebut ditarik dengan gaya sama besar.



Pertambahan panjang (x) ketiga karet tersebut adalah

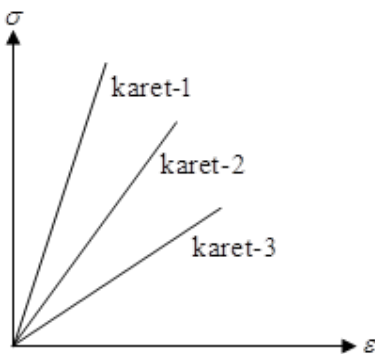
- a. $x_1 < x_2 < x_3$
 - b. $x_1 > x_2 > x_3$
 - c. $x_1 > x_2 < x_3$
 - d. $x_1 = x_2 = x_3$
 - e. $x_1 < x_2 > x_3$
6. Batang besi panjangnya 2 m dan luas penampangnya 1 cm². Jika batang ditarik dengan gaya sebesar F, batang bertambah panjang 1 mm. Besarnya gaya tarik F (modulus Young batag besi 10¹¹ N/m²) adalah . . .
- a. 1 x N
 - b. 5 x N
 - c. 1 x N
 - d. 5 x N
 - e. 1 x N
7. Seutas kawat panjangnya L berjari-jari r ditarik dengan gaya F sehingga panjang bertambah x. Kawat kedua juga panjangnya L tetapi berjari-jari 2r kemudian ditarik dengan gaya 3F, maka kawat kedua akan mengalami pertambahan panjang sebesar..
- a. 3x
 - b. 2x
 - c. 4x/3
 - d. 3x/4
 - e. x/2

8. Perhatikan kurva stress (σ) terhadap strain (ε) berikut



Nilai modulus elastisitasnya kurva di atas adalah ...

- $2 \times \text{N/}$
 - $4 \times \text{N/}$
 - $8 \times \text{N/}$
 - $16 \times \text{N/}$
 - $32 \times \text{N/}$
9. Tiga jenis karet panjangnya sama ditarik dengan gaya sama besar akan memberikan hubungan stress (σ) terhadap strain (ε) seperti grafik berikut.



Jika modulus elastisitas karet = E , luas penampang = A dan pertambahan panjang x , maka ...

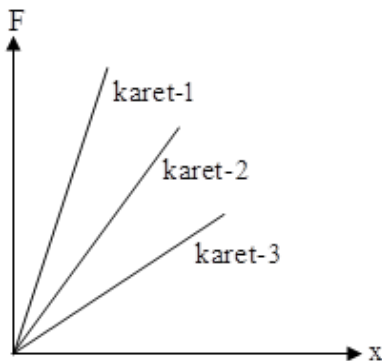
1) $E_1 > E_2 > E_3$

2) $A_1 > A_2 > A_3$

3) $x_1 > x_2 > x_3$

Pernyataan yang benar adalah

- a. 1, 2, dan 3
 - b. 1 dan 3
 - c. 2 dan 3 benar
 - d. 1 dan 2
 - e. hanya 1
10. Suatu pegas bila ditarik dengan gaya 10 N dan panjangnya bertambah 5 cm. Jika ditarik dengan gaya 18 N, panjangnya bertambah menjadi ...
- a. 7 cm
 - b. 9 cm
 - c. 12 cm
 - d. 15 cm
 - e. 16 cm
11. Hubungan antara gaya F terhadap pertambahan panjang x dari tiga jenis bahan karet dilukiska seperti grafik berikut.



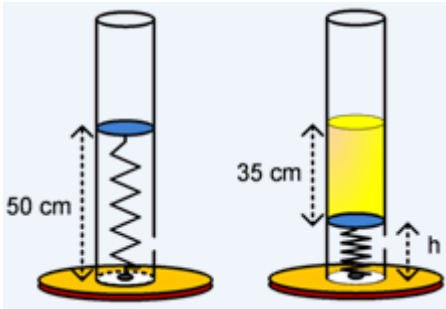
Pernyataan yang benar untuk tetapan elastis karet (k) adalah ...

a. $k_1 = k_2 = k_3$

b. $k_1 < k_2 < k_3$

- c. $k_1 < k_2 > k_3$
- d. $k_1 > k_2 < k_3$
- e. $k_1 > k_2 > k_3$

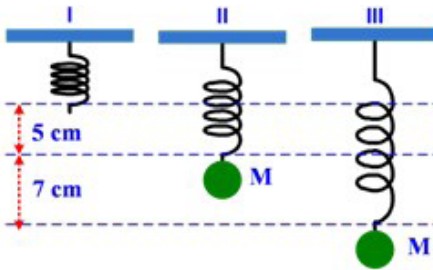
12. Perhatikan gambar berikut



Zat cair setinggi 35 cm dengan massa jenis $0,8 \text{ gram/cm}^3$ dimasukkan ke dalam pipa berdiameter dalam 20 cm sehingga pegas tertekan ke bawah setinggi h . Jika tetapan pegas 200 N/m dan percepatan gravitasi bumi 10 ms^{-2} , maka pegas tertekan dan ketinggian h berturut-turut adalah . .

