



Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat
Direktorat Pembinaan Pendidikan Keaksaraan dan Kesetaraan
Tahun 2017

MODUL 5

Antara Bersatu dan Berpisah

FISIKA
PAKET C SETARA SMA/MA





Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat
Direktorat Pembinaan Pendidikan Keaksaraan dan Kesetaraan
Tahun 2017

MODUL 5

Antara Bersatu dan Berpisah

FISIKA
PAKET C SETARA SMA/MA



Kata Pengantar

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

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

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

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

Jakarta, Desember 2017
Direktur Jenderal

Harris Iskandar

Daftar Isi

Kata Pengantar	ii
Daftar Isi	iii
Petunjuk Penggunaan Modul	1
Tujuan Pembelajaran Modul	1
Pengantar Modul	1
UNIT 1 IMPULS DAN MOMENTUM	2
A. Apakah Impuls Itu?	2
B. Apakah Itu Momentum?	2
Penugasan	5
UNIT 2 HUKUM KEKALAN MOMENTUM DAN	
TUMBUKAN	6
Penugasan	8
Rangkuman	9
Uji Kompetensi	9
Kunci Jawaban	14
Kriteria Pindah Modul	15
Daftar Pustaka	16

ANTARA BERSATU DAN BERPISAH

Petunjuk Penggunaan Modul

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

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

Tujuan Pembelajaran Modul

Setelah mempelajari modul ini peserta didik diharapkan dapat mendeskripsikan terjadinya momentum, impuls dan peristiwa tumbukan pada kehidupan sehari-hari.

Pengantar Modul

Tinju adalah olahraga dan seni bela diri yang menampilkan dua orang partisipan dengan berat yang serupa bertanding satu sama lain dengan menggunakan tinju mereka. Semakin cepat dan kuat pukulan yang dilayangkan maka kemungkinan menang akan semakin besar. Pemakaian sarung tinju dimaksudkan agar cedera dampak dari pukulan yang diterima oleh lawan tidak terlalu serius. Sama dengan kejadian ketika menendang bola dan menendang batu. Ketika menendang batu kaki terasa lebih sakit dibanding saat menendang bola. Peristiwa-peristiwa tersebut dapat dijelaskan dengan konsep impuls.

Apakah Impuls Itu?

Impuls didefinisikan sebagai perkalian antara gaya rata-rata dengan waktu kontak antara dua benda.

$$I = F \cdot \Delta t$$

Dengan F adalah gaya rata-rata (N) dan t waktu kontak (s). Gaya F merupakan besaran vektor maka impuls juga merupakan besaran vektor yang arahnya searah dengan gaya F . Satuan Impuls adalah N.s atau Kg.m.s.

Jadi, faktor-faktor yang mempengaruhi impuls adalah gaya rata-rata dan waktu kontak. Pada pemain tinju, agar pukulan dapat merobohkan lawan harus dilakukan dengan cepat dan kuat. Gaya rata-rata petinju besar dengan waktu kontak yang singkat sehingga menghasilkan rasa sakit yang lebih besar dibandingkan pukulan yang pelan. Pada saat menendang bola waktu kontak kaki dengan bola lebih lama karena bola lebih elastis dibandingkan batu. Sehingga kaki terasa sakit ketika menendang batu dikarenakan waktu kontaknya lebih cepat maka impulsnya lebih besar.

Jadi untuk gaya rata-rata yang sama besar akan memberikan impuls yang kecil jika waktu kontaknya juga kecil dan memberikan impuls yang besar jika waktu kontaknya juga besar.

Impuls timbul karena gaya kontak yang bekerja pada sebuah benda dalam waktu yang relatif singkat. Bisa dipastikan untuk mengukur impuls secara langsung akan sulit. Untuk mengukur impuls dari pukulan seorang petinju pada badan lawan, perlu diukur gaya rata-rata yang diberikan oleh tinju pada badan lawan dan lamanya kontak tinju dengan badan lawan. Hal ini sulit dilakukan karena gaya yang diberikan tinju sangat bervariasi dan lama tinju kontak dengan badan lawan sangat singkat. Untuk memudahkan pengukuran mengukur impuls kita gunakan konsep momentum.

