

LAMPIRAN 1

INSTRUMEN PENELITIAN

Lampiran 1.1 Kisi – Kisi Tes Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Fisika Siswa
Yang Diujicobakan

Lampiran 1.2 Tes Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Fisika Siswa Yang
Diujicobakan

Lampiran 1.3 Kunci Jawaban Tes Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Fisika
Siswa Yang Diujicobakan

Lampiran 1.4 Kisi – Kisi Tes Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Fisika Siswa

Lampiran 1.5 Tes Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Fisika Siswa

Lampiran 1.6 Kunci Jawaban Tes Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Fisika
Siswa



**Lampiran 1.1 Kisi – Kisi Tes Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Fisika
Siswa yang Diujicobakan**

No.	Sub Materi	Materi	Indikator	Dimensi kemampuan berpikir tingkat tinggi			Jumlah soal
				Nomor Butir Soal			
				C4	C5	C6	
1.	Konsep Usaha dan Energi	Konsep Usaha dan Energi	Menganalisis konsep usaha menurut ilmu fisika	1			1
			Menganalisis energi kinetik untuk memecahkan permasalahan fisika dalam kehidupan sehari-hari		3	7	2
		Hubungan usaha dan energi	Menganalisis hubungan usaha dengan energi potensial	2			1
		Hukum kekekalan energi mekanik	Menganalisis masalah gerak dalam kehidupan sehari-hari berdasarkan konsep hukum kekekalan energi mekanik		4	5	2
			Menganalisis hukum kekekalan energi mekanik untuk menyelesaikan permasalahan fisika dalam kehidupan sehari-hari		6		1
2.	Momentum dan Impuls	Momentum dan impuls	Menganalisis hubungan antara momentum dan impuls	8			1
			Menganalisis konsep momentum untuk menyelesaikan permasalahan		9		1

			fisika dalam kehidupan sehari-hari				
			Menganalisis konsep impuls untuk menyelesaikan permasalahan fisika dalam kehidupan sehari-hari		10	14	2
		Hukum kekekalan momentum	Menganalisis hukum kekekalan untuk memecahkan permasalahan fisika dalam kehidupan sehari-hari			11	1
		Tumbukan	Menganalisis peristiwa tumbukan dalam kehidupan sehari-hari dengan menggunakan koefisien restitusi	12			1
			Mengategorikan tumbukan lenting sempurna, tumbukan lenting sebagian, dan tumbukan tidak lenting dalam kehidupan sehari-hari			13	1
Jumlah				4	5	5	14

Keterangan :

- C4 : Menganalisis
 C5 : Mengevaluasi
 C6 : Mengkreasi/Mencipta

**Lampiran 1.2 Tes Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Fisika Siswa yang
Diujicobakan**

TES KEMAMPUAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI FISIKA SISWA

Pokok Bahasan : Usaha dan Energi & Momentum dan Impuls

Alokasi Waktu : 100 menit

Jumlah Soal : 14 soal

Petunjuk Soal

1. Tulislah identitas pada lembar jawaban di pojok kanan atas
2. **Periksa dan bacalah** soal sebelum anda menjawab, jika terdapat soal yang kurang jelas silahkan bertanya pada pengawas
3. Kerjakan soal secara **mandiri**
4. Kerjakan soal yang lebih **mudah** terlebih dahulu
5. Jawablah pertanyaan tersebut dengan **jelas dan tepat**
6. Siswa diperkenankan menjawab soal dengan menggunakan **kalkulator**
7. **Periksa kembali** soal dan pekerjaan anda sebelum dikumpulkan

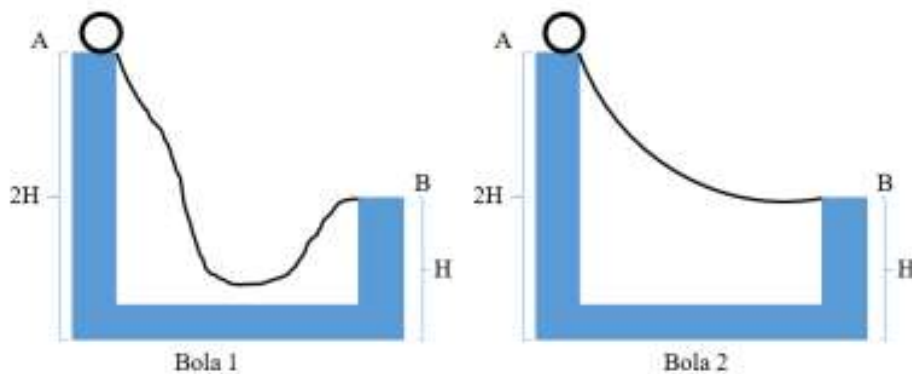
Kerjakan soal dengan tepat !

- 1.) Pada saat jam pelajaran keempat, Pak Hendra memiliki jam mengajar di kelas XI MIPA B. Agar sampai tepat waktu di kelas, Pak Hendra harus menempuh jalan A sampai D seperti yang ditunjukkan pada gambar.



Analisislah, pada lintasan manakah gaya berat pak Hendra melakukan usaha yang paling besar ? (**Menganalisis**)

- 2.) Sebuah kelereng bermassa 200 gram dilempar vertikal ke atas menggunakan katapel dengan kecepatan 20 m/s. Jika gesekan udara diabaikan dan besar percepatan gravitasi sebesar $9,8 \text{ m/s}^2$. analisislah, usaha yang dilakukan kelereng dari ketinggian 2m sampai mencapai titik tertinggi ! **(Menganalisis)**
- 3.) Saat bermain bola kasti di sekolah, Indah membawa dua buah bola kasti yaitu bola kasti A dan bola kasti B. Kedua bola kasti yang dibawa oleh Indah tersebut menggelinding dengan perbandingan energi kinetik kedua bola kasti tersebut $E_{kA} : E_{kB} = 2 : 8$. Jika massa dua buah bola kasti tersebut berbeda dan perbandingan massanya adalah $m_A : m_B = 0,2 : 0,5$, apakah kecepatan bola kasti A dan bola kasti B sama ? Jika tidak, berikan solusinya ! **(Mengevaluasi)**
- 4.) Herman memiliki dua buah bola identik dengan massa M yang ia letakkan pada ketinggian $2H$ pada titik A. Mula – mula kedua bola dalam keadaan diam. Apabila Herman menggelindingkan kedua bola pada lintasan yang berbeda secara bersamaan dan berhenti tepat pada ketinggian H pada titik B, apakah kecepatan akhir kedua bola pada saat di titik B akan berbeda? Jelaskan !



(Mengevaluasi)

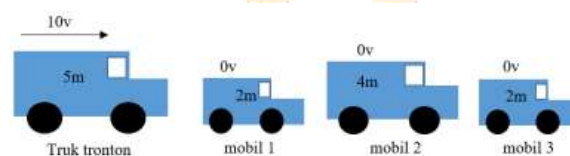
- 5.) Sebuah batu besar berada pada jarak 10 meter di depan sebuah kendaraan. Kendaraan tersebut bermassa 500 kg bergerak menuju ke batu besar dengan kecepatan 30 m/s. Menurutmu, apakah yang dialami kendaraan tersebut agar tepat berhenti sebelum mengenai batu besar ? Jelaskan ! **(Mengkreasi / memutuskan)**
- 6.) Pada saat libur sekolah, Irene berlibur ke Pulau Bali bersama temannya. Irene dan temannya berangkat menggunakan pesawat terbang, pada saat perjalanan mereka berada di dalam pesawat dengan massa total 1,5 ton yang terbang mengudara dengan kecepatan 170 km/jam. Jika energi mekanik pada saat itu adalah 16.000 kJ, apakah Irene dan temannya sudah berada pada ketinggian lebih dari 1.300 meter di atas permukaan laut ? **(Mengevaluasi)**
- 7.) Pada suatu Andi dan 3 orang temannya jalan – jalan ke Pantai Melasti. Sepulang dari jalan – jalan, karena mereka terlalu asik mengobrol di tengah perjalanan tersebut, mereka baru menyadari bahwa bahan bakar di mobil *matic*-nya hanya tersisa 0,75 liter (dimana 1 liter mampu menghasilkan energi sebesar $E_k = 80$ kJ). Apabila massa Andi sebesar 60 kg, massa teman pertama dan keduanya sebesar 45 kg, massa teman ketiganya sebesar 50 kg dan massa mobil sebesar 1.000 kg. Apakah yang harus dilakukan oleh Andi untuk tepat sampai ke pertamina tanpa kehabisan bahan bakar tersebut? Jelaskan ! **(Mengkreasi / memutuskan)**
- 8.) Kelereng bermassa 500 gram dijatuhkan dari ketinggian 5m. Jika setelah menumbuk lantai kelereng memantul sehingga mencapai saat kecepatan 3 m/s ($g = 10$ m/s²), Analisislah, berapa besar impulsnya ! **(Menganalisis)**
- 9.) Dua pengendara sepeda motor X dan Y dimana sepeda motor X memiliki massa 100 kg dan sepeda motor Y memiliki massa 150 kg melaju dengan kecepatan sama. Tiba – tiba dari arah depan ada seorang ibu yang hendak menyebrang jalan. Pengendara

sepeda motor X dan Y terlambat untuk mengerem kendaraannya. Supaya tidak menabrak ibu yang sedang menyebrang jalan tersebut, kedua pengendara sepeda motor tersebut membanting setir ke arah kanan tanpa di duga, kedua pengendara sepeda motor tersebut menabrak pembatas jalan yang ada di sebelah kanan. Dari kejadian tersebut, manakah yang memiliki momentum paling besar antara sepeda motor X dan Y ? **(Mengevaluasi)**

10.) Kevin membeli sebuah mobil yang diproduksi oleh perusahaan mobil AB.

Perusahaan tersebut mampu membuat mobil yang dilengkapi dengan pengaman berupa kantong udara yang hanya dapat mengembang selama 5 detik dan kantong udara hanya bisa menahan gaya sampai 300 N. Jika laju maksimal mobil 144 km/jam dan massa mobil Kevin adalah 60 kg. Menurutmu, apakah Kevin sudah tepat membeli mobil pada perusahaan tersebut dengan desain yang dimiliki dan apakah dengan kantong udara tersebut mampu melindungi Kevin dari kecelakaan ? Jika tidak, berikan lah solusi yang tepat ! **(Mengevaluasi)**

11.) Pada tanggal 17 Februari 2023, terjadi kecelakaan beruntun di Madura yang disebabkan oleh sebuah truk tronton pada jalur lampu lalu lintas. Saat itu truk melaju dengan kecepatan $10v$ sedangkan kendaraan lainnya tengah berhenti menunggu lampu berwarna hijau. Ilustrasi kejadian tersebut digambarkan sebagai berikut.



Jika pada waktu itu anda melihat peristiwa tersebut, kira – kira pengendara mana yang akan anda selamatkan terlebih dahulu setelah terjadi kecelakaan? Berikan alasannya! **(Mengkreasikan / Memutuskan)**

12.) Bola A yang massanya 2 kg bergerak ke kanan dengan kecepatan 20 m/s menumbuk bola B yang sedang bergerak ke kiri dengan kecepatan 10 m/s. Jika massa bola B sebesar 2 kg dan mengalami tumbukan lenting sempurna, maka analisislah kecepatan A setelah tumbukan ! **(Menganalisis)**

13.) Perhatikan rentetan peristiwa berikut ini.

- a. Peluru yang menumbuk balok pada ayunan balistik
- b. Pemukul menumbuk bola kasti yang datang ke arahnya
- c. Panah yang dilemparkan ke papan bidik kemudian menancap pada papan
- d. Bola billiard merah yang menumbuk bola billiard putih yang diam, setelah tumbukan bola billiard putih bergerak sedangkan bola billiard merah diam.
- e. Seorang nelayan yang melompat dari perahu.

Kategorikanlah peristiwa – peristiwa diatas menjadi peristiwa tumbukan lenting sempurna, tumbukan lenting sebagian dan peristiwa tak lenting. Jelaskan bagaimana cara untuk mengkategorikannya ! **(Mengkreasikan / Memutuskan)**

14.) Terdapat dua orang gadis melompat dari suatu tempat yang mempunyai ketinggian sebesar 1,5 meter. Gadis pertama tidak menekuk lututnya saat mendarat di tanah yang membuat waktu kontak dengan gadis pertama mendekati 3 detik dan gadis kedua menekuk lututnya saat mendarat diatas tanah yang membuat waktu kontak dengan gadis kedua mendekati 8 detik, dimana gadis pertama dan kedua sama – sama memiliki massa sebesar 60 kg. Jika kamu berada dalam posisi dua gadis yang melompat tersebut, maka gerakan gadis mana yang akan kamu pilih agar resiko cedera pada lutut dapat dihindari? Jelaskan ! **(Mengkreasikan / memutuskan)**

**Lampiran 1.3 Kunci Jawaban Tes Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Fisika
Siswa yang Diujicobakan**

Kunci Jawaban Tes Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi yang Diujicobakan

Soal	Solusi	Skor
1.	<p>(Menganalisis)</p> <p>Diketahui :</p> <p>Terdapat tiga lintasan yang ditempuh oleh Pak Hendra :</p> <p>Lintasan Menurun (A – B)</p> <p>Lintasan Mendatar (B – C)</p> <p>Lintasan Menanjak (C – D)</p> <p>Ditanya : Analisislah, pada lintasan manakah gaya berat Pak Hendra melakukan usaha yang paling besar ?</p> <p>Jawab :</p> <p>Berdasarkan konsep dan syarat usaha, gaya berat melakukan usaha terhadap diri Pak Hendra saat beliau menempuh lintasan AB dan CD. Hal ini dikarenakan saat berjalan menurun atau menanjak, gaya berat Pak Hendra membentuk sudut tertentu terhadap bidang lintasan. Pada bidang miring, gaya yang melakukan usaha adalah gaya yang searah dengan arah gerak yaitu komponen gaya berat dalam arah x. Berbeda dengan saat menempuh lintasan BC, gaya berat yang bekerja pada diri pak Hendra sama dengan gaya normal sehingga gaya berat tegak lurus terhadap perpindahan. Maka saat berjalan horizontal gaya berat tidak melakukan usaha.</p> <p>Jadi, Pak Hendra melakukan usaha saat melewati lintasan AB dan CD.</p> <p>Usaha yang dilakukan saat melewati lintasan CD lebih besar dari pada lintasan AB. Hal ini karena gaya yang diberikan terhadap lintasan membentuk sudut terhadap arah perpindahan, sesuai dengan persamaan $W = F \cdot s \cdot \cos \theta$, dimana semakin kecil sudut yang dibentuk oleh gaya terhadap arah perpindahan maka semakin besar usaha yang dihasilkan.</p>	4
2.	<p>(Menganalisis)</p> <p>Diketahui :</p> <p>$h_1 = 2m$</p> <p>$g = 9,8 \text{ m/s}^2$</p> <p>$m = 200 \text{ gram} = 0,2 \text{ kg}$</p> <p>$v_0 = 20 \text{ m/s}$</p> <p>Ditanya : Usaha yang dilakukan kelereng untuk mencapai titik tertinggi ?</p>	4

Jawab : Ketika di lempar, kelereng mengalami gerak vertikal ke atas sehingga untuk menentukan usaha yang dilakukan kelereng untuk mencapai titik tertinggi, kita perlu mencari waktu dan ketinggian maksimum yang dicapai kelereng terlebih dahulu.