- a. 6 cm dan 44 cm
 - b. 44 cm dan 6 cm
 - c. 8 cm dan 42 cm
 - d. 42 cm dan 8 cm
 - e. 35 cm dan 15 cm
13. Usaha sebesar $0,16 \text{ juole}$ diperlukan untuk meregangkan pegas sejauh 4 cm. Tetapan pegas dan gaya untuk meregangkannya sejauh 2 cm berturut-turut adalah . .
- a. 40 Nm^{-2} dan $0,8 \text{ N}$
 - b. 80 Nm^{-2} dan $1,6 \text{ N}$
 - c. 120 Nm^{-2} dan $2,4 \text{ N}$
 - d. 160 Nm^{-2} dan $3,2 \text{ N}$
 - e. 200 Nm^{-2} dan $4,0 \text{ N}$

14. Perhatikan gambar berikut



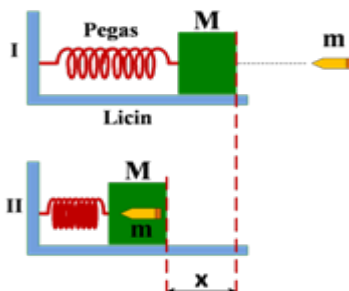
Pegas diberi beban $M = 500$ gram (posisi II) sehingga bertambah panjangnya 5 cm. Kemudian beban M ditarik sejauh 7 cm, maka ...

- 1) Tetapan pegas 100 Nm^{-1}
- 2) Energi potensial pegas pada posisi II adalah $0,125$ joule
- 3) Energi potensial sistem pegas pada posisi III adalah $0,72$ joule
- 4) Energi potensial sistem pegas pada posisi III adalah $0,24$ joule
- 5) Simpangan getaran pegas: $y = 7 \sin 10\sqrt{2}$ cm

Pernyataan yang benar adalah ...

- a. 1, 2, 3, dan 4
- b. 1, 2, 3, dan 5
- c. 1, 2, dan 3
- d. 1, 2, dan 4
- e. Semua benar

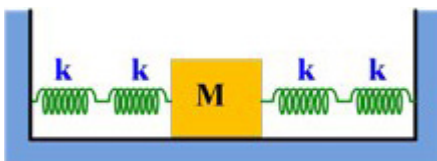
15. Perhatikan gambar berikut



Peluru m bermassa 100 gram ditembakkan ke balok M yang massanya 1900 gram. Jika tetapan pegas 200 Nm^{-1} dan peluru tertanam di dalam balok sehingga balok bergerak ke kiri dan berhenti pada jarak $x = 25 \text{ cm}$, maka kecepatan balok bersama peluru saat mulai bergerak adalah ...

- a. $2,5 \text{ ms}^{-1}$
- b. $5,0 \text{ ms}^{-1}$
- c. $7,5 \text{ ms}^{-1}$
- d. $10,0 \text{ ms}^{-1}$
- e. $25,0 \text{ ms}^{-1}$

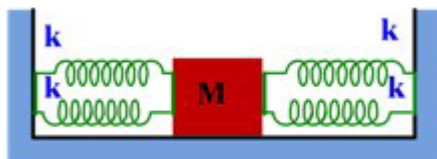
16. Perhatikan gambar berikut



Empat buah pegas identik dengan tetapan pegas $k = 200 \text{ Nm}^{-1}$. Total tetapan pegas pengganti adalah ...

- a. 50 Nm^{-1}
- b. 100 Nm^{-1}
- c. 200 Nm^{-1}
- d. 400 Nm^{-1}
- e. 800 Nm^{-1}

17. Perhatikan gambar berikut

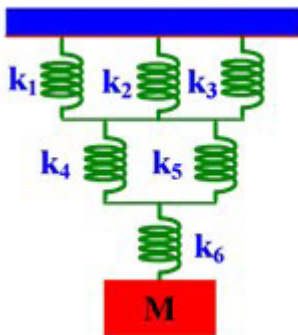


Empat pegas identik dengan tetapan pegas $k = 100 \text{ Nm}^{-1}$. Total tetapan pegas pengganti adalah ...