Apakah Itu Momentum?

Untuk memudahkan memahami konsep momentum perhatikan gambar berikut.



Gambar mobil berhadapan dengan sebuah pohon



Gambar sepeda berhadapan dengan sebuah pohon

Mobil dan sepeda masing-masing memiliki kecepatan yang sama sebesar v_m dan v_s , kemudian keduanya menabrak sebuah pohon yang sama. pohon mana yang mengalami kerusakan lebih serius?



Gambar orang pertama sedang menembak papan sasaran dengan senapan, orang kedua melempar bola ke papan sasaran

Ketika peluru dan bola sama-sama mengenai papan sasaran, manakah yang akan merusak papan lebih serius?

Momentum didefinisikan sebagai hasil kali antara massa benda dan kecepatannya.

$$p = m \cdot v$$

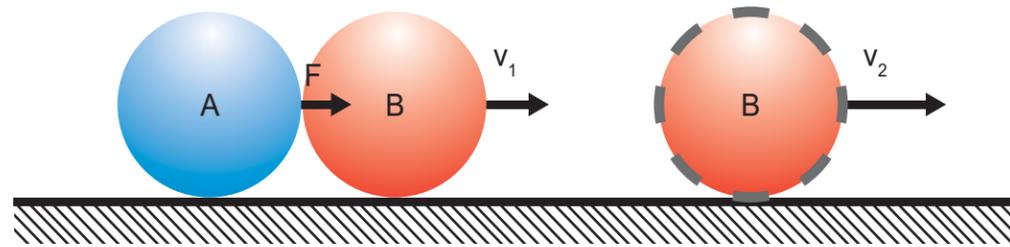
Dimana:

m adalah massa (kg),

v adalah kecepatan (m/s),

p adalah momentum yang memiliki satuan (kg.m.s).

Jadi, faktor yang mempengaruhi momentum adalah massa benda itu dan kecepatannya. Dari ilustrasi di atas saat mobil yang memiliki massa lebih besar menabrak pohon akan menimbulkan efek yang lebih serius dibandingkan sepeda yang memiliki massa lebih kecil. Pada saat peluru yang memiliki massa lebih kecil dibandingkan bola namun memiliki kecepatan yang lebih besar dapat menimbulkan kerusakan yang lebih besar dibandingkan bola. Dapat disimpulkan bahwa besar kecilnya momentum suatu benda bergantung pada cepat atau lambatnya benda itu bergerak, dan besar kecilnya massa benda. Konsep momentum bisa dipakai untuk menentukan besarnya impuls. Perhatikan kegiatan berikut.



Pada gambar di atas bola B sedang bergerak dengan kecepatan tetap v_0 . Tiba-tiba bola A menabrak bola B sehingga kecepatan bola B berubah menjadi v_1 .

Dari kinematika gerak, bola B mengalami percepatan sebesar

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{\Delta t} =$$

Dari hukum II Newton didapatkan bahwa nilai a adalah

$$a = \frac{f}{m}$$

Gabungan kedua persamaan ini memberikan

$$\frac{f}{m} = \frac{v_2 - v_1}{\Delta t}$$

$$F \cdot \Delta t = mv_2 - mv_1$$

Sesuai dengan konsep impuls dan momentum dapat ditulis,

$$I = p_2 - p_1$$

$$I = \Delta p$$

Dengan p_2 adalah momentum akhir dan p_1 adalah momentum awal, dan Δp adalah perubahan momentum. Jadi, hubungan antara impuls dengan momentum dapat dinyatakan bahwa impuls adalah perubahan momentum benda.

Pemakaian konsep impuls dan momentum sangat banyak dijumpai dalam kehidupan sehari-hari antara lain

- 1) Dalam bidang olahraga
Seorang pesilat yang hendak memecahkan tumpukan
- 2) Dalam Desain Kendaraan
Setelah mempelajari materi momentum dan impuls kita bisa tahu bahwa sangat berbahaya berkendara dengan laju kencang dan beban berlebih. Karena akibatnya kendaraan akan lebih sulit untuk dihentikan sehingga rawan terjadi kecelakaan.