Waktu maksimum kelereng untuk mencapai titik tertinggi :

$$v_t = v_0 - gt$$

$$0 = 20 - 9,8t$$

$$9,8t = 20$$

$$t = 2,04 \text{ s}$$

Ketinggian maksimum :

$$h_{maks} = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$h_{maks} = 20(2,04) - \frac{1}{2} (9,8)(2,04)^2$$

$$h_{maks} = 40,8 - 20,39$$

$$h_{maks} = 20,4$$

Maka usaha yang dilakukan kelereng untuk mencapai titik tertinggi adalah :

$$W = \Delta E_p$$

$$W = mg(h_2 - h_1)$$

$$W = (0,2)(9,8)(20,4 - 2)$$

$$W = 36,064 \text{ J}$$

$$W = 36 \text{ J}$$

Jadi, usaha yang dilakukan kelereng untuk mencapai titik tertinggi adalah sebesar 36 J.

3. **Mengevaluasi**

Diketahui :

$$Ek_A : Ek_B = 2 : 8$$

$$m_A : m_B = 0,2 : 0,5$$

Ditanya : apakah kecepatan bola kasti A dan bola kasti B sama ? Jika tidak, berikan solusinya !

Jawab :

Mencari kecepatan bola kasti A

$$Ek_A = \frac{1}{2} m v_A^2$$

4

$$2 = \frac{1}{2}(0,2)v_A^2$$

$$v_A^2 = \frac{4}{0,2}$$

$$v_A^2 = 20$$

$$v_A = \sqrt{20} \text{ m/s}$$

Mencari kecepatan bola kasti B

$$Ek_B = \frac{1}{2}mv_B^2$$

$$8 = \frac{1}{2}(0,5)v_B^2$$

$$v_B^2 = \frac{16}{0,5}$$

$$v_B^2 = 32$$

$$v_B = \sqrt{32} \text{ m/s}$$

Jadi, kedua bola kasti tersebut tidak memiliki kecepatan yang sama, besarnya kecepatan kedua bola kasti tersebut yaitu $v_A : v_B = \sqrt{20} : \sqrt{32}$ dimana bola kasti A memiliki kecepatan yang lebih kecil daripada kecepatan bola basket B.

4. Mengevaluasi

Kecepatan kedua bola akan sama pada titik B. Hal ini dapat dibuktikan dengan menggunakan persamaan hukum kekekalan energi mekanik. Berikut pembuktiannya :

➤ Bola 1

$$E_{p1} + E_{k1} = E_{p2} + E_{k2}$$

$$mgh_1 + \frac{1}{2}mv_1^2 = mgh_2 + \frac{1}{2}mv_2^2$$

$$Mg2H + \frac{1}{2}M(0)^2 = MgH + \frac{1}{2}Mv_2^2$$

$$2gH + 0 = gH + \frac{1}{2}v_2^2$$

$$2gH - gH = \frac{1}{2}v_2^2$$

$$gH = \frac{1}{2}v_2^2$$

$$2gH = v_2^2$$

$$v_2 = \sqrt{2gH}$$

➤ Bola 2

$$E_{p1} + E_{k1} = E_{p2} + E_{k2}$$

4

	$mgh_1 + \frac{1}{2}mv_1^2 = mgh_2 + \frac{1}{2}mv_2^2$ $Mg2H + \frac{1}{2}M(0)^2 = MgH + \frac{1}{2}Mv_2^2$ $2gH + 0 = gH + \frac{1}{2}v_2^2$ $2gH - gH = \frac{1}{2}v_2^2$ $gH = \frac{1}{2}v_2^2$ $2gH = v_2^2$ $v_2 = \sqrt{2gH}$ <p>Jadi dapat diketahui bahwa kecepatan akhir kedua bola adalah sama pada titik B walaupun bentuk lintasan kedua bola berbeda.</p>	
5.	<p>Mengkreasi/memutuskan</p> <p>Diketahui : $s = 10 \text{ m}$ $m = 500 \text{ kg}$ $v_0 = 30 \text{ m/s}$ $v_2 = 0 \text{ m/s}$</p> <p>Ditanya : apakah yang dialami kendaraan tersebut agar tepat berhenti sebelum mengenai batu besar ?</p> <p>Jawab : $W = \Delta Ek$</p> $F \cdot s = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_0^2)$ $F \cdot 10 = \frac{1}{2} \cdot 500(0^2 - 30^2)$ $10F = - 225.000$ $F = - 22.500 \text{ N}$ <p>Tanda negatif menunjukkan bahwa gaya yang diberikan berlawanan dengan arah gerak benda. Jadi, jika kecepatan awal motor tersebut 30 m/s maka kendaraan tersebut harus di rem dengan gaya sebesar 22.500 N agar mampu berhenti sebelum mengenai batu besar.</p>	4
6.	<p>Mengevaluasi</p> <p>Diketahui : $m = 1,5 \text{ ton} = 1.500 \text{ kg}$ $v = 170 \text{ km/jam} = 47,2 \text{ m/s}$ $E_m = 16.000 \text{ kJ} = 16.000.000 \text{ J}$</p> <p>Ditanya : Apakah Irene dan temannya sudah berada pada ketinggian lebih dari 1.300 meter di atas permukaan laut ?</p>	4

	<p>Jawab : $E_m = E_k + E_p$</p> $16.000.000 = \frac{1}{2}mv^2 + mgh$ $16.000.000 = \frac{1}{2}(1.500)(47,2)^2 + (1.500)(10)(h)$ $16.000.000 = 1.670.880 + 15.000 h$ $14.329.120 = 15.000 h$ $h = \frac{14.329.120}{15.000}$ $h = 955,27 \text{ meter}$ <p>Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, ternyata pesawat baru mencapai ketinggian sebesar 955,27 meter, karena ketinggian tersebut lebih kecil dari 1.300 meter maka dalam hal ini berarti Irene belum berada pada ketinggian lebih dari 1.300 meter di permukaan laut.</p>	
7.	<p>Mengkreasi/memutuskan</p> <p>Diketahui :</p> <p>1 liter $\rightarrow E_k = 80 \text{ kJ}$</p> <p>0,75 liter $\rightarrow E_k = 60 \text{ kJ}$</p> <p>$m_1 = 60 \text{ kg}$</p> <p>$m_2 = m_3 = 45 \text{ kg}$</p> <p>$m_4 = 50 \text{ kg}$</p> <p>$m_{\text{mobil}} = 1.000 \text{ kg}$</p> <p>$m_{\text{total}} = 60 \text{ kg} + 45 \text{ kg} + 45 \text{ kg} + 50 \text{ kg} + 1.000 \text{ kg} = 1.200 \text{ kg}$</p> <p>Ditanya : apakah yang harus dilakukan oleh Andi untuk tepat sampai ke Pertamina tanpa kehabisan bahan bakar tersebut ? Jelaskan !</p> <p>Jawab : Pada saat mengendarai mobil tersebut Andi harus mengurangi kecepatannya agar energi kinetik yang dihasilkan sebesar 60 kJ. Adapun kecepatan yang harus digunakan oleh Andi adalah sebagai berikut.</p> $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ $60.000 = \frac{1}{2}(1.200)v^2$ $v^2 = \frac{120.000}{1.200}$ $v^2 = 100$ $v = \sqrt{100}$	4

	$v = 10 \text{ m/s}$ <p>Jadi, Andi harus mengendarai mobilnya dengan kecepatan 10 m/s untuk bisa sampai ke Pertamina tanpa kehabisan bahan bakar.</p>	
8.	<p>Menganalisis</p> <p>Diketahui :</p> $m = 500 \text{ gram} = 0,5 \text{ kg}$ $h = 5 \text{ m}$ $v' = 3 \text{ m/s}$ $g = 10 \text{ m/s}^2$ <p>Ditanya : $I = \dots ?$</p> <p>Jawab :</p> <p>Saat dijatuhkan ke bawah, kelereng tersebut mengalami gerak jatuh bebas, maka kecepatan awalnya sama dengan nol, maka :</p> $v_t^2 = v_0^2 + 2gh$ $v_t^2 = 0 + 2gh$ $v_t = \sqrt{2gh}$ <p>Sehingga, kecepatan kelereng ketika menumbuk :</p> $v = \sqrt{2gh}$ $v = \sqrt{2(10)(5)}$ $v = \sqrt{100}$ $v = 10 \text{ m/s}$ <p>Jika kecepatan saat menumbuk dan arahnya ke bawah dinyatakan dengan $+v'$, sedangkan setelah menumbuk dan arahnya ke atas dinyatakan dengan $-v'$.</p> <p>Hubungan impuls dan momentum :</p> $I = \Delta p$ $I = m(v' - v)$ $I = 0,5 (-3 - 10)$ $I = -6,5 \text{ Ns}$ <p>Tanda negatif menyatakan arah, sehingga besar impulsnya adalah 6,5 Ns.</p>	4

9.	<p>Mengevaluasi</p> <p>Diketahui :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kecepatan sepeda motor X dan Y sama - Massa sepeda motor X 100 kg dan massa motor Y 150 kg - Kedua sepeda motor tersebut sama – sama menabrak pembatas jalan <p>Ditanya : Manakah yang memiliki momentum paling besar antara sepeda motor X dan Y ?</p> <p>Jawab :</p> <p>Berdasarkan hal tersebut, diketahui bahwa kedua sepeda motor tersebut memiliki kecepatan yang sama, namun memiliki massa yang berbeda dimana massa sepeda motor X lebih kecil daripada massa sepeda motor Y. Sehingga solusi yang dapat digunakan yaitu konsep momentum dimana hubungan antara momentum, massa dan kecepatan dapat dilihat dari persamaan berikut :</p> $\vec{p} = m\vec{v}$ <p>Berdasarkan persamaan diatas, menunjukkan bahwa momentum sebanding dengan massa dan kecepatan suatu benda. Dalam hal ini, dapat dikatakan bahwa semakin besar massa sepeda motor tersebut, maka semakin besar pula momentum yang dimiliki oleh sepeda motor, dapat dilihat bahwa massa sepeda motor Y yaitu 150 kg lebih besar dari massa sepeda motor X yaitu 100 kg.</p> <p>Jadi, yang memiliki momentum paling besar adalah sepeda motor Y karena massanya lebih besar, walaupun kecepatan kedua sepeda motor tersebut sama.</p>	4
10.	<p>Mengevaluasi</p> <p>Diketahui : $v = 144 \text{ km / jam} = 40 \text{ m/s}$</p> $t = 5 \text{ s}$ $m = 60 \text{ kg}$ <p>Ditanya : Apakah Kevin sudah tepat membeli mobil pada perusahaan tersebut dengan desain yang memiliki kantong udara tersebut, sehingga mampu melindungi Kevin dari kecelakaan? Jika tidak, berikanlah solusi yang tepat !</p> <p>Jawab :</p> <p>Kecepatan akhir (v_2) Kevin adalah nol, dan kecepatan awal (v_1) Kevin sama dengan kecepatan mobil sebesar 40 m/s. Sehingga gaya impuls yang diberikan kantong udara terhadap Kevin dapat dihitung sebagai berikut.</p> $I = \Delta p$	4

	$F\Delta t = m\Delta v$ $F\Delta t = m(v_2 - v_1)$ $F(5) = (60)(0 - 40)$ $F = \frac{-2.400}{5}$ $F = -480 \text{ N}$ <p>Tanda negatif menunjukkan bahwa gaya impuls yang diberikan oleh kantong udara berlawanan arah dengan kecepatan asal Kevin. Terdapat hubungan antara gaya impulsif yang diberikan oleh kantong udara terhadap Kevin (<i>Freaksi</i>) dengan gaya yang diberikan oleh Kevin terhadap kantong udara (<i>Faksi</i>) yaitu berlaku hukum III Newton.</p> $F_{aksi} = -F_{reaksi}$ $F_{aksi} = -(-480)$ $F_{aksi} = 480 \text{ N}$ <p>Berdasarkan analisis tersebut, maka pengemudi memberikan gaya sebesar 480 N kepada kantong udara. Sedangkan kantong udara yang dirancang oleh perusahaan mobil X ini mampu menahan 300 N. Sehingga, kantong udara ini sudah mampu melindungi Kevin dari bahaya kecelakaan. Maka, Kevin sudah tepat membeli mobil dari perusahaan AB yang di desain memiliki kantong udara yang mampu menahan gaya minimal 480 N.</p>	
11.	<p>Mengkreasi / memutuskan</p> <p>Jelas pengendara yang akan terlebih dahulu diselamatkan adalah pengendara pada mobil 1, karena mobil 1 menerima momentum yang sangat besar dari truk sehingga akan sangat parah. Sedangkan mobil 2 dan mobil 3 akan lebih kecil menerima momentum. Hal ini dapat dibuktikan melalui hukum kekekalan momentum.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Momentum Truk terhadap Mobil 1 $P_t = m_t v_t = 5m \cdot 10v = 50mv$ ➤ Menentukan kecepatan gabungan truk dengan mobil 1 untuk dapat menentukan momentum yang diterima pada mobil 2. $m_t v_t + m_1 v_1 = (m_t + m_1) v'$ $5m \cdot 10v + 2m \cdot 0 = (5m + 2m) v'$ $50mv + 0 = 7mv'$ $50mv = 7mv'$ $v' = 7,14v$ 	4