- a. 50 Nm^{-1}
- b. 100 Nm^{-1}

- c. 200 Nm^{-1}
- d. 400 Nm^{-1}
- e. 500 Nm^{-1}

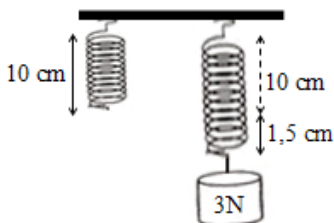
18. Perhatikan gambar berikut



Enam buah pegas identik dengan tetapan pegas 100 Nm^{-1} . Jika beban M bermassa 5 kg digantungkan, maka total tetapan pegas pengganti dan total pertambahan panjang susunan pegas berturut-turut adalah . . .

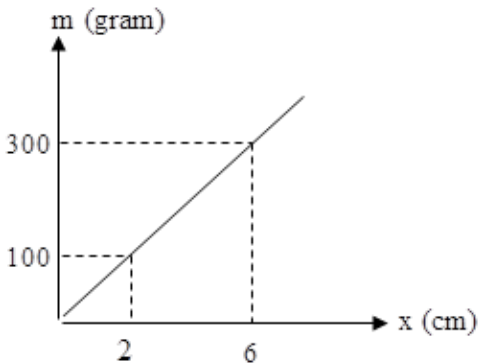
- a. $54,5 \text{ Nm}^{-1}$ dan $91,6 \text{ cm}$
- b. $60,0 \text{ Nm}^{-1}$ dan $83,0 \text{ cm}$
- c. $66,6 \text{ Nm}^{-1}$ dan $75,0 \text{ cm}$
- d. 100 Nm^{-1} dan $50,0 \text{ cm}$
- e. 120 Nm^{-1} dan $41,6 \text{ cm}$

19. Perhatikan gambar berikut



Jika pegas ditarik dengan gaya 6 N , maka tetapan pegas dan panjang pegas sekarang berturut-turut adalah adalah . . .

- a. 200 Nm^{-1} dan $10,03 \text{ cm}$
 - b. 100 Nm^{-1} dan 10 cm
 - c. 150 Nm^{-1} dan 11 cm
 - d. 200 Nm^{-1} dan 13 cm
 - e. 300 Nm^{-1} dan 14 cm
20. Budi menggantungkan beban 100 gram dan 300 gram secara bergantian pada sebuah pegas. Pertambahan panjang pegas (x) tersebut disajikan pada grafik berikut.



- Tetapan pegas dan massa beban agar pertambahan panjang pegas menjadi 5 cm berturut-turut adalah ...
- a. 150 Nm^{-1} dan 50 gram
 - b. 50 Nm^{-1} dan 150 gram
 - c. 100 Nm^{-1} dan 200 gram
 - d. 50 Nm^{-1} dan 250 gram
 - e. 50 Nm^{-1} dan 300 gram
21. Sebuah pegas dengan tetapan pegas k ditarik oleh beban M sehingga mengalami pertambahan panjang x . Pegas kedua ditarik oleh beban $2M$ mengalami pertambahan panjang $4x$. Tetapan pegas kedua adalah ...
- a. $0,25 k$
 - b. $0,5 k$
 - c. k

- d. $2k$
 e. $4k$
22. Data susunan pegas dengan tetapan pegasnya masing-masing 45 Nm^{-1} disajikan pada tabel berikut.