PENUGASAN

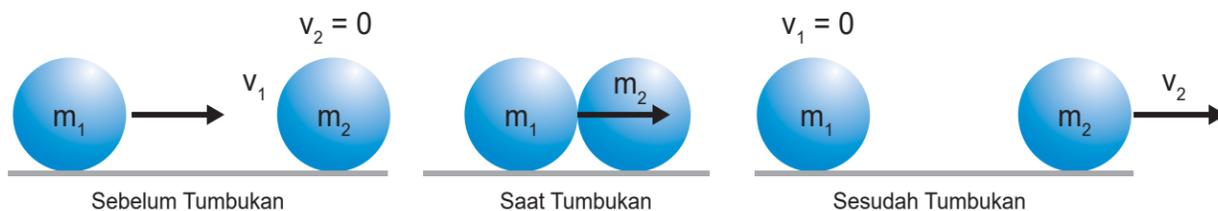
Trampoline adalah alat yang terdiri dari sepotong kain yang kencang dan diregangkan di atas bingkai baja dengan menggunakan banyak pegas yang melingkar. Orang memantul pada trampolin untuk tujuan rekreasi dan kompetitif. Apakah mungkin menggunakan trampoline untuk menyelamatkan orang-orang yang hendak menjatuhkan diri dari sebuah gedung? Jelaskan menggunakan konsep momentum dan impuls!



HUKUM KEKALKAN MOMENTUM DAN TUMBUKAN



Dalam permainan gundu, ketika gundu pertama yang sedang diam dihantam dengan gundu kedua maka gundu pertama akan bergerak dan gundu yang kedua akan berhenti. Bila diperhatikan gundu pertama yang awalnya bergerak kemudian diam setelah tumbukan, sementara gundu kedua awalnya diam kemudian bergerak setelah tumbukan. Setiap gundu mengalami perubahan momentum, dimana jumlah momentum sebelum tumbukan dan setelah tumbukan nilainya sama pernyataan ini dikenal sebagai definisi dari hukum kekekalan momentum.



Diketahui bahwa menurut hukum kekekalan momentum “jumlah momentum sebelum bertumbukan sama dengan jumlah momentum sesudah tumbukan”. Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut

$$p_{\text{awal}} = p_{\text{akhir}}$$

$$p_1 + p_2 = p_1' + p_2'$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

Dalam tumbukan terdapat koefisien restitusi yaitu perbandingan antara beda kecepatan sesudah tumbukan dengan beda kecepatan sebelum tumbukan.

$$e = \frac{\Delta v'}{\Delta v} = \frac{v_2' - v_1'}{v_2 - v_1}$$

Koefisien restitusi juga dianggap sebagai ukuran kelentingan suatu tumbukan.

Bila dianggap tidak ada gaya dari luar sistem gundu, berdasarkan gambar terlihat bahwa terjadi pertukaran energi dari gundu pertama ke gundu kedua. Berdasarkan jumlah energi yang diterima oleh gundu kedua, tumbukan dibagi menjadi 3 jenis.

a. Tumbukan Lenting Sempurna

Pada tumbukan jenis ini seluruh energi dari benda pertama ditransfer seluruhnya pada benda kedua. Bisa dikatakan bahwa pada tumbukan ini tidak ada energi yang hilang. Maka pada tumbukan lenting sempurna, selain berlaku hukum kekekalan momentum berlaku juga hukum kekekalan energi kinetik.

$$Ek_{\text{awal}} = Ek_{\text{akhir}}$$

Nilai koefisien restitusi untuk tumbukan lenting sempurna adalah $e = 1$

b. Tumbukan Tidak Lenting

Pada tumbukan jenis ini sebagian energi dari benda pertama ditransfer ke benda kedua dan sebagian energi lain diubah menjadi bentuk energi lain seperti energi panas dan energi bunyi. Nilai koefisien restitusi untuk tumbukan tidak lenting adalah $e = 0$

c. Tumbukan Lenting Sebagian

Pada tumbukan jenis ini, kecepatan benda setelah tumbukan sama besar (kedua benda saling melekat). Nilai koefisien restitusi untuk tumbukan lenting sebagian adalah $0 < e < 1$.