	<p>➤ Mobil truk + mobil 1 terhadap mobil 2</p> $P_{t1} = mv'$ $P_{t1} = (m_t + m_1)v'$ $P_{t1} = (5m + 2m) \cdot 7,14 v$ $P_{t1} = 7m \cdot 7,14 v$ $P_{t1} = 49,98 mv$ <p>➤ Menentukan kecepatan gabungan truk + mobil 1 + mobil 2 untuk menentukan momentum yang diterima 3.</p> $m_{t1} \cdot v' + m_2 v_2 = (m_{t1} + m_2)v''$ $7 mv' + 4 m0 = (7m + 4m)v''$ $7m \cdot 7,14 v + 0 = 11 mv''$ $49,98 mv = 11 mv''$ $v'' = 4,54 v$ <p>➤ Menentukan momentum yang akan diterima mobil 3.</p> $P_{t12} = m_{t12} \cdot v_{t12}$ $P_{t12} = (m_t + m_1 + m_2) \cdot v''$ $P_{t12} = (5m + 2m + 4m) \cdot 4,54 v$ $P_{t12} = 11m \cdot 4,54 v$ $P_{t12} = 49,94 mv$	
12.	<p>Menganalisis</p> <p>Dik :</p> $m_A = 2 kg$ $m_B = 2 kg$ <p>$e = 1$ karena lenting sempurna</p> $v_A = 20 m/s$ $v_B = 10 m/s$ <p>Ditanya : v'_A ?</p> <p>Jawab :</p> <p>➤ $P = P'$</p> $mv_A + mv_B = mv'_A + mv'_B$ $v_A + v_B = v'_A + v'_B$	4

	$20 - 10 = v'_A + v'_B$ $10 = v'_A + v'_B \quad (\text{persamaan 1})$ $\triangleright e = \frac{-(v'_A - v'_B)}{v_A - v_B}$ $v_A - v_B = -(v'_A - v'_B)$ $20 - (-10) = -(v'_A - v'_B)$ $30 = -(v'_A - v'_B)$ $(v'_A - v'_B) = -30 \quad (\text{persamaan 2})$ <p>Jumlahkan persamaan 1 dengan persamaan 2 :</p> $v'_A + v'_B = 10$ $v'_A - v'_B = -30$ $\frac{2v'_A = -20}{v'_A = -10} +$	
13.	<p>Mengkreasi / Memutuskan</p> <p>Diketahui : Terdapat 5 peristiwa tumbukan</p> <p>Ditanya : Kategorikanlah peristiwa – peristiwa diatas menjadi pristiwa tumbukan lenting sempurna, tumbukan lenting Sebagian dan peristiwa tak lenting.</p> <p>Jawab :</p> <p>Untuk mengkategorikan peristiwa tersebut dapat dilakukan dengan menganalisis berlaku atau tidaknya hukum kekekalan energi mekanik, khususnya energi kinetik. Dua buah benda dikatakan mengalami tumbukan lenting sempurna jika pada tumbukan tersebut tidak terjadi kehilangan energi kinetik. Sehingga energi kinetik total kedua benda sebelum dan sesudah tumbukan adalah tetap. Pada peristiwa tumbukan tidak lenting sama sekali, kecepatan benda sesudah tumbukan sama besar (benda yang bertumbukan saling melekat). Jika benda – benda yang bertumbukan mengalami pengurangan energi kinetik, maka peristiwa tersebut merupakan peristiwa tumbukan lenting Sebagian. Sehingga peristiwa – peristiwa diatas dapat dikategorikan sebagai berikut :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Tumbukan lenting sempurna <ul style="list-style-type: none"> - Bola <i>billiard</i> merah yang menumbuk bola <i>billiard</i> putih yang diam, setelah tumbukan bola <i>billiard</i> putih bergerak sedangkan bola <i>billiard</i> merah diam. ➤ Tumbukan lenting Sebagian <ul style="list-style-type: none"> - Pemukul menumbuk bola kasti yang datang kearahnya - Seorang nelayan yang melompat dari perahu 	4

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tumbukan tidak lenting - Panah yang dilemparkan ke papan bidik kemudian menancap pada papan - Peluru yang menumbuk balok pada ayunan balistik 	
14.	<p>Mengkreasi / memutuskan</p> <p>Diketahui :</p> $h = 1,5 \text{ m}$ $t_1 = 3 \text{ s}$ $t_2 = 8 \text{ s}$ $m = 60 \text{ kg}$ <p>Ditanya : Gerakan gadis manakah yang akan kamu pilih agar resiko cedera pada lutut dapat dihindari ? Jelaskan !</p> <p>Jawab :</p> $F_1 = \frac{mv}{t_1} = \frac{m\sqrt{2gh}}{t_1}$ <p>Untuk gadis yang tidak menekuk lututnya saat mendarat di tanah.</p> $F_1 = \frac{m\sqrt{2gh}}{t_1}$ $F_1 = \frac{60\sqrt{2(10)(1,5)}}{3}$ $F_1 = \frac{60\sqrt{30}}{3}$ $F_1 = 20\sqrt{30} \text{ N}$ <p>Untuk gadis yang menekuk lututnya saat mendarat di tanah.</p> $F_2 = \frac{m\sqrt{2gh}}{t_1}$ $F_2 = \frac{60\sqrt{2(10)(1,5)}}{8}$ $F_2 = \frac{60\sqrt{30}}{8}$ $F_2 = 7,5\sqrt{30} \text{ N}$ <p>Jika saya berada pada posisi dua orang tersebut yang akan melompat, maka saya akan menekuk lutut pada saat mendarat di tanah karena pada orang yang menekuk lutut saat mendarat</p>	4

akan menghasilkan waktu kontak yang lebih besar atau memperlambat selang waktu kontak. Semakin panjang tekukan lutut, semakin lama pula selang waktu kontak dan berarti semakin kecil gaya impulsif rata – rata F . Sementara itu, jarak tekukan lutut yang lebih pendek mempersingkat waktu kontak sehingga meningkatkan gaya impulsif rata – rata dimana dapat dilihat dari perhitungan diatas $F_2 < F_1$. Jika orang tersebut mendarat tidak menekuk lututnya maka gaya impulsif rata – rata pada lututnya dapat sangat besar sehingga dapat mengakibatkan patah tulang pada salah satu atau kedua kaki.



Lampiran 1.4 Kisi – Kisi Tes Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi

No.	Sub Materi	Materi	Indikator	Dimensi kemampuan berpikir tingkat tinggi			Jumlah soal
				Nomor Butir Soal			
				C4	C5	C6	
1.	Konsep Usaha dan Energi	Konsep Usaha dan Energi	Menganalisis konsep usaha menurut ilmu fisika	1			1
			Menganalisis energi kinetik untuk memecahkan permasalahan fisika dalam kehidupan sehari-hari		3		2
		Hubungan usaha dan energi	Menganalisis hubungan usaha dengan energi potensial	2			1
		Hukum kekekalan energi mekanik	Menganalisis masalah gerak dalam kehidupan sehari-hari berdasarkan konsep hukum kekekalan energi mekanik		4	5	2
			Menganalisis hukum kekekalan energi mekanik untuk menyelesaikan permasalahan fisika dalam kehidupan sehari-hari			6	
2.	Momentum dan Impuls	Momentum dan impuls	Menganalisis hubungan antara momentum dan impuls	7			1
			Menganalisis konsep momentum untuk		8		1

			menyelesaikan permasalahan fisika dalam kehidupan sehari-hari				
			Menganalisis konsep impuls untuk menyelesaikan permasalahan fisika dalam kehidupan sehari-hari			12	2
		Hukum kekekalan momentum	Menganalisis hukum kekekalan untuk memecahkan permasalahan fisika dalam kehidupan sehari-hari			9	1
		Tumbukan	Menganalisis peristiwa tumbukan dalam kehidupan sehari-hari dengan menggunakan koefisien restitusi	10			1
			Mengategorikan tumbukan lenting sempurna, tumbukan lenting sebagian, dan tumbukan tidak lenting dalam kehidupan sehari-hari			11	1
Jumlah				4	5	5	12

Keterangan :

C4 : Menganalisis

C5 : Mengevaluasi

C6 : Mengkreasi/Mencipta

Lampiran 1.5 Tes Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Fisika Siswa

TES KEMAMPUAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI FISIKA SISWA

Pokok Bahasan : Usaha dan Energi & Momentum dan Impuls

Alokasi Waktu : 100 menit

Jumlah Soal : 12 soal

Petunjuk Soal

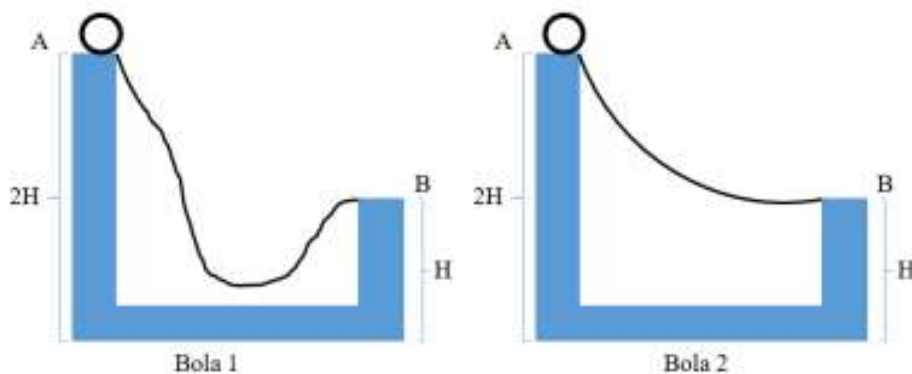
1. Tulislah identitas pada lembar jawaban di pojok kanan atas
2. **Periksa dan bacalah** soal sebelum anda menjawab, jika terdapat soal yang kurang jelas silahkan bertanya pada pengawas
3. Kerjakan soal secara **mandiri**
4. Kerjakan soal yang lebih **mudah** terlebih dahulu
5. Jawablah pertanyaan tersebut dengan **jelas dan tepat**
6. Siswa diperkenankan menjawab soal dengan menggunakan **kalkulator**
7. **Periksa kembali** soal dan pekerjaan anda sebelum dikumpulkan

1.) Pada saat jam pelajaran keempat, Pak Hendra memiliki jam mengajar di kelas XI MIPA B. Agar sampai tepat waktu di kelas, Pak Hendra harus menempuh jalan A sampai D seperti yang ditunjukkan pada gambar.



Analisislah, pada lintasan manakah gaya berat pak Hendra melakukan usaha yang paling besar ? (**Menganalisis**)

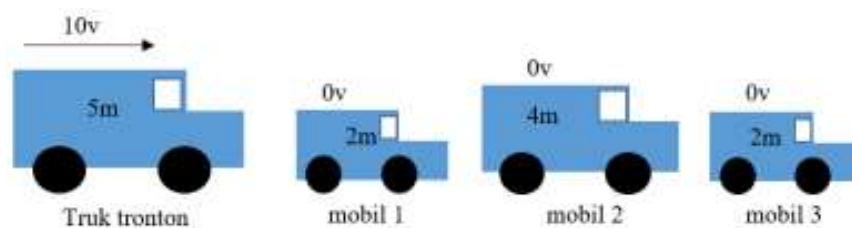
- 2.) Sebuah kelereng bermassa 200 gram dilempar vertikal ke atas menggunakan katapel dengan kecepatan 20 m/s. Jika gesekan udara diabaikan dan besar percepatan gravitasi sebesar $9,8 \text{ m/s}^2$. analisislah, usaha yang dilakukan kelereng dari ketinggian 2m sampai mencapai titik tertinggi ! **(Menganalisis)**
- 3.) Saat bermain bola kasti di sekolah, Indah membawa dua buah bola kasti yaitu bola kasti A dan bola kasti B. Kedua bola kasti yang dibawa oleh Indah tersebut menggelinding dengan perbandingan energi kinetik kedua bola kasti tersebut $E_{kA} : E_{kB} = 2 : 8$. Jika massa dua buah bola kasti tersebut berbeda dan perbandingan massanya adalah $m_A : m_B = 0,2 : 0,5$, apakah kecepatan bola kasti A dan bola kasti B sama ? Jika tidak, berikan solusinya ! **(Mengevaluasi)**
- 4.) Herman memiliki dua buah bola identik dengan massa M yang ia letakkan pada ketinggian $2H$ pada titik A. Mula – mula kedua bola dalam keadaan diam. Apabila Herman menggelindingkan kedua bola pada lintasan yang berbeda secara bersamaan dan berhenti tepat pada ketinggian H pada titik B, apakah kecepatan akhir kedua bola pada saat di titik B akan berbeda? Jelaskan !



(Mengevaluasi)

- 5.) Sebuah batu besar berada pada jarak 10 meter di depan sebuah kendaraan. Kendaraan tersebut bermassa 500 kg bergerak menuju ke batu besar dengan kecepatan 30 m/s. Menurutmu, apakah yang dialami kendaraan tersebut agar tepat berhenti sebelum mengenai batu besar ? Jelaskan ! (**Mengkreasi / memutuskan**)
- 6.) Pada saat libur sekolah, Irene berlibur ke Pulau Bali bersama temannya. Irene dan temannya berangkat menggunakan pesawat terbang, pada saat perjalanan mereka berada di dalam pesawat dengan massa total 1,5 ton yang terbang mengudara dengan kecepatan 170 km/jam. Jika energi mekanik pada saat itu adalah 16.000 kJ, apakah Irene dan temannya sudah berada pada ketinggian lebih dari 1.300 meter di atas permukaan laut ? (**Mengevaluasi**)
- 7.) Kelereng bermassa 500 gram dijatuhkan dari ketinggian 5m. Jika setelah menumbuk lantai kelereng memantul sehingga mencapai saat kecepatan 3 m/s ($g = 10 \text{ m/s}^2$), Analisislah, berapa besar impulsnya ! (**Menganalisis**)
- 8.) Dua pengendara sepeda motor X dan Y dimana sepeda motor X memiliki massa 100 kg dan sepeda motor Y memiliki massa 150 kg melaju dengan kecepatan sama. Tiba – tiba dari arah depan ada seorang ibu yang hendak menyebrang jalan. Pengendara sepeda motor X dan Y terlambat untuk mengerem kendaraannya. Supaya tidak menabrak ibu yang sedang menyebrang jalan tersebut, kedua pengendara sepeda motor tersebut membanting setir ke arah kanan tanpa di duga, kedua pengendara sepeda motor tersebut menabrak pembatas jalan yang ada di sebelah kanan. Dari kejadian tersebut, manakah yang memiliki momentum paling besar antara sepeda motor X dan Y ? (**Mengevaluasi**)

- 9.) Pada tanggal 17 Februari 2023, terjadi kecelakaan beruntun di Madura yang disebabkan oleh sebuah truk tronton pada jalur lampu lalu lintas. Saat itu truk melaju dengan kecepatan $10v$ sedangkan kendaraan lainnya tengah berhenti menunggu lampu berwarna hijau. Ilustrasi kejadian tersebut digambarkan sebagai berikut.