Jumlah pegas	Susunan	Tetapan pegas pengganti
P	Pararel	90
Q	R	9
3	Pararel	S

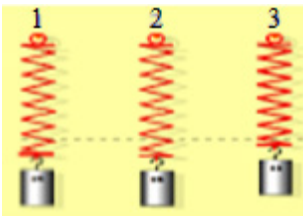
- Jika data pada tabel di atas dilengkapi, maka P, Q, R dan S berturut-turut adalah ...
- a. $P = 2, Q = 3, R = \text{Seri}, \text{ dan } S = 15 \text{ Nm}^{-1}$
 b. $P = 2, Q = 5, R = \text{Pararel}, \text{ dan } S = 135 \text{ Nm}^{-1}$
 c. $P = 2, Q = 5, R = \text{Seri}, \text{ dan } S = 135 \text{ Nm}^{-1}$
 d. $P = 2, Q = 3, R = \text{Pararel}, \text{ dan } S = 15 \text{ Nm}^{-1}$
 e. $P = 3, Q = 5, R = \text{Seri}, \text{ dan } S = 135 \text{ Nm}^{-1}$
23. Tiga buah pegas disusun seri dengan tetapan pegas pengganti 12 Nm^{-1} . Tetapan pegas dari masing-masing pegas adalah
- a. $30 \text{ Nm}^{-1}, 30 \text{ Nm}^{-1}, \text{ dan } 30 \text{ Nm}^{-1}$
 b. $30 \text{ Nm}^{-1}, 60 \text{ Nm}^{-1}, \text{ dan } 30 \text{ Nm}^{-1}$
 c. $45 \text{ Nm}^{-1}, 30 \text{ Nm}^{-1}, \text{ dan } 30 \text{ Nm}^{-1}$
 d. $45 \text{ Nm}^{-1}, 30 \text{ Nm}^{-1}, \text{ dan } 15 \text{ Nm}^{-1}$
 e. $60 \text{ Nm}^{-1}, 60 \text{ Nm}^{-1}, \text{ dan } 30 \text{ Nm}^{-1}$
24. Dua buah pegas identik dengan tetapan pegas k disusun paralel kemudian disusun seri, maka perbandingan tetapan pegas pengganti susunan paralel terhadap susunan seri adalah ...
- a. $1 : 4$
 b. $4 : 1$
 c. $2 : 1$
 d. $1 : 2$
 e. $3 : 4$

25. Sebuah beban mengalami getaran harmonis bersamaan dengan pegas. Jika simpangan maksimum 8 cm dan periode getaran 12 sekon, maka simpangan getaran, kecepatan getaran, dan percepatan getaran setelah beretar 2 sekon berturut-turut adalah...
- $4\sqrt{3}$ cm, $2\pi/3$ cms⁻¹, dan $-\pi^2\sqrt{3}/9$ cms⁻².
 - $4\sqrt{3}$ cm, $2\pi/3$ cms⁻¹, dan $\pi^2\sqrt{3}/9$ cms⁻².
 - $8\sqrt{3}$ cm, $2\pi/3$ cms⁻¹, dan $-\pi^2\sqrt{3}/9$ cms⁻².
 - $8\sqrt{3}$ cm, $2\pi/3$ cms⁻¹, dan $\pi^2\sqrt{3}/9$ cms⁻².
 - $4\sqrt{3}$ cm, $\pi/3$ cms⁻¹, dan $-\pi^2\sqrt{3}/9$ cms⁻².

B. Tes Keterampilan Proses Sains

Pilih salah satu jawaban yang paling tepat

1. Perhatikan gambar berikut



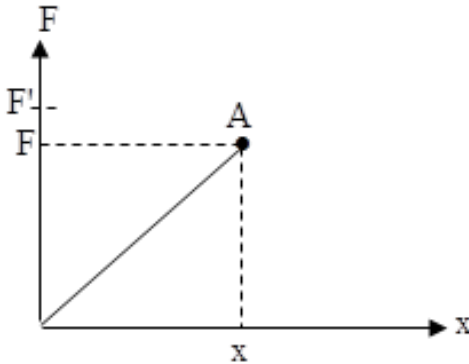
Panjang mula-mula pegas 1, 2 dan 3 sama. Ketiga pegas ditarik dengan beban sama besar, maka pertambahan panjang ketiga pegas (x) adalah ...

- $x_1 > x_2 = x_3$
 - $x_1 < x_2 = x_3$
 - $x_1 = x_2 < x_3$
 - $x_1 = x_2 > x_3$
 - $x_1 = x_2 = x_3$
2. Perhatikan kembali gambar pada soal nomor 1, tetapan pegas (k) untuk masing-masing pegas adalah ...
- $k_1 > k_2 = k_3$
 - $k_1 < k_2 = k_3$

- c. $k_1 = k_2 < k_3$
 - d. $k_1 = k_2 > k_3$
 - e. $k_1 = k_2 = k_3$
3. Perhatikan tabel berikut

Pegas	Panjang mula-mula pegas (cm)	Pertambahan panjang
1	10	12
2	12	15
3	14	18
4	16	21
5	30	...?