PENUGASAN

Roket Mini

Tujuan: Menerapkan konsep hukum kekekalan momentum

Media:

1. Alumunium foil/bagian perak dari bungkus rokok
2. Korek api
3. Gunting
4. Lilin
5. Staples

Langkah-langkah Kegiatan:

1. Gunting alumunium foil berukuran 5 cm x 3 cm
2. Ambil dua batang korek api, hubungkan kedua pentulnya
3. Bungkus kedua pentul yang sudah dihubungkan dengan alumunium foil
4. Longgarkan salah satu bungkus korek api
5. Letakkan korek yang sudah dibungkus pada staples untuk diluncurkan.
6. Bakar dengan menggunakan lilin pada bagian tengah alumunium foil

Kesimpulan:

Rangkuman

1. Impuls didefinisikan sebagai perkalian antara gaya rata-rata dengan waktu kontak antara dua benda
2. Momentum merupakan benda bermassa m yang bergerak dengan kecepatan v
3. Hukum kekekalan momentum menyatakan bahwa “jumlah momentum sebelum bertumbukan sama dengan jumlah momentum sesudah tumbukan”.

UJI KOMPETENSI

1. Seorang pemburu menggunakan peluru bermassa 2 gram. Bila kecepatan peluru yang dihasilkan adalah 100 m/s maka momentum yang dialami peluru adalah
 - a. 0,1 N.s
 - b. 0,2 N.s
 - c. 0,4 N.s
 - d. 0,5 N.s
 - e. 0,6 N.s
2. Sebuah mobil memiliki massa 1.000 kg bergerak dengan kecepatan 5 m/s ke arah utara. Selama 4 sekon mobil mengalami percepatan sebesar 1 m/s². Besar impuls yang dialami mobil adalah
 - a. 9.000 N.s
 - b. 5.000 N.s
 - c. 4.000 N.s
 - d. 1.000 N.s
 - e. 500 N.s
3. Seorang pemain bola menendang bola sehingga mengalami impuls sebesar 8 N.s. Bila waktu kontak antara kaki dan bola adalah 0,1 s maka besar gaya yang dialami bola adalah
 - a. 0,8 N
 - b. 8 N
 - c. 80 N
 - d. 10 N
 - e. 40 N

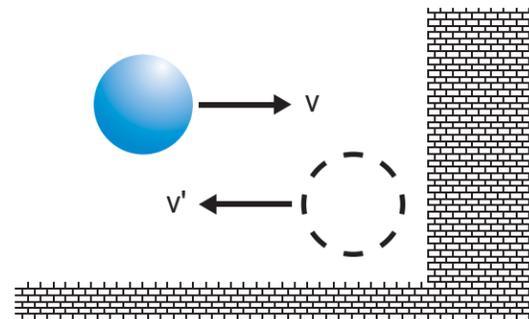
4. Dua buah benda bergerak saling mendekati seperti pada gambar.



Kedua benda bertabrakan dan menyebabkan benda B berbalik arah dengan kecepatan 4 m/s maka kecepatan benda A setelah tabrakan adalah

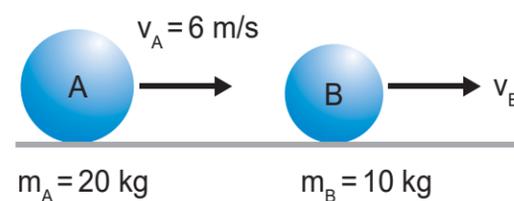
- 3 m/s berlawanan dengan arah semula
- 3 m/s searah dengan arah semula
- 15 m/s searah dengan arah semula
- 21 m/s searah dengan arah semula
- 39 m/s berlawanan dengan arah semula

5. Sebuah bola tenis massanya 80 gram dipukul hingga bergerak dengan kecepatan 5 m/s dalam arah tegak lurus seperti pada gambar. Jika bola memantul dengan besar kecepatan yang sama, maka besar impuls yang dialami bola adalah