Jika pada waktu itu anda melihat peristiwa tersebut, kira – kira pengendara mana yang akan anda selamatkan terlebih dahulu setelah terjadi kecelakaan? Berikan alasannya! **(Mengkreasi / Memutuskan)**

- 10.) Bola A yang massanya 2 kg bergerak ke kanan dengan kecepatan 20 m/s menumbuk bola B yang sedang bergerak ke kiri dengan kecepatan 10 m/s. Jika massa bola B sebesar 2 kg dan mengalami tumbukan lenting sempurna, maka analisislah kecepatan A setelah mengalami tumbukan ! **(Menganalisis)**

- 11.) Perhatikan rentetan peristiwa berikut ini.

- Peluru yang menumbuk balok pada ayunan balistik
- Pemukul menumbuk bola kasti yang datang ke arahnya
- Panah yang dilemparkan ke papan bidik kemudian menancap pada papan
- Bola billiard merah yang menumbuk bola billiard putih yang diam, setelah tumbukan bola billiard putih bergerak sedangkan bola billiard merah diam.
- Seorang nelayan yang melompat dari perahu.

Kategorikanlah peristiwa – peristiwa diatas menjadi peristiwa tumbukan lenting sempurna, tumbukan lenting sebagian dan peristiwa tak lenting. Jelaskan bagaimana cara untuk mengategorikannya ! **(Mengkreasi / Memutuskan)**

12.) Terdapat dua orang gadis melompat dari suatu tempat yang mempunyai ketinggian sebesar 1,5 meter. Gadis pertama tidak menekuk lututnya saat mendarat di tanah yang membuat waktu kontak dengan gadis pertama mendekati 3 detik dan gadis kedua menekuk lututnya saat mendarat diatas tanah yang membuat waktu kontak dengan gadis kedua mendekati 8 detik, dimana gadis pertama dan kedua sama – sama memiliki massa sebesar 60 kg. Jika kamu berada dalam posisi dua gadis yang melompat tersebut, maka gerakan gadis mana yang akan kamu pilih agar resiko cedera pada lutut dapat dihindari? Jelaskan ! (**Mengkreasi / memutuskan**)



**Lampiran 1.6 Kunci Jawaban Tes Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Fisika
Siswa**

Kunci Jawaban Tes Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Fisika Siswa

Soal	Solusi	Skor
1.	<p>(Menganalisis)</p> <p>Diketahui :</p> <p>Terdapat tiga lintasan yang ditempuh oleh Pak Hendra :</p> <p>Lintasan Menurun (A – B)</p> <p>Lintasan Mendatar (B – C)</p> <p>Lintasan Menanjak (C – D)</p> <p>Ditanya : Analisislah, pada lintasan manakah gaya berat Pak Hendra melakukan usaha yang paling besar ?</p> <p>Jawab :</p> <p>Berdasarkan konsep dan syarat usaha, gaya berat melakukan usaha terhadap diri Pak Hendra saat beliau menempuh lintasan AB dan CD. Hal ini dikarenakan saat berjalan menurun atau menanjak, gaya berat Pak Hendra membentuk sudut tertentu terhadap bidang lintasan. Pada bidang miring, gaya yang melakukan usaha adalah gaya yang searah dengan arah gerak yaitu komponen gaya berat dalam arah x. Berbeda dengan saat menempuh lintasan BC, gaya berat yang bekerja pada diri pak Hendra sama dengan gaya normal sehingga gaya berat tegak lurus terhadap perpindahan. Maka saat berjalan horizontal gaya berat tidak melakukan usaha.</p> <p>Jadi, Pak Hendra melakukan usaha saat melewati lintasan AB dan CD.</p> <p>Usaha yang dilakukan saat melewati lintasan CD lebih besar dari pada lintasan AB. Hal ini karena gaya yang diberikan terhadap lintasan membentuk sudut terhadap arah perpindahan, sesuai dengan persamaan $W = F \cdot s \cdot \cos \theta$, dimana semakin kecil sudut yang dibentuk oleh gaya terhadap arah perpindahan maka semakin besar usaha yang dihasilkan.</p>	4
2.	<p>(Menganalisis)</p> <p>Diketahui :</p> <p>$h_1 = 2m$</p> <p>$g = 9,8 \text{ m/s}^2$</p> <p>$m = 200 \text{ gram} = 0,2 \text{ kg}$</p> <p>$v_0 = 20 \text{ m/s}$</p> <p>Ditanya : Usaha yang dilakukan kelereng untuk mencapai titik tertinggi ?</p>	4

Jawab : Ketika di lempar, kelereng mengalami gerak vertikal ke atas sehingga untuk menentukan usaha yang dilakukan kelereng untuk mencapai titik tertinggi, kita perlu mencari waktu dan ketinggian maksimum yang dicapai kelereng terlebih dahulu.

Waktu maksimum kelereng untuk mencapai titik tertinggi :

$$v_t = v_0 - gt$$

$$0 = 20 - 9,8t$$

$$9,8t = 20$$

$$t = 2,04 \text{ s}$$

Ketinggian maksimum :

$$h_{maks} = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$h_{maks} = 20(2,04) - \frac{1}{2} (9,8)(2,04)^2$$

$$h_{maks} = 40,8 - 20,39$$

$$h_{maks} = 20,4$$

Maka usaha yang dilakukan kelereng untuk mencapai titik tertinggi adalah :

$$W = \Delta E_p$$

$$W = mg(h_2 - h_1)$$

$$W = (0,2)(9,8)(20,4 - 2)$$

$$W = 36,064 \text{ J}$$

$$W = 36 \text{ J}$$

Jadi, usaha yang dilakukan kelereng untuk mencapai titik tertinggi adalah sebesar 36 J.

3. **Mengevaluasi**

Diketahui :

$$Ek_A : Ek_B = 2 : 8$$

$$m_A : m_B = 0,2 : 0,5$$

Ditanya : apakah kecepatan bola kasti A dan bola kasti B sama ? Jika tidak, berikan solusinya !

Jawab :

Mencari kecepatan bola kasti A

$$Ek_A = \frac{1}{2} m v_A^2$$

4

$$2 = \frac{1}{2}(0,2)v_A^2$$

$$v_A^2 = \frac{4}{0,2}$$

$$v_A^2 = 20$$

$$v_A = \sqrt{20} \text{ m/s}$$

Mencari kecepatan bola kasti B

$$Ek_B = \frac{1}{2}mv_B^2$$

$$8 = \frac{1}{2}(0,5)v_B^2$$

$$v_B^2 = \frac{16}{0,5}$$

$$v_B^2 = 32$$

$$v_B = \sqrt{32} \text{ m/s}$$

Jadi, kedua bola kasti tersebut tidak memiliki kecepatan yang sama, besarnya kecepatan kedua bola kasti tersebut yaitu $v_A : v_B = \sqrt{20} : \sqrt{32}$ dimana bola kasti A memiliki kecepatan yang lebih kecil daripada kecepatan bola basket B.

4. Mengevaluasi

Kecepatan kedua bola akan sama pada titik B. Hal ini dapat dibuktikan dengan menggunakan persamaan hukum kekekalan energi mekanik. Berikut pembuktiannya :

➤ Bola 1

$$E_{p1} + E_{k1} = E_{p2} + E_{k2}$$

$$mgh_1 + \frac{1}{2}mv_1^2 = mgh_2 + \frac{1}{2}mv_2^2$$

$$Mg2H + \frac{1}{2}M(0)^2 = MgH + \frac{1}{2}Mv_2^2$$

$$2gH + 0 = gH + \frac{1}{2}v_2^2$$

$$2gH - gH = \frac{1}{2}v_2^2$$

$$gH = \frac{1}{2}v_2^2$$

$$2gH = v_2^2$$

$$v_2 = \sqrt{2gH}$$

➤ Bola 2

$$E_{p1} + E_{k1} = E_{p2} + E_{k2}$$

4

	$mgh_1 + \frac{1}{2}mv_1^2 = mgh_2 + \frac{1}{2}mv_2^2$ $Mg2H + \frac{1}{2}M(0)^2 = MgH + \frac{1}{2}Mv_2^2$ $2gH + 0 = gH + \frac{1}{2}v_2^2$ $2gH - gH = \frac{1}{2}v_2^2$ $gH = \frac{1}{2}v_2^2$ $2gH = v_2^2$ $v_2 = \sqrt{2gH}$ <p>Jadi dapat diketahui bahwa kecepatan akhir kedua bola adalah sama pada titik B walaupun bentuk lintasan kedua bola berbeda.</p>	
5.	<p>Mengkreasi/memutuskan</p> <p>Diketahui : $s = 10 \text{ m}$ $m = 500 \text{ kg}$ $v_0 = 30 \text{ m/s}$ $v_2 = 0 \text{ m/s}$</p> <p>Ditanya : apakah yang dialami kendaraan tersebut agar tepat berhenti sebelum mengenai batu besar ?</p> <p>Jawab : $W = \Delta Ek$</p> $F \cdot s = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_0^2)$ $F \cdot 10 = \frac{1}{2} \cdot 500(0^2 - 30^2)$ $10F = - 225.000$ $F = - 22.500 \text{ N}$ <p>Tanda negatif menunjukkan bahwa gaya yang diberikan berlawanan dengan arah gerak benda. Jadi, jika kecepatan awal motor tersebut 30 m/s maka kendaraan tersebut harus di rem dengan gaya sebesar 22.500 N agar mampu berhenti sebelum mengenai batu besar.</p>	4
6.	<p>Mengevaluasi</p> <p>Diketahui : $m = 1,5 \text{ ton} = 1.500 \text{ kg}$ $v = 170 \text{ km/jam} = 47,2 \text{ m/s}$ $E_m = 16.000 \text{ kJ} = 16.000.000 \text{ J}$</p> <p>Ditanya : Apakah Irene dan temannya sudah berada pada ketinggian lebih dari 1.300 meter di atas permukaan laut ?</p>	4

	<p>Jawab : $E_m = E_k + E_p$</p> $16.000.000 = \frac{1}{2}mv^2 + mgh$ $16.000.000 = \frac{1}{2}(1.500)(47,2)^2 + (1.500)(10)(h)$ $16.000.000 = 1.670.880 + 15.000 h$ $14.329.120 = 15.000 h$ $h = \frac{14.329.120}{15.000}$ $h = 955,27 \text{ meter}$ <p>Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, ternyata pesawat baru mencapai ketinggian sebesar 955,27 meter, karena ketinggian tersebut lebih kecil dari 1.300 meter maka dalam hal ini berarti Irene belum berada pada ketinggian lebih dari 1.300 meter di permukaan laut.</p>	
7.	<p>Menganalisis</p> <p>Diketahui :</p> $m = 500 \text{ gram} = 0,5 \text{ kg}$ $h = 5 \text{ m}$ $v' = 3 \text{ m/s}$ $g = 10 \text{ m/s}^2$ <p>Ditanya : $I = \dots ?$</p> <p>Jawab :</p> <p>Saat dijatuhkan ke bawah, kelereng tersebut mengalami gerak jatuh bebas, maka kecepatan awalnya sama dengan nol, maka :</p> $v_t^2 = v_0^2 + 2gh$ $v_t^2 = 0 + 2gh$ $v_t = \sqrt{2gh}$ <p>Sehingga, kecepatan kelereng ketika menumbuk :</p> $v = \sqrt{2gh}$ $v = \sqrt{2(10)(5)}$ $v = \sqrt{100}$ $v = 10 \text{ m/s}$ <p>Jika kecepatan saat menumbuk dan arahnya ke bawah dinyatakan dengan $+v'$, sedangkan setelah menumbuk dan arahnya ke atas dinyatakan dengan $-v'$.</p>	4

	<p>Hubungan impuls dan momentum :</p> $I = \Delta p$ $I = m(v' - v)$ $I = 0,5 (-3 - 10)$ $I = -6,5 \text{ Ns}$ <p>Tanda negatif menyatakan arah, sehingga besar impulsnya adalah 6,5 Ns.</p>	
8.	<p>Mengevaluasi</p> <p>Diketahui :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kecepatan sepeda motor X dan Y sama - Massa sepeda motor X 100 kg dan massa motor Y 150 kg - Kedua sepeda motor tersebut sama – sama menabrak pembatas jalan <p>Ditanya : Manakah yang memiliki momentum paling besar antara sepeda motor X dan Y ?</p> <p>Jawab :</p> <p>Berdasarkan hal tersebut, diketahui bahwa kedua sepeda motor tersebut memiliki kecepatan yang sama, namun memiliki massa yang berbeda dimana massa sepeda motor X lebih kecil daripada massa sepeda motor Y. Sehingga solusi yang dapat digunakan yaitu konsep momentum dimana hubungan antara momentum, massa dan kecepatan dapat dilihat dari persamaan berikut :</p> $\vec{p} = m\vec{v}$ <p>Berdasarkan persamaan diatas, menunjukkan bahwa momentum sebanding dengan massa dan kecepatan suatu benda. Dalam hal ini, dapat dikatakan bahwa semakin besar massa sepeda motor tersebut, maka semakin besar pula momentum yang dimiliki oleh sepeda motor, dapat dilihat bahwa massa sepeda motor Y yaitu 150 kg lebih besar dari massa sepeda motor X yaitu 100 kg.</p> <p>Jadi, yang memiliki momentum paling besar adalah sepeda motor Y karena massanya lebih besar, walaupun kecepatan kedua sepeda motor tersebut sama.</p>	4
9.	<p>Mengkreasi / memutuskan</p> <p>Jelas pengendara yang akan terlebih dahulu diselamatkan adalah pengendara pada mobil 1, karena mobil 1 menerima momentum yang sangat besar dari truk sehingga akan sangat parah. Sedangkan mobil 2 dan mobil 3 akan lebih kecil menerima momentum. Hal ini dapat dibuktikan melalui hukum kekekalan momentum.</p>	4