- Jika kelima pegas luas penampangnya sama dan ditarik dengan beban sama besar, maka pertambahan panjang pegas-5 sebesar ...
- a. 24 cm
 - b. 25 cm
 - c. 27 cm
 - d. 29 cm
 - e. 30 cm
4. Perhatikan kembali tabel pada soal nomor 3. Menurutmu nilai tetapan pegas-5 adalah ...
- a. paling kecil
 - b. paling besar
 - c. sama dengan pegas lainnya
 - d. setengah dari pegas-4
 - e. tidak dapat ditentukan
5. Data hasil percobaan antara gaya tarik (F) dan pertambahan panjang (x) pada suatu bahan elastis disajikan seperti grafik berikut



Jika A menyatakan batas linearitas dan gaya tarik menjadi F' , maka...

- AB adalah grafik garis lurus
 - AB adalah daerah elastis
 - AB adalah daerah plastis
 - Titik B disebut titik patah
 - Bukan yang disebutkan di pilihan A sampai D
6. Hasil percobaan pada susunan pegas seri disajikan seperti tabel berikut.

No.	Jumlah Pegas	Tetapan Pegas Pengganti (Nm^{-1})
1.	6	40
2.	5	48
3.	4	60
4.	3	80
5.	2	120

Paparan data pada tabel di atas menunjukkan tetapan pegas pengganti....

- lebih kecil dari tetapan pegas masing-masing
- Tetapan pegas masing-masing 250 Nm^{-1}
- dipengaruhi oleh jumlah pegas penyusunnya

Pernyataan yang benar adalah ...

- a. (1), (2), dan (3)
 - b. (1) dan (3)
 - c. (1) dan (3)
 - d. (2), dan (3)
 - e. hanya (2)
7. Data hasil percobaan elastisitas pada lima jenis kawat logam yang berbeda disajikan seperti tabel berikut

Diameter kawat (mm)	Panjang kawat (cm)	Tetapan (Nm^{-1})
1,0	10	50
0,9	15	48
0,8	20	46
0,7	25	44
0,6	30	42

Paparan data pada tabel di atas menunjukkan ...

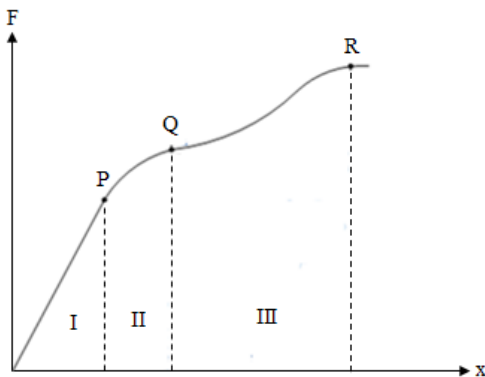
- 1) Tetapan sebanding dengan diameter kawat
 - 2) Tetapan sama untuk semua jenis kawat
 - 3) Tetapan berbanding terbalik dengan panjang kawat
- Pernyataan yang benar adalah
- a. (1), (2), dan (3)
 - b. (1) dan (3)
 - c. (2) dan (3)
 - d. (1) dan (2)
 - e. Bukan yang disebutkan di pilihan A sampai D
8. Data hasil percobaan elastisitas bahan disajikan seperti tabel berikut

No.	Panjang mula-mula (cm)	Massa beban (gram)	Perubahan panjang (cm)
1	15	100	17
2	15	150	19

No.	Panjang mula-mula (cm)	Massa beban (gram)	Perubahan panjang (cm)
3	15	200	21
4	15	250	23

Massa beban untuk perubahan panjang 20 cm dan 24 cm adalah...

- 150 gram dan 175 gram
 - 175 gram dan 275 gram
 - 200 gram dan 275 gram
 - 225 gram dan 300 gram
 - 250 gram dan 300 gram
9. Fajar mengikat beban di ujung bebas sebuah pegas. Ketika Fajar menarik beban kemudian dilepaskan, terjadi getaran. Menurutmu penyebab terjadinya getaran adalah ...
- Gaya gesek dan sifat plastis
 - Gaya normal dan sifat elastis
 - Gaya pemulih dan sifat plastis
 - Gaya pegas dan sifat elastis
 - Gaya berat dan sifat elastis
10. Hasil percobaan gaya tarik (F) terhadap pertambahan panjang (x) suatu bahan elastis disajikan seperti grafik berikut.