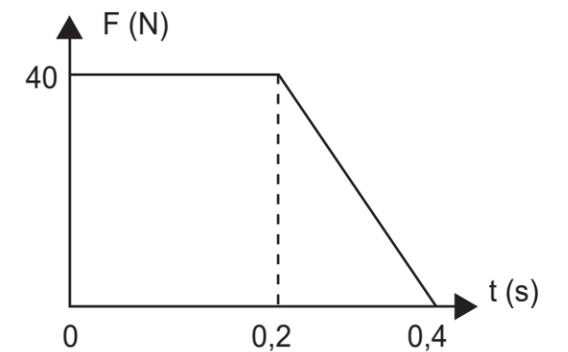
- 0,1 N.s
- 0,4 N.s
- 0,5 N.s
- 0,6 N.s
- 0,8 N.s

6. Dua buah benda bergerak seperti pada gambar. Jika kemudian terjadi tumbukkan lenting sempurna dan kecepatan benda A dan B setelah tumbukan berturut-turut 5 m/s dan 10 m/s maka kecepatan benda B sebelum tumbukkan adalah



- 2 m/s
- 4 m/s
- 5 m/s
- 8 m/s
- 10 m/s

7. Pada sebuah benda bermassa 0,4 kg bekerja impuls seperti pada gambar di samping. Perubahan kecepatan benda karena pengaruh impuls tersebut adalah



- 20 m/s
- 30 m/s
- 40 m/s
- 60 m/s
- 80 m/s

8. Benda bermassa 200 gram bergerak dengan laju 6 m/s. Untuk menghentikan laju benda tersebut, gaya penahan F bekerja selama 0,3 s. Besar gaya F adalah

- 1 N
- 2 N
- 4 N
- 6 N
- 8 N

9. Seorang anak yang massanya 40 kg naik perahu. Kecepatan dan massa perahu masing-masing adalah 6 m/s dan 80 kg. Tiba-tiba anak tersebut melompat ke dalam air dengan kecepatan 8 m/s berlawanan arah dengan arah gerak perahu. Sesaat setelah anak tersebut melompat, kecepatan perahu menjadi...

- 4 m/s
- 5 m/s
- 7 m/s
- 13 m/s
- 18 m/s

10. Dua benda dengan massa 2 kg dan 4 kg bergerak berlawanan arah dengan kecepatan 10 m/s dan 20 m/s. Jika setelah tumbukkan kedua benda bersatu, besarnya energi yang hilang pada saat terjadi tumbukkan adalah

- 900 J
- 600 J
- 400 J
- 300 J
- 200 J

11. Jika terjadi tumbukkan lenting sempurna, akan berlaku:

- Hukum kekekalan energi mekanik
- Hukum kekekalan energi kinetik

- (3) Hukum kekekalan impuls
- (4) Hukum kekekalan momentum

Pernyataan yang benar adalah

- a. (1), (2), dan (3)
 - b. (1) dan (3)
 - c. (2) dan (4)
 - d. (4) saja
 - e. Semua benar
12. Peluru bermassa 40 gram bergerak dengan kecepatan 100 m/s menembus sebuah balok yang massanya 5 kg yang mula-mula diam di atas sebuah lantai datar yang licin. Kecepatan peluru setelah menembus balok adalah 40 m/s. Kecepatan balok yang ditembus oleh peluru adalah
- a. 0,48 m/s
 - b. 0,36 m/s
 - c. 0,24 m/s
 - d. 0,12 m/s
 - e. 0,10 m/s
13. Dua benda bermassa sama bergerak berlawanan arah dengan kecepatan 8 m/s dan 4 m/s. Kedua benda bertumbukkan lenting sempurna. Kelajuan setiap benda setelah bertumbukkan adalah
- a. 2 m/s dan 6 m/s
 - b. 6 m/s dan 2 m/s
 - c. 4 m/s dan 8 m/s
 - d. 6 m/s dan 10 m/s
 - e. 10 m/s dan 6 m/s
14. Sebuah bola tenis jatuh bebas dari ketinggian 6 meter. Jika koefisien restitusi antara bola pingpong dan 0,6, setelah menumbuk lantai bola pingpong akan terpantul dengan ketinggian
- a. 5,25 m
 - b. 4,25 m
 - c. 3,25 m
 - d. 2,25 m
 - e. 1,25 m
15. Untuk memperbesar gaya yang ditransfer selama tumbukan, yang perlu dilakukan adalah
- a. Menambah waktu kontak
 - b. Mengurangi waktu kontak dan memperbesar kecepatan