- Momentum Truk terhadap Mobil 1

$$P_t = m_t v_t = 5m \cdot 10v = 50mv$$

- Menentukan kecepatan gabungan truk dengan mobil 1 untuk dapat menentukan momentum yang diterima pada mobil 2.

$$\begin{aligned} m_t v_t + m_1 v_1 &= (m_t + m_1) v' \\ 5m \cdot 10v + 2m \cdot 0 &= (5m + 2m) v' \\ 50mv + 0 &= 7mv' \\ 50mv &= 7mv' \\ v' &= 7,14v \end{aligned}$$

- Mobil truk + mobil 1 terhadap mobil 2

$$\begin{aligned} P_{t1} &= mv' \\ P_{t1} &= (m_t + m_1) v' \\ P_{t1} &= (5m + 2m) \cdot 7,14v \\ P_{t1} &= 7m \cdot 7,14v \\ P_{t1} &= 49,98mv \end{aligned}$$

- Menentukan kecepatan gabungan truk + mobil 1 + mobil 2 untuk menentukan momentum yang diterima 3.

$$\begin{aligned} m_{t1} \cdot v' + m_2 v_2 &= (m_{t1} + m_2) v'' \\ 7mv' + 4m \cdot 0 &= (7m + 4m) v'' \\ 7m \cdot 7,14v + 0 &= 11mv'' \\ 49,98mv &= 11mv'' \\ v'' &= 4,54v \end{aligned}$$

- Menentukan momentum yang akan diterima mobil 3.

$$\begin{aligned} P_{t12} &= m_{t12} \cdot v_{t12} \\ P_{t12} &= (m_t + m_1 + m_2) \cdot v'' \\ P_{t12} &= (5m + 2m + 4m) \cdot 4,54v \\ P_{t12} &= 11m \cdot 4,54v \\ P_{t12} &= 49,94mv \end{aligned}$$

10. **Menganalisis**

Dik :

$$m_A = 2kg$$

4

	<p> $m_B = 2 \text{ kg}$ $e = 1$ karena lenting sempurna $v_A = 20 \text{ m/s}$ $v_B = 10 \text{ m/s}$ Ditanya : v'_A ? Jawab : ➤ $P = P'$ $mv_A + mv_B = mv'_A + mv'_B$ $v_A + v_B = v'_A + v'_B$ $20 - 10 = v'_A + v'_B$ $10 = v'_A + v'_B$ (persamaan 1) ➤ $e = \frac{-(v'_A - v'_B)}{v_A - v_B}$ $v_A - v_B = -(v'_A - v'_B)$ $20 - (-10) = -(v'_A - v'_B)$ $30 = -(v'_A - v'_B)$ $(v'_A - v'_B) = -30$ (persamaan 2) Jumlahkan persamaan 1 dengan persamaan 2 : $v'_A + v'_B = 10$ $v'_A - v'_B = -30$ $\frac{2v'_A = -20}{v'_A = -10}$ + </p>	
11.	<p> Mengkreasi / Memutuskan Diketahui : Terdapat 5 peristiwa tumbukan Ditanya : Kategorikanlah peristiwa – peristiwa diatas menjadi peristiwa tumbukan lenting sempurna, tumbukan lenting Sebagian dan peristiwa tak lenting. Jawab : Untuk mengkategorikan peristiwa tersebut dapat dilakukan dengan menganalisis berlaku atau tidaknya hukum kekekalan energi mekanik, khususnya energi kinetik. Dua buah benda dikatakan mengalami tumbukan lenting sempurna jika pada tumbukan tersebut tidak terjadi kehilangan energi kinetik. Sehingga energi kinetik total kedua benda sebelum dan sesudah tumbukan adalah tetap. Pada peristiwa tumbukan tidak lenting sama sekali, kecepatan benda sesudah tumbukan sama besar (benda yang bertumbukan saling melekat). Jika benda – benda </p>	4

	<p>yang bertumbukan mengalami pengurangan energi kinetik, maka peristiwa tersebut merupakan peristiwa tumbukan lenting Sebagian. Sehingga peristiwa – peristiwa diatas dapat dikategorikan sebagai berikut :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Tumbukan lenting sempurna <ul style="list-style-type: none"> - Bola <i>billiard</i> merah yang menumbuk bola <i>billiard</i> putih yang diam, setelah tumbukan bola <i>billiard</i> putih bergerak sedangkan bola <i>billiard</i> merah diam. ➤ Tumbukan lenting Sebagian <ul style="list-style-type: none"> - Pemukul menumbuk bola kasti yang datang kearahnya - Seorang nelayan yang melompat dari perahu ➤ Tumbukan tidak lenting <ul style="list-style-type: none"> - Panah yang dilemparkan ke papan bidik kemudian menancap pada papan - Peluru yang menumbuk balok pada ayunan balistik 	
12.	<p>Mengkreasi / memutuskan</p> <p>Diketahui :</p> $h = 1,5 \text{ m}$ $t_1 = 3 \text{ s}$ $t_2 = 8 \text{ s}$ $m = 60 \text{ kg}$ <p>Ditanya : Gerakan gadis manakah yang akan kamu pilih agar resiko cedera pada lutut dapat dihindari ? Jelaskan !</p> <p>Jawab :</p> $F_1 = \frac{mv}{t_1} = \frac{m\sqrt{2gh}}{t_1}$ <p>Untuk gadis yang tidak menekuk lututnya saat mendarat di tanah.</p> $F_1 = \frac{m\sqrt{2gh}}{t_1}$ $F_1 = \frac{60\sqrt{2(10)(1,5)}}{3}$ $F_1 = \frac{60\sqrt{30}}{3}$ $F_1 = 20\sqrt{30} \text{ N}$ <p>Untuk gadis yang menekuk lututnya saat mendarat di tanah.</p>	4

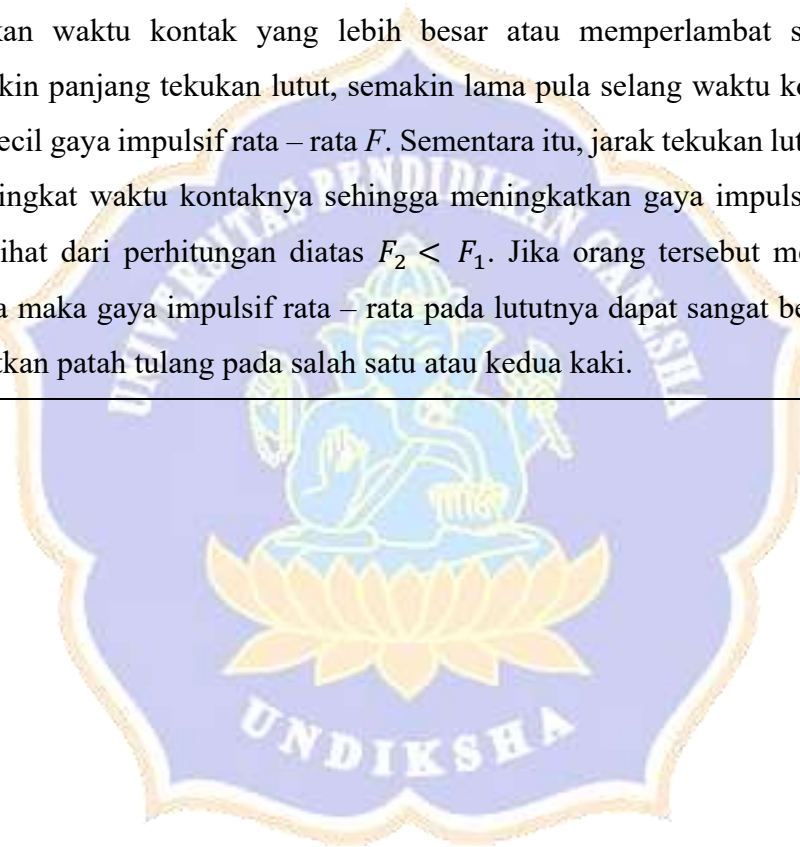
$$F_2 = \frac{m\sqrt{2gh}}{t_1}$$

$$F_2 = \frac{60\sqrt{2(10)(1,5)}}{8}$$

$$F_2 = \frac{60\sqrt{30}}{8}$$

$$F_2 = 7,5\sqrt{30} \text{ N}$$

Jika saya berada pada posisi dua orang tersebut yang akan melompat, maka saya akan menekuk lutut pada saat mendarat ditanah karena pada orang menekuk lutut saat mendarat akan menghasilkan waktu kontak yang lebih besar atau memperlambat selang waktu kontak. Semakin panjang tekukan lutut, semakin lama pula selang waktu kontak dan berarti semakin kecil gaya impulsif rata – rata F . Sementara itu, jarak tekukan lutut yang lebih pendek mempersingkat waktu kontak sehingga meningkatkan gaya impulsif rata – rata dimana dapat dilihat dari perhitungan diatas $F_2 < F_1$. Jika orang tersebut mendarat tidak menekuk lututnya maka gaya impulsif rata – rata pada lututnya dapat sangat besar sehingga dapat mengakibatkan patah tulang pada salah satu atau kedua kaki.



LAMPIRAN 2

HASIL UJI COBA INSTRUMEN

Lampiran 2.1 Data Hasil Uji Coba Tes Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi

Lampiran 2.2 Analisis Indeks Daya Beda dan Tingkat Kesukaran Butir Tes Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi

Lampiran 2.3 Analisis Konsistensi Internal Butir Tes Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi

Lampiran 2.4 Analisis Reliabilitas Tes Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi

Lampiran 2.5 Rekapitulasi Hasil Uji Coba Tes Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi



Lampiran 2.1 Data Hasil Uji Coba Tes Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Fisika Siswa

Pokok Bahasan : Usaha dan Energi & Momentum dan Impuls

Nama Sekolah : SMA Negeri 3 Singaraja

Kelas : XII MIPA

Jumlah Responden : 72 Siswa

Jumlah Butir Soal : 14 Butir

➤ Butir Soal Nomor 1 – 7

No.	Nama	No. Butir						
		1	2	3	4	5	6	7
1.	Ayu Ketut Meliani	4	4	4	4	4	3	0
2.	Desak Putu Yustika Wienna Pramesthi	4	4	4	4	4	4	0
3.	Dewa Putu Brian Arta Winata	4	4	4	4	4	4	0
4.	Fauzan Maulana	4	4	4	2	4	0	0
5.	Gede Agus Purna Yoga	4	4	4	2	4	0	0
6.	Gede Anggra Pujayanta	0	3	0	2	2	2	0
7.	Gede Budi Candra Dinata	0	0	3	2	2	3	0
8.	Gede Krisna Anggaradana	4	4	4	4	4	3	0
9.	Gede Nanda Kurniawan	0	3	2	1	3	2	0
10.	Gede Regan Cipta Hartana	0	2	0	3	2	1	0
11.	I Dewa Putu Budhi Adyana	0	0	3	2	2	3	0
12.	I Gede Pendi Amanta	3	2	3	0	1	2	0
13.	I Gede Ryandika Pramudia Wardana	1	1	4	0	4	0	0
14.	I Gusti Ayu Laksmi Dewi Kepakistan	1	2	2	3	2	2	0
15.	I Kadek Aditya Apriana Putra	1	1	2	2	2	3	0
16.	I Kadek Era Dharma Putra	2	2	1	3	1	4	0
17.	I Made Abdi Sri Dharmawita	0	1	1	4	2	2	0
18.	Kadek Cindy Pratiwi	3	2	2	4	1	1	0
19.	Kadek Dwi Ariani	0	4	4	0	3	0	0
20.	Kadek Jesika Agustina	2	1	2	1	2	1	0
21.	Kadek Rina Dwi Pariasih	4	4	4	4	4	4	0
22.	Kadek Yuliani	4	4	4	4	4	4	0
23.	Ketut Dini Riski Suyakti	4	4	4	4	4	4	4
24.	Ketut Sukma Oktaviani	4	4	4	4	4	3	0
25.	Ketut Sundayu Sahadewi	1	1	1	2	1	2	0
26.	Ketut Wira Dianti	2	2	1	2	3	2	0
27.	Komang Asti Susanti	1	2	2	1	2	1	0
28.	Komang Ayu Angga Sari	4	4	4	4	4	4	0
29.	Komang Eka Ayuningsih	4	4	3	3	3	3	0

30.	Komang Feny Paramita	1	1	2	2	2	2	0
31.	Komang Kyky Merintika	1	1	1	1	1	3	0
32.	Komang Lia Anjani	1	2	1	1	1	2	0
33.	Komang Natasha Lasmini Putri	2	1	1	2	2	1	0
34.	Komang Priska Cantika Dewi	1	1	2	2	1	2	0
35.	Komang Sri Astuti	1	2	3	1	2	3	0
36.	Nyoman Satya Dharma Putra	0	0	0	0	0	4	0
37.	I Made Parama Suryandhika	4	4	4	3	4	3	1
38.	I Nyoman Ganendra Sunu Susila	4	4	4	4	4	3	0
39.	I Nyoman Satriya Wira Dharma	1	2	1	1	2	2	0
40.	I Putu Berlan Marjuanda Putra	2	2	1	2	1	1	0
41.	Julio Marthino Samuel Seu	1	2	2	1	2	1	0
42.	Kadek Dwika Maharta	4	4	4	4	4	4	0
43.	Kadek Kennedy Surya Mandala	1	1	2	1	1	2	0
44.	Kadek Leo Putra Pratama	1	2	1	1	2	1	0
45.	Kadek Pinda Surya Merta	1	1	2	2	1	2	0
46.	Kadek Rega Natha	2	4	4	2	4	3	0
47.	Ketut Gajendra Ari Jayawarsa	2	1	2	2	3	2	0
48.	Ketut Junika Kurniawan	2	2	1	1	2	3	0
49.	Komang Ananda Pria Fajar Persada	2	1	2	3	2	4	1
50.	Komang Billy Josolin Raditya	2	2	1	1	2	2	0
51.	Komang Krisna Yoga Saputra	1	1	2	2	1	3	0
52.	Luh Ayu Larasati	2	1	1	2	1	2	0
53.	Luh Cherina Febrianti	1	2	2	1	1	1	1
54.	Luh Dela Sintia Dewi	2	1	2	2	2	2	1
55.	Luh Eka Budi Damayanti	1	2	1	1	2	2	0
56.	Luh Eva Riani	2	1	2	1	1	1	1
57.	Luh Karunia Putri	2	2	1	2	2	2	0
58.	Luh Meriyantini	2	4	4	4	4	4	0
59.	Luh Putri Nadhia Wiratningsih	4	4	4	4	4	4	0
60.	Luh Putu Devikayana	2	2	1	2	1	2	0
61.	Luh Putu Eka Lestariani Dewi	1	1	2	2	2	3	0
62.	Luh Putu Junita Devi Hari Sandi	2	1	2	2	1	2	0
63.	Luh Putu Lilik Candra Dewi	3	4	4	4	4	3	0
64.	Luh Rentiani	2	1	2	3	1	2	0
65.	Made Ayuni Indira Maharani	2	2	1	2	1	2	0
66.	Made Indira Prabandari	4	4	4	4	4	4	0
67.	Made Lidhea Angelica	2	1	2	1	2	3	0
68.	Made Melly Debora	1	2	2	1	2	2	1
69.	Made Monika Karunia Dewi	4	4	4	4	4	4	0
70.	Made Wishna Orlyn Mayurika Putri	1	4	3	1	2	1	1
71.	Made Yeni Mardani	4	4	4	4	4	4	0
72.	Sang Ayu Putu Aprilia Lestari Dewi	1	2	2	1	2	2	0