Menurutmu informasi grafik tersebut adalah:

- a. P = batas elastisitas, Q = batas linieritas, dan Q = titik patah
 - b. I = daerah linieritas, II = daerah elastis, dan III = daerah plastis
 - c. I = daerah elastisitas, II = daerah linieritas, dan III = daerah plastis
 - d. I dan II adalah daerah elastis dan III adalah daerah plastis
 - e. I dan II adalah daerah linieritas dan III adalah daerah plastis
11. Data hasil percobaan pada senar jenis tertentu disajikan pada tabel berikut

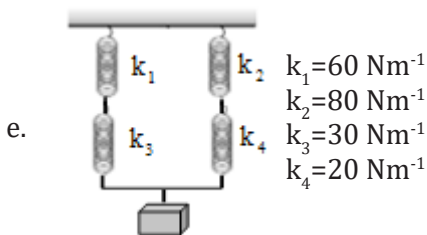
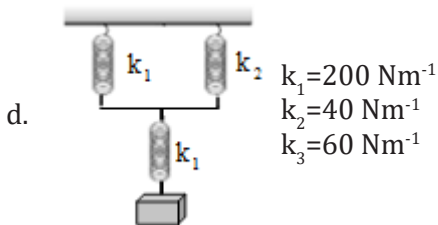
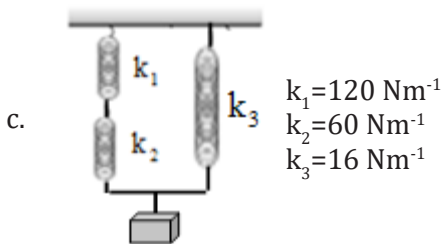
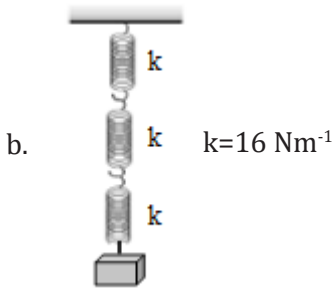
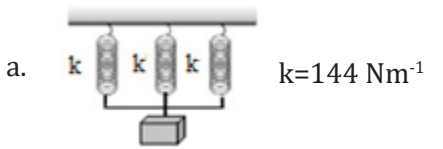
No.	Massa (kg)	Stress (kPa)	Strain
1.	0,2	400	0,1
2.	0,4	800	0,2
3.	0,6	1200	0,3
4.	0,8	1600	0,4
5.	1,0	2000	0,5

Paparan dalam tabel di atas menunjukkan ...

- 1) Perubahan stress dipengaruhi massa beban
- 2) Strain dipengaruhi oleh massa beban
- 3) Perbandingan stress dengan strain adalah tetap

Pernyataan yang benar adalah ...

- a. (1), (2), dan (3)
 - b. (1) dan (3)
 - c. (1) dan (2)
 - d. (2) dan (3)
 - e. hanya (2)
12. Dalam percobaannya, Susan ingin mendapatkan tetapan pegas pengganti sebesar 48 Nm^{-1} dari suatu susunan pegas. Menurutmu mana susunan pegas Susan berikut yang benar ?



13. Jika dua kawat baja atau lebih dengan panjang dan luas penampang tertentu ditarik dengan gaya sehingga bertambah panjang, maka nilai ...

- a. Stress tetap
 - b. Strain tetap
 - c. Modulus elastisitas tetap
 - d. Modulus Bulk tetap
 - e. Pertambahan panjang sama
14. mad ingin menentukan modulus Young dari sebuah kawat logam yang panjangnya teretntu. Untuk mengungkapkan rasa keingintahuannya, ahmad harus menyediakan satu set peralatan yang diperlukan sebagai berikut . . .
- a. Senar, beban, rol meteran, mikrometer, stopwatch
 - b. Senar, beban, rol meteran, stopwatch, neraca
 - c. Senar, beban, rol meteran, neraca, tang, stopwatch
 - d. Senar, beban, rol meteran, mikrometer, neraca
 - e. Senar, beban, rol meteran, mikrometer, neraca, tang
15. Hasnawati melakukan percobaan getaran pegas untuk menentukan periode getar. Langkah-langkah percobaan yang dilakukan Hasnawati adalah . . .
- a. Merangkai alat, menarik beban dan melepaskan, mengukur waktu 20 getaran, dan menghitung periode getar
 - b. Merangkai alat, menarik beban, mengukur simpangan beban, dan menghitung periode getar
 - c. Menimbang beban, merangkai alat, mernarik beban, dan menghitung periode getar
 - d. Menimbang beban, menarik beban, mengukur waktu 1 getaran, dan menghitung periode getar
 - e. Menimbang beban, merangkai alat, menarik beban, mengukur simpangan, mengukur waktu 20 getaran, dan menghitung periode