- c. Menambah waktu kontak dan memperkecil kecepatan
- d. Mengurangi waktu kontak dan memperkecil kecepatan
- e. Tidak perlu tambahan apapun

16. Dua buah benda massanya 2 kg dan 6 kg bergerak berlawanan arah dengan kecepatan masing-masing 10 m/s dan 2 m/s. Jika terjadi tumbukan lenting sebagian dengan koefisien restitusi 0,5, kecepatan masing-masing benda setelah bertumbukkan adalah...
- a. 2,5 m/s dan 3,5 m/s
 - b. - 2,5 m/s dan 3,5 m/s
 - c. 2,5 m/s dan - 3,5 m/s
 - d. - 3,5 m/s dan 2,5 m/s
 - e. 3,5 m/s dan 2,5 m/s
17. Sebuah bola A mempunyai momentum p bertumbukkan dengan bola B hingga setelah tumbukkan momentum bola A menjadi $4p$. Perubahan momentum bola B adalah...
- a. $2p$
 - b. $3p$
 - c. $4p$
 - d. $5p$
 - e. $6p$
18. Dua buah bola A dan bola B bergerak berlawanan. Momentum masing-masing bola sebelum terjadi tumbukan adalah $2p$ dan $4p$. Momentum bola B setelah tumbukan adalah $2p$ dan tumbukan yang terjadi adalah lenting sempurna. Maka perubahan momentum bola A adalah...
- a. $2p$
 - b. $3p$
 - c. $4p$
 - d. $5p$
 - e. $6p$
19. Balok kayu bermassa 0,80 kg digantung seutas tali yang panjangnya L . Kemudian, balok tersebut ditembak dengan sebuah peluru bermassa 200 gram. Setelah peluru menumbuk balok, peluru bersarang pada balok. Kemudian, balok bersama peluru bergerak dan hingga mencapai ketinggian 20 cm. Kecepatan peluru saat menumbuk balok adalah...
- a. 10 m/s
 - b. 20 m/s
 - c. 30 m/s
 - d. 40 m/s
 - e. 50 m/s



Kunci Jawaban

1. (B) 0,2 N.s
2. (C) 4.000 N.s
3. (C) 80 N
4. (A) 3 m/s berlawanan dengan arah semula
5. (E) 0,8 N.s
6. (D) 8 m/s
7. (B) 30 m/s
8. (C) 4 N
9. (D) 13 m/s
10. (B) 600 J
11. (C) (2) dan (4)
12. (B) 0,36 m/s
13. (C) 4 m/s dan 8 m/s
14. (D) 2,25 m
15. (B) Mengurangi waktu kontak dan memperbesar kecepatan
16. (D) – 3,5 m/s dan 2,5 m/s
17. (B) 3p
18. (E) 6p
19. (A) 10 m/s

KRITERIA PINDAH MODUL

Rumus Tingkat penguasaan =

$$\frac{\text{Jumlah jawaban benar}}{20} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan yang Anda capai :

90-100% = Baik Sekali

80-89% = Baik

70-79% = Cukup

<69 = Kurang

Jika Anda mencapai tingkat penguasaan 70% atau lebih maka Anda dapat melanjutkan dengan kegiatan belajar berikutnya. Tetapi jika nilai Anda dibawah 70% sebaiknya Anda harus mengulangi mempelajari kegiatan belajar tersebut, terutama pada bagian yang belum Anda kuasai.



Daftar Pustaka

Rosyid, M.F. dkk. (2017). Kajian Konsep Fisika untuk kelas X SMA dan MA. Solo. Tiga Serangkai.

Kamajaya. (2017). Cerdas Belajar Fisika Untuk Kelas X SMA dan MA. Bandung. Grafindo

Surya, Yohanes. (2009). Mekanika dan Fluida Buku 2. Tangerang. PT Kandel