➤ Butir Soal Nomor 8 – 14

No.	Nama	No. Butir						
		8	9	10	11	12	13	14
1.	Ayu Ketut Meliani	4	0	0	3	4	0	3
2.	Desak Putu Yustika Wienna Pramesthi	4	4	0	3	4	3	4
3.	Dewa Putu Brian Arta Winata	4	4	0	3	4	3	3
4.	Fauzan Maulana	4	0	0	3	2	0	0
5.	Gede Agus Purna Yoga	4	0	0	3	4	3	2
6.	Gede Anggra Pujayanta	1	2	1	2	1	2	2
7.	Gede Budi Candra Dinata	1	2	0	1	2	1	2
8.	Gede Krisna Anggaradana	4	4	0	3	4	3	4
9.	Gede Nanda Kurniawan	2	0	1	2	1	2	1
10.	Gede Regan Cipta Hartana	1	1	0	2	1	1	1
11.	I Dewa Putu Budhi Adyana	1	2	1	2	2	2	1
12.	I Gede Pendi Amanta	2	2	0	1	2	1	2
13.	I Gede Ryandika Pramudia Wardana	4	0	0	0	0	0	0
14.	I Gusti Ayu Laksmi Dewi Kepakistan	1	2	1	2	2	1	1
15.	I Kadek Aditya Apriana Putra	2	1	0	2	1	2	1
16.	I Kadek Era Dharma Putra	2	1	1	1	2	1	2
17.	I Made Abdi Sri Dharmawita	2	2	0	2	1	2	1
18.	Kadek Cindy Pratiwi	1	2	1	2	2	2	1
19.	Kadek Dwi Ariani	0	0	0	0	4	3	0
20.	Kadek Jesika Agustina	2	1	0	2	2	2	2
21.	Kadek Rina Dwi Pariasih	4	4	0	3	4	3	4
22.	Kadek Yuliani	4	4	0	3	4	3	4
23.	Ketut Dini Riski Suyakti	4	4	4	3	4	3	4
24.	Ketut Sukma Oktaviani	4	4	0	3	4	3	4
25.	Ketut Sundayu Sahadewi	2	2	1	1	1	1	2
26.	Ketut Wira Dianti	1	2	0	2	1	2	2
27.	Komang Asti Susanti	0	2	1	2	3	3	2
28.	Komang Ayu Angga Sari	4	2	0	3	4	3	4
29.	Komang Eka Ayuningsih	4	0	0	0	4	0	3
30.	Komang Feny Paramita	1	1	1	1	3	3	2
31.	Komang Kyky Merintika	2	2	0	2	3	3	3
32.	Komang Lia Anjani	1	1	1	2	2	2	2
33.	Komang Natasha Lasmini Putri	2	1	0	2	2	2	2
34.	Komang Priska Cantika Dewi	2	2	1	1	2	1	1
35.	Komang Sri Astuti	2	2	1	2	1	2	1
36.	Nyoman Satya Dharma Putra	4	0	0	0	0	0	0
37.	I Made Parama Suryandhika	2	3	1	3	4	3	3
38.	I Nyoman Ganendra Sunu Susila	4	4	0	3	0	3	4
39.	I Nyoman Satriya Wira Dharma	2	1	1	2	2	1	2
40.	I Putu Berlan Marjuanda Putra	2	1	0	1	2	1	2
41.	Julio Marthino Samuel Seu	1	2	1	2	1	2	1
42.	Kadek Dwika Maharta	4	4	0	3	4	3	4

43.	Kadek Kennedy Surya Mandala	1	1	1	2	1	2	1
44.	Kadek Leo Putra Pratama	2	2	0	1	1	2	1
45.	Kadek Pinda Surya Merta	1	1	1	2	2	1	1
46.	Kadek Rega Natha	0	0	0	0	0	0	0
47.	Ketut Gajendra Ari Jayawarsa	2	1	1	2	2	1	2
48.	Ketut Junika Kurniawan	1	1	0	2	1	2	2
49.	Komang Ananda Pria Fajar Persada	2	2	1	1	2	2	1
50.	Komang Billy Josolin Raditya	3	4	0	3	3	3	3
51.	Komang Krisna Yoga Saputra	2	1	1	2	1	2	2
52.	Luh Ayu Larasati	1	2	0	1	2	1	1
53.	Luh Cherina Febrianti	1	1	1	2	1	2	2
54.	Luh Dela Sintia Dewi	2	1	0	2	2	1	1
55.	Luh Eka Budi Damayanti	1	2	0	2	1	1	2
56.	Luh Eva Riani	2	1	0	2	1	2	1
57.	Luh Karunia Putri	1	1	0	2	2	2	2
58.	Luh Meriyantini	4	4	0	3	0	3	4
59.	Luh Putri Nadhia Wiratningsih	4	4	0	4	4	3	4
60.	Luh Putu Devikayana	1	2	0	2	1	1	1
61.	Luh Putu Eka Lestariani Dewi	2	1	0	1	1	2	1
62.	Luh Putu Junita Devi Hari Sandi	1	2	0	1	2	1	2
63.	Luh Putu Lilik Candra Dewi	4	4	0	3	4	3	4
64.	Luh Rentiani	1	2	0	2	1	2	2
65.	Made Ayuni Indira Maharani	2	1	0	1	2	1	1
66.	Made Indira Prabandari	4	4	0	3	4	0	0
67.	Made Lidhea Angelica	2	1	0	2	2	2	2
68.	Made Melly Debora	2	2	0	2	1	2	2
69.	Made Monika Karunia Dewi	4	4	0	3	4	3	4
70.	Made Wishna Orlyn Mayurika Putri	2	1	0	2	2	1	1
71.	Made Yeni Mardani	4	4	1	3	4	3	4
72.	Sang Ayu Putu Aprilia Lestari Dewi	1	1	1	1	2	2	1

Lampiran 2.2 Analisis Indeks Daya Beda Butir (IDB) dan Indeks Kesukaran Butir (IKB) Tes Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi

Fisika Siswa

➤ Kelompok atas

Nama	Butir soal														Jumlah
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Ketut Dini Riski Suyakti	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	54
Made Yeni Mardani	4	4	4	4	4	4	0	4	4	1	3	4	3	4	47
Luh Putri Nadhia Wiratningsih	4	4	4	4	4	4	0	4	4	0	4	4	3	4	47
Made Monika Karunia Dewi	4	4	4	4	4	4	0	4	4	0	3	4	3	4	46
Kadek Dwika Maharta	4	4	4	4	4	4	0	4	4	0	3	4	3	4	46
Kadek Yuliani	4	4	4	4	4	4	0	4	4	0	3	4	3	4	46
Kadek Rina Dwi Pariasih	4	4	4	4	4	4	0	4	4	0	3	4	3	4	46
Desak Putu Yustika Wiena Pramesthi	4	4	4	4	4	4	0	4	4	0	3	4	3	4	46
Ketut Sukma Oktaviani	4	4	4	4	4	3	0	4	4	0	3	4	3	4	45
Gede Krisna Anggaradana	4	4	4	4	4	3	0	4	4	0	3	4	3	4	45
Dewa Putu Brian Arta Winata	4	4	4	4	4	4	0	4	4	0	3	4	3	3	45
Luh Putu Lilik Candra Dewi	3	4	4	4	4	3	0	4	4	0	3	4	3	4	44
Komang Ayu Angga Sari	4	4	4	4	4	4	0	4	2	0	3	4	3	4	44
I Made Parama Suryandhika	4	4	4	3	4	3	1	2	3	1	3	4	3	3	42
I Nyoman Ganendra Sunu Susila	4	4	4	4	4	3	0	4	4	0	3	0	3	4	41
Luh Meriyantini	2	4	4	4	4	4	0	4	4	0	3	0	3	4	40
Made Indira Prabandari	4	4	4	4	4	4	0	4	4	0	3	4	0	0	39
Ayu Ketut Meliani	4	4	4	4	4	3	0	4	0	0	3	4	0	3	37
Gede Agus Purna Yoga	4	4	4	2	4	0	0	4	0	0	3	4	3	2	34
Komang Eka Ayuningsih	4	4	3	3	3	3	0	4	0	0	0	4	0	3	31

Komang Billy Josolin Raditya	2	2	1	1	2	2	0	3	4	0	3	3	3	3	29
Fauzan Maulana	4	4	4	2	4	0	0	4	0	0	3	2	0	0	27
Komang Ananda Pria Fajar Persada	2	1	2	3	2	4	1	2	2	1	1	2	2	1	26
Kadek Cindy Pratiwi	3	2	2	4	1	1	0	1	2	1	2	2	2	1	24
Ketut Gajendra Ari Jayawarsa	2	1	2	2	3	2	0	2	1	1	2	2	1	2	23
Komang Sri Astuti	1	2	3	1	2	3	0	2	2	1	2	1	2	1	23
Komang Kyky Merintika	1	1	1	1	1	3	0	2	2	0	2	3	3	3	23
I Kadek Era Dharma Putra	2	2	1	3	1	4	0	2	1	1	1	2	1	2	23
Made Wishna Orlyn Mayurika Putri	1	4	3	1	2	1	1	2	1	0	2	2	1	1	22
Made Melly Debora	1	2	2	1	2	2	1	2	2	0	2	1	2	2	22
Made Lidhea Angelica	2	1	2	1	2	3	0	2	1	0	2	2	2	2	22
Komang Feny Paramita	1	1	2	2	2	2	0	1	1	1	1	3	3	2	22
Komang Asti Susanti	1	2	2	1	2	1	0	0	2	1	2	3	3	2	22
Ketut Wira Dianti	2	2	1	2	3	2	0	1	2	0	2	1	2	2	22
I Gusti Ayu Laksmi Dewi Kepakistan	1	2	2	3	2	2	0	1	2	1	2	2	1	1	22
Luh Rentiani	2	1	2	3	1	2	0	1	2	0	2	1	2	2	21
Jumlah	105	110	111	107	111	103	8	106	92	14	89	104	81	97	

➤ **Kelompok bawah**

Nama	Butir soal														Jumlah
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Luh Eva Riani	2	2	1	2	2	2	0	1	1	0	2	2	2	2	21
Luh Dela Sintia Dewi	2	1	2	2	2	2	1	2	1	0	2	2	1	1	21
Komang Krisna Yoga Saputra	1	1	2	2	1	3	0	2	1	1	2	1	2	2	21
I Gede Pendi Amanta	3	2	3	0	1	2	0	2	2	0	1	2	1	2	21
I Dewa Putu Budhi Adyana	0	0	3	2	2	3	0	1	2	1	2	2	2	1	21

Ketut Junika Kurniawan	2	2	1	1	2	3	0	1	1	0	2	1	2	2	20
I Nyoman Satriya Wira Dharma	1	2	1	1	2	2	0	2	1	1	2	2	1	2	20
Komang Natasha Lasmini Putri	2	1	1	2	2	1	0	2	1	0	2	2	2	2	20
Kadek Jesika Agustina	2	1	2	1	2	1	0	2	1	0	2	2	2	2	20
I Made Abdi Sri Dharmawita	0	1	1	4	2	2	0	2	2	0	2	1	2	1	20
I Kadek Aditya Apriana Putra	1	1	2	2	2	3	0	2	1	0	2	1	2	1	20
Gede Nanda Kurniawan	0	3	2	1	3	2	0	2	0	1	2	1	2	1	20
Sang Ayu Putu Aprilia Lestari Dewi	0	3	0	2	2	2	0	1	2	1	2	1	2	2	20
Luh Putu Junita Devi Hari Sandi	1	2	2	1	2	2	0	1	1	1	1	2	2	1	19
Luh Putu Eka Lestariani Dewi	2	1	2	2	1	2	0	1	2	0	1	2	1	2	19
Luh Cherina Febrianti	1	1	2	2	2	3	0	2	1	0	1	1	2	1	19
Kadek Rega Natha	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	19
Julio Marthino Samuel Seu	2	4	4	2	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	19
Komang Priska Cantika Dewi	1	2	2	1	2	1	0	1	2	1	2	1	2	1	19
Komang Lia Anjani	1	1	2	2	1	2	0	2	2	1	1	2	1	1	19
Gede Budi Candra Dinata	1	2	1	1	1	2	0	1	1	1	2	2	2	2	19
Made Ayuni Indira Maharani	0	0	3	2	2	3	0	1	2	0	1	2	1	2	19
Made Ayuni Indira Maharani	2	2	1	2	1	2	0	2	1	0	1	2	1	1	18
Luh Putu Devikayana	2	2	1	2	1	2	0	1	2	0	2	1	1	1	18
Luh Eva Riani	2	1	2	1	1	1	1	2	1	0	2	1	2	1	18
Luh Eka Budi Damayanti	1	2	1	1	2	2	0	1	2	0	2	1	1	2	18
Kadek Pinda Surya Merta	1	1	2	2	1	2	0	1	1	1	2	2	1	1	18
I Putu Berlan Marjuanda Putra	2	2	1	2	1	1	0	2	1	0	1	2	1	2	18
Ketut Sundayu Sahadewi	1	1	1	2	1	2	0	2	2	1	1	1	1	2	18
Kadek Dwi Ariani	0	4	4	0	3	0	0	0	0	0	0	4	3	0	18
Luh Ayu Larasati	2	1	1	2	1	2	0	1	2	0	1	2	1	1	17
Kadek Leo Putra Pratama	1	2	1	1	2	1	0	2	2	0	1	1	2	1	17

Kadek Kennedy Surya Mandala	1	1	2	1	1	2	0	1	1	1	2	1	2	1	17
Gede Regan Cipta Hartana	0	2	0	3	2	1	0	1	1	0	2	1	1	1	15
I Gede Ryandika Pramudia Wardana	1	1	4	0	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0	14
Nyoman Satya Dharma Putra	0	0	0	0	0	4	0	4	0	0	0	0	0	0	8
Jumlah	42	57	62	55	62	69	3	56	44	13	53	52	53	47	

SOAL														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
IKB	0,51	0,57	0,60	0,56	0,60	0,59	0,03	0,56	0,47	0,09	0,49	0,54	0,46	0,5
IDB	0,43	0,36	0,34	0,36	0,34	0,24	0,03	0,34	0,33	0,00	0,25	0,36	0,24	0,34



BUTIR SOAL NO. 1 – 7

		SOAL01	SOAL02	SOAL03	SOAL04	SOAL05	SOAL06	SOAL07	TOTAL
SOAL01	Pearson Correlation	1	.710**	.677**	.678**	.672**	.421**	.123	.865**
	Sig. (2-tailed)		.000	.000	.000	.000	.000	.304	.000
	N	72	72	72	72	72	72	72	72
SOAL02	Pearson Correlation	.710**	1	.701**	.559**	.803**	.289*	.107	.843**
	Sig. (2-tailed)	.000		.000	.000	.000	.014	.372	.000
	N	72	72	72	72	72	72	72	72
SOAL03	Pearson Correlation	.677**	.701**	1	.505**	.818**	.335**	.132	.836**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000		.000	.000	.004	.267	.000
	N	72	72	72	72	72	72	72	72
SOAL04	Pearson Correlation	.678**	.559**	.505**	1	.589**	.593**	.066	.803**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000		.000	.000	.581	.000
	N	72	72	72	72	72	72	72	72
SOAL05	Pearson Correlation	.672**	.803**	.818**	.589**	1	.344**	.076	.869**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000		.003	.525	.000
	N	72	72	72	72	72	72	72	72
SOAL06	Pearson Correlation	.421**	.289*	.335**	.593**	.344**	1	.084	.601**
	Sig. (2-tailed)	.000	.014	.004	.000	.003		.485	.000
	N	72	72	72	72	72	72	72	72
SOAL07	Pearson Correlation	.123	.107	.132	.066	.076	.084	1	.208
	Sig. (2-tailed)	.304	.372	.267	.581	.525	.485		.079
	N	72	72	72	72	72	72	72	72
TOTAL	Pearson Correlation	.865**	.843**	.836**	.803**	.869**	.601**	.208	1

SOAL13	Pearson Correlation	.209	.595**	.108	.559**	.425**	1	.648**	.716**
	Sig. (2-tailed)	.078	.000	.365	.000	.000		.000	.000
	N	72	72	72	72	72	72	72	72
SOAL14	Pearson Correlation	.577**	.702**	.000	.645**	.576**	.648**	1	.882**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	1.000	.000	.000	.000		.000
	N	72	72	72	72	72	72	72	72
TOTAL	Pearson Correlation	.692**	.828**	.113	.796**	.740**	.716**	.882**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.345	.000	.000	.000	.000	
	N	72	72	72	72	72	72	72	72
**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).									



Lampiran 2.3 Reabilitas Tes Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi

1. Uji Reabilitas Tes Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Diujicobakan

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	72	100.0
	Excluded ^a	0	.0
	Total	72	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.915	14

Berdasarkan analisis *Alpha Cronbach*, reliabilitas tes kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa yang digunakan yaitu 0,915 (tinggi).

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
SOAL01	24.4306	100.474	.799	.903
SOAL02	24.1528	102.920	.732	.906
SOAL03	24.0694	104.291	.704	.907
SOAL04	24.2222	103.415	.748	.905
SOAL05	24.0694	104.094	.760	.905
SOAL06	24.0833	109.880	.544	.913
SOAL07	26.3194	121.882	.171	.920

SOAL08	24.2222	104.260	.698	.907
SOAL09	24.5833	103.599	.706	.907
SOAL10	26.0972	123.948	-.007	.924
SOAL11	24.5000	110.000	.709	.908
SOAL12	24.3056	104.750	.676	.908
SOAL13	24.6111	112.861	.508	.913
SOAL14	24.4722	103.295	.775	.904

2. Uji Reabilitas Tes Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Digunakan

Case Processing Summary			
		N	%
Cases	Valid	72	100.0
	Excluded ^a	0	.0
	Total	72	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.931	12

Berdasarkan analisis *Alpha Cronbach*, reliabilitas tes kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa yang digunakan yaitu 0,931 (tinggi).

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
SOAL0 1	23.9028	98.174	.810	.920
SOAL0 2	23.6250	100.688	.739	.923
SOAL0 3	23.5417	102.139	.708	.924
SOAL0 4	23.6944	101.257	.752	.923
SOAL0 5	23.5417	101.773	.771	.922
SOAL0 6	23.5556	107.828	.541	.930
SOAL0 8	23.6944	101.849	.712	.924
SOAL0 9	24.0556	101.574	.704	.925
SOAL1 1	23.9722	107.887	.708	.926
SOAL1 2	23.7778	102.682	.676	.926
SOAL1 3	24.0833	110.866	.500	.931
SOAL1 4	23.9444	101.180	.778	.922

Lampiran 2.4 Rekapitulasi Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Fisika

No. Item Soal	IDB > 0,2	Kriteria	IKB (0,2 < IKB < 0,8)	Kriteria	Konsistensi internal butir $R_{xy} > 0,3$	Kriteria	Keputusan
1.	0,43	Baik	0,51	Sedang	0,865	Konsisten	Diterima
2.	0,36	Cukup	0,57	Sedang	0,843	Konsisten	Diterima
3.	0,34	Cukup	0,60	Sedang	0,836	Konsisten	Diterima
4.	0,36	Cukup	0,56	Sedang	0,803	Konsisten	Diterima
5.	0,34	Cukup	0,60	Sedang	0,869	Konsisten	Diterima
6.	0,24	Cukup	0,59	Sedang	0,601	Konsisten	Diterima
7.	0,03	Jelek	0,03	Sangat sukar	0,208	Konsisten	Tidak Diterima
8.	0,34	Cukup	0,56	Sedang	0,692	Konsisten	Diterima
9.	0,33	Cukup	0,47	Sedang	0,828	Konsisten	Diterima
10.	0,00	Jelek	0,09	Sangat sukar	0,113	Konsisten	Tidak Diterima
11.	0,25	Cukup	0,49	Sedang	0,796	Konsisten	Diterima
12.	0,36	Cukup	0,54	Sedang	0,740	Konsisten	Diterima
13.	0,24	Cukup	0,46	Sedang	0,716	Konsisten	Diterima
14.	0,34	Cukup	0,5	Sedang	0,882	Konsisten	Diterima

LAMPIRAN 3

PERANGKAT PEMBELAJARAN

Lampiran 3.1 Contoh Modul Kelas Eksperimen

Lampiran 3.2 Contoh RPP Kelas Kontrol



Lampiran 3.1 Contoh Modul Kelas Eksperimen

I. Informasi Umum

Nama Penyusun : Dinauli Br Sianturi
 Institusi : SMA Negeri 3 Singaraja
 Tahun : 2023
 Jenjang Sekolah : SMA
 Mata Pelajaran : Fisika
 Materi : Momentum dan Impuls, Tumbukan
 Alokasi Waktu: 3 x 2 JP

2. Tujuan Pembelajaran

Fase CP : F
 Kode Modul Ajar : FIS. F. IMN. 11. 7
 Elemen CP :

Tujuan Pembelajaran	Domain CP
FIS. F. IMN. 11.7 1. Menjelaskan konsep momentum dan hubungannya dengan vektor 2. Menjelaskan konsep impuls dan contohnya penerapannya dalam kehidupan sehari – hari 3. Menganalisis penerapan hukum kekekalan momentum dalam kehidupan sehari – hari 4. Menganalisis jenis – jenis tumbukan	Pemahaman Sains
1. Mempertanyakan dan memprediksi berdasarkan hasil observasi 2. Membuat rancangan karya yang menunjukkan contoh penerapan hukum kekekalan momentum 3. Menyajikan laporan	Keterampilan Proses

Kata Kunci : Momentum, Impuls, Hukum Kekekalan Momentum, Tumbukan.

3. Profil Pelajaran Pancasila

- Berintegritas dan menjaga keselamatan diri dalam keselamatan kerja dan menjaga lingkungan (akhlak mulia wujud beriman dan bertaqwa)
- Menetapkan tujuan dan rencana, serta mengembangkan kendali dan disiplin diri (wujud kemandirian)
- Menunjukkan kolaborasi dan komunikasi untuk tujuan bersama (wujud bergotong – royong)
- Memperoleh dan mengolah informasi serta menganalisis, mengevaluasi, dan merefleksi (wujud bernalar kritis)
- Memiliki keluwesan berpikir dalam mencari alternatif solusi permasalahan (wujud kreativitas)

4. Pemahaman Bermakna

- Momentum menggambarkan tingkat kesulitan menghentikan gerak suatu benda yang dapat diketahui dari massa dan kecepatannya.
- Pemberian gaya pada selang waktu tertentu akan menghasilkan perubahan momentum dan perubahan momentum yang terjadi pada selang waktu tertentu akan menghasilkan gaya dengan nilai tertentu.
- Jika tidak ada gaya eksternal total yang bekerja pada sistem, maka momentum total sistem tidak berubah.
- Ketika benda bertumbukan, terjadi transfer energi.

5. Sarana dan Prasarana

- Pembelajaran ditunjang dengan lingkungan belajar yang tidak bising bagi peserta didik
- Dibutuhkan sarana untuk mencetak LKPD : komputer, printer, kertas, tinta printer, dan lain – lain. Jika tersedia buku cetak di perpustakaan, siswa dapat meminjam buku cetak dari perpustakaan sekolah.

6. Target Peserta Didik

✓	Peserta didik regular/tipikal
	Peserta didik dengan kesulitan belajar
	Peserta didik berprestasi tinggi

	Peserta didik dengan ketunaan
--	-------------------------------

7. Jumlah Peserta Didik

Pembelajaran dirancang untuk kelas dengan jumlah peserta didik sebanyak **30 – 36 orang**.

8. Ketersediaan Materi

Ya	Tidak	Keterangan
✓		Pengayaan untuk peserta didik berprestasi tinggi
✓		Alternatif penjelasan, metode, atau aktivitas, untuk siswa yang sulit memahami konsep

9. Moda Pembelajaran

✓	Tatap muka
	PJJ Daring
	PJJ Luring
	Paduan tatap muka dan PJJ (blended learning)

* Pilihlah moda pembelajaran disesuaikan dengan kondisi sekolah dan aktivitas pembelajarannya dapat dimodifikasi menyesuaikan moda pembelajaran

Pembelajaran Jarak Jauh (PJJ) Dalam Jaringan : Pembelajaran yang dilakukan guru dan siswa secara langsung (tatap maya) melalui jaringan internet dengan menggunakan *platform* misalnya *zoom* atau *google classroom* (*google meet*).

Pembelajaran Jarak Jauh (PJJ) Luar Jaringan : Kegiatan pembelajarannya tidak dilakukan secara langsung antara guru dan siswa, misalnya berupa pemberian materi oleh guru menggunakan aplikasi kemudian siswa membaca materi dan memahami materi secara mandiri.

Pembelajaran Tatap Muka (PTM) : Kegiatan pembelajaran yang berupa proses interaksi antara siswa dengan pendidik.

10. Materi Ajar, Alat dan Bahan

Alat dan Bahan : Lembar kegiatan peserta didik (alternatif format : google docs) dan Power Point

Sumber Belajar : Buku siswa Fisika untuk SMA/MA kelas XI,
Internet dan sumber bacaan lainnya yang relevan

11. Kegiatan Utama Pembelajaran

Pengaturan siswa

	Individu
	Berpasangan
✓	Berkelompok (lebih dari dua orang)

Metode Pembelajaran

✓	Diskusi	✓	Presentasi
✓	Demonstrasi	✓	Proyek
✓	Eksperimen	✓	Eksplorasi
	Permainan		Ceramah
	Kunjungan lapangan		Simulasi

12. Asesmen

1.) Pemahaman Sains : Asesmen formatif (individu)

Soal tes tulis	Jawaban
<p>1.) Seorang anak membawa sebuah bola kasti dan anak tersebut menjatuhkan bola kasti ke tanah. Bola kasti tersebut bermassa 40 gram jatuh dari ketinggian 2 meter. Setelah menumbuk tanah bola kasti terpantul kembali setinggi 1,5 meter. Dari peristiwa tersebut, manakah yang memiliki momentum lebih besar antara momentum bola kasti sebelum dan setelah menumbuk tanah ! ($g = 10 \text{ m/s}^2$)</p>	<p>Diketahui : $m = 40 \text{ gr} = 0,04 \text{ kg}$ $h_1 = 2 \text{ m}$ $h_2 = 1,5 \text{ m}$ $g = 10 \text{ m/s}^2$</p> <p>Ditanya : Manakah yang memiliki momentum lebih besar antara momentum bola kasti sebelum dan setelah menumbuk tanah !</p> <p>Jawab : Untuk menghitung kecepatan bola sebelum dan setelah menumbuk tanah digunakan hukum kekekalan energi :</p> $E_p = E_k$ $mgh = \frac{1}{2}mv^2$ $v_1 = \sqrt{2gh_1}$ $v_1 = \sqrt{2(10 \text{ m/s}^2)(2\text{m})}$

	$v_1 = \sqrt{40}$ $v_1 = 6,32 \text{ m/s (ke arah atas)}$ $v_2 = \sqrt{2gh_2}$ $v_2 = \sqrt{2(10 \text{ m/s}^2(1,5\text{m}))}$ $v_2 = \sqrt{30}$ $v_2 = 5,48 \text{ m/s (ke arah bawah)}$ $p_1 = mv_1$ $p_1 = 0,04 (6,32)$ $p_1 = 0,253 \text{ kgm/s (sebelum menumbuk tanah)}$ $p_2 = mv_2$ $p_2 = 0,04 (5,48)$ $p_2 = 0,220 \text{ kgm/s (setelah menumbuk tanah)}$ <p>Jadi, momentum bola sebelum menumbuk tanah sebesar 0,253 kgm/s dan setelah menumbuk tanah sebesar 0,220 kgm/s, sehingga yang memiliki momentum lebih besar adalah momentum bola sebelum menumbuk tanah.</p>
<p>2.) Bola X yang massanya 2 kg bergerak ke kanan dengan kecepatan 20 m/s menumbuk bola Y yang sedang bergerak ke kiri dengan kecepatan 10 m/s. Jika massa bola Y sebesar 2 kg dan mengalami tumbukan lenting sempurna, maka kecepatan X setelah tumbukan !</p>	<p>Diketahui :</p> $m_x = 2 \text{ kg}$ $m_y = 2 \text{ kg}$ $e = 1 \text{ karena lenting sempurna}$ $v_x = 20 \text{ m/s}$ $v_y = 10 \text{ m/s}$ <p>Ditanya : v'_x ?</p> <p>Jawab :</p> <p>➤ $P = P'$</p> $mv_x + mv_y = mv'_x + mv'_y$ $v_x + v_y = v'_x + v'_y$

	$20 - 10 = v'_x + v'_y$ $10 = v'_x + v'_y \quad (\text{persamaan 1})$ $\triangleright e = \frac{-(v'_x - v'_y)}{v_x - v_y}$ $v_x - v_y = -(v'_x - v'_y)$ $20 - (-10) = -(v'_x - v'_y)$ $30 = -(v'_x - v'_y)$ $(v'_x - v'_y) = -30 \quad (\text{persamaan 2})$ <p>Jumlahkan persamaan 1 dengan persamaan 2 :</p> $\begin{array}{r} v'_x + v'_y = 10 \\ v'_x - v'_y = -30 \\ \hline 2v'_x = -20 \\ v'_x = -10 \end{array}$
<p>3.) Perhatikan rentetan peristiwa berikut ini.</p> <ol style="list-style-type: none"> Peluru yang menumbuk balok pada ayunan balistik Pemukul menumbuk bola kasti yang datang kearahnya Panah yang dilemparkan ke papan bidik kemudian menancap pada papan Bola billiard merah yang menumbuk bola billiard putih yang diam, setelah tumbukan bola billiard putih bergerak sedangkan bola billiard merah diam. Seorang nelayan yang melompat dari perahu. <p>Kategorikanlah peristiwa – peristiwa diatas menjadi peristiwa tumbukan lenting sempurna, tumbukan lenting sebagian dan peristiwa tak lenting. Jelaskan bagaimana cara untuk mengkategorikannya !</p>	<p>Diketahui : Terdapat 5 peristiwa tumbukan</p> <p>Ditanya : Kategorikanlah peristiwa – peristiwa diatas menjadi peristiwa tumbukan lenting sempurna, tumbukan lenting Sebagian dan peristiwa tak lenting.</p> <p>Jawab :</p> <p>Untuk mengkategorikan peristiwa tersebut dapat dilakukan dengan menganalisis berlaku atau tidaknya hukum kekekalan energi mekanik, khususnya energi kinetik. Dua buah benda dikatakan mengalami tumbukan lenting sempurna jika pada tumbukan tersebut tidak terjadi kehilangan energi kinetik. Sehingga energi kinetik total kedua benda sebelum dan sesudah tumbukan adalah tetap. Pada peristiwa tumbukan tidak lenting sama sekali, kecepatan benda sesudah tumbukan sama besar (benda yang bertumbukan saling melekat). Jika benda – benda yang bertumbukan mengalami pengurangan energi kinetik, maka peristiwa tersebut merupakan peristiwa</p>

	<p>tumbukan lenting Sebagian. Sehingga peristiwa – peristiwa diatas dapat dikategorikan sebagai berikut :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Tumbukan lenting sempurna <ul style="list-style-type: none"> - Bola <i>billiard</i> merah yang menumbuk bola <i>billiard</i> putih yang diam, setelah tumbukan bola <i>billiard</i> putih bergerak sedangkan bola <i>billiard</i> merah diam. ➤ Tumbukan lenting Sebagian <ul style="list-style-type: none"> - Pemukul menumbuk bola kasti yang datang kearahnya - Seorang nelayan yang melompat dari perahu ➤ Tumbukan tidak lenting <ul style="list-style-type: none"> - Panah yang dilemparkan ke papan bidik kemudian menancap pada papan - Peluru yang menumbuk balok pada ayunan balistik
--	---

2.) Keterampilan Proses : Performa presentasi, portofolio

Tabel 1. Assesmen keterampilan

No.	Nama Siswa	Keterampilan					Jumlah	Keterangan
		1	2	3	4	5		
1.	Ayu Pradnya Mahayani							
2.	Desak Nyoman Sulastari							
3.	Gede Adi Saputra							
4.	Gede Aditya Satya Nugraha							
5.	Gede Budi Karmawan							
6.	Gede Divayana Yusanta							
7.	I Gede Bayu Sudi Prayoga							
8.	I Komang Sadu Aradia							
9.	I Nyoman Ardhi Dharma Saputra							
10.	Kadek Abimana Wirayudha							
11.	Kadek Dea Rinda Cahyanti							
12.	Ketut Anggun Ernila Dwi Mahadewi							
13.	Ketut Anom Tri Widyani							
14.	Ketut Surya Aldi Winata							
15.	Komang Agus Juliawan							
16.	Komang Alit Darma Yoga							

17.	Komang Andayani							
18.	Komang Maha Yuni							
19.	Komang Trisna Raditya Wiguna							
20.	Luh Gita Pratiwi Indrayani							
21.	Luh Jenita Widya Ningsih							
22.	Made Aria Widura							
23.	Ni Ketut Ari Krisna Narastiti							
24.	Ni Ketut Rian Sukri Rahayu							
25.	Ni Putu Ning Ayu Nirmala							
26.	Putu Dipa Pratama							
27.	Putu Gita Wulandari Putri							
28.	Putu Resti Anggelina							
29.	Putu Tegar Suriadi							
30.	Verri Agus Oliveira							

Tabel 2. Indikator keterampilan

No.	Profil	Indikator
1.	Mengamati	Menggunakan satu atau lebih indera untuk mengumpulkan informasi tentang objek/peristiwa
		Menunjukkan pengamatan perbedaan dan persamaan antara objek
		Mencocokkan objek pengamatan dengan deskripsi/penjelasan yang telah diberikan
		Mengidentifikasi karakteristik objek (bentuk,warna,ukuran dan tekstur)
2.	Bertanya	Mengajukan pertanyaan
		Meminta penjelasan
		Mengajukan pertanyaan mengaitkan dengan latar belakang
3.	Memprediksi	Menggunakan fakta – fakta untuk merumuskan urutan proses berikutnya
		Menggunakan pola/hubungan untuk memperhitungkan kasus dimana tidak ada informasi terkumpul
		Meramal peristiwa/kejadian berdasarkan observasi/pengalaman sebelumnya/ pola tertentu dari data yang terpercaya
4.	Eksperimen	Mengidentifikasi apa yang diukur/ dibandingkan dalam investigasi yang diberikan
		Memilih desain yang sesuai investigasi untuk menguji hipotesis

		Mengenali batasan metode dan alat yang digunakan dalam eksperimen, misalnya eror eksperimen
		Menggunakan prosedur yang aman selama melakukan investigasi
		Menggunakan peralatan yang sesuai
5.	Mengkomunikasikan	Memutuskan langkah terbaik dari informasi yang menampilkan jenis tertentu
		Mengubah informasi dalam bentuk lain, seperti grafik, tabel dan diagram
		Membaca informasi yang diberikan dalam bentuk grafik, tabel, dll.
		Menyampaikan dengan sistematika yang jelas

Tabel 3. Kriteria penskoran

Kategori	Skor
Lima indikator terpenuhi	5
Empat indikator terpenuhi	4
Tiga indikator terpenuhi	3
Dua indikator terpenuhi	2
Satu indikator terpenuhi	1

3.) Assesmen Sikap

Tabel 4. Asesmen sikap

No.	Nama Siswa	Keterampilan					Jumlah	Keterangan
		1	2	3	4	5		
1.	Ayu Pradnya Mahayani							
2.	Desak Nyoman Sulastari							
3.	Gede Adi Saputra							
4.	Gede Aditya Satya Nugraha							
5.	Gede Budi Karmawan							
6.	Gede Divayana Yusanta							
7.	I Gede Bayu Sudi Prayoga							
8.	I Komang Sadu Aradia							
9.	I Nyoman Ardhi Dharma Saputra							
10.	Kadek Abimana Wirayudha							
11.	Kadek Dea Rinda Cahyanti							
12.	Ketut Anggun Ernila Dwi Mahadewi							
13.	Ketut Anom Tri Widnyani							
14.	Ketut Surya Aldi Winata							

15.	Komang Agus Juliawan							
16.	Komang Alit Darma Yoga							
17.	Komang Andayani							
18.	Komang Maha Yuni							
19.	Komang Trisna Raditya Wiguna							
20.	Luh Gita Pratiwi Indrayani							
21.	Luh Jenita Widya Ningsih							
22.	Made Aria Widura							
23.	Ni Ketut Ari Krisna Narastiti							
24.	Ni Ketut Rian Sukri Rahayu							
25.	Ni Putu Ning Ayu Nirmala							
26.	Putu Dipa Pratama							
27.	Putu Gita Wulandari Putri							
28.	Putu Resti Anggelina							
29.	Putu Tegar Suriadi							
30.	Verri Agus Oliveira							

Tabel 5. Indikator sikap

No.	Profil	Indikator
1.	Bernalar kritis	Mengajukan pertanyaan
		Mengidentifikasi dengan panca indera
		Mengolah informasi dan gagasan
		Merefleksi pemikirannya sendiri
2.	Mandiri	Memiliki inisiatif
		Kepercayaan diri
		Disiplin
		Bertanggung jawab
3.	Bergotong – royong	Bekerja sama
		Berkomunikasi positif
		Tanggap terhadap keadaan
		Mau berbagi hal – hal positif
4.	Kreatif	Memperkaya gagasan yang ada
		Luwes dalam berpikir
		Memunculkan kebaruan
5.	Akhlak Mulia	Menjaga lingkungan
		Menjaga integritas
		Merawat diri
		Menghargai orang lain

Tabel 6. Kriteria penskoran

Kategori	Skor
Lima indikator terpenuhi	5
Empat indikator terpenuhi	4
Tiga indikator terpenuhi	3
Dua indikator terpenuhi	2
Satu indikator terpenuhi	1

4.) Penilaian Karya

Kriteria Penilaian Karya :

- 1.) Ketepatan waktu pengumpulan
 - Tepat waktu (skor 30)
 - Dikumpulkan melebihi batas waktu (skor 20)
- 2.) Kesesuaian isi konten dengan materi
 - Konten berisi materi yang berkaitan (skor 40)
 - Konten berisi materi yang agak berkaitan (skor 30)
 - Konten berisi materi yang tidak berkaitan (skor 20)
- 3.) Kebenaran materi yang dimasukkan/dijelaskan dalam karya
 - Materi benar (skor 30)
 - Terdapat kesalahan minor dalam materi (skor 25)
 - Terdapat kesalahan mayor dalam materi (skor 20)

13. Persiapan Pembelajaran

- 1.) Mempersiapkan lembar kerja untuk peserta didik
- 2.) Mempersiapkan alat dan bahan praktikum (panduan praktikum terlampir)

Jika tidak memungkinkan dilaksanakan praktikum peserta didik dapat membuat :

- Membuat prototype
 - * prototype adalah model alat yang dapat berfungsi seperti alat sesungguhnya.
- Membuat karya seperti komik atau poster dengan mengambil konteks pembelajaran yang dikaitkan dengan keseharian, misalnya membuat komik bercerita tentang sulitnya menghentikan kebiasaan buruk dianalogikan dengan faktor massa dan kecepatan benda yang membuatnya sulit dihentikan.

14. Urutan Kegiatan

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan	Kompetensi yang dikembangkan	Alokasi Waktu
Pendahuluan	<p>Menyampaikan tujuan dan mempersiapkan siswa</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru membuka kegiatan pembelajaran dengan mengucapkan salam pembuka • Guru dan siswa membaca doa untuk mengawali kegiatan pembelajaran • Guru memusatkan perhatian siswa melalui presensi siswa • Guru menyampaikan tujuan pembelajaran yang harus dicapai pada pertemuan tersebut • Guru memberi motivasi kepada siswa dengan menyampaikan pentingnya mempelajari materi yang akan dibahas 	<p>Karakter : Bernalar kritis dan akhlak mulia</p>	5 menit
Kegiatan Inti	<p>Reflection</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Guru membagi siswa menjadi beberapa kelompok. ➤ Guru memberikan pertanyaan yang mengarah pada permasalahan. ➤ Guru menyampaikan masalah terkait topik yang dibahas. 	<p>Karakter : Bernalar kritis dan akhlak mulia</p>	10 menit

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Guru membagikan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). 		
	<p>Research</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Siswa mengumpulkan informasi dari berbagai sumber melalui diskusi kelompok mengenai topik yang dibahas. ➤ Guru membimbing siswa untuk dapat menerapkan konsep dalam topik yang dibahas. ➤ Guru mengiring siswa dalam menemukan pemecahan masalah tentang topik yang dibahas. ➤ Guru memberikan penilaian kelompok untuk melihat keterlibatan siswa. 	<p>Karakter : Bernalar kritis, Kreatif, dan Bergotong-royong</p>	10 menit
	<p>Discovery</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Guru mengarahkan siswa untuk membuat rancangan model. ➤ Siswa secara kelompok mempresentasikan hasil rancangan proyek. ➤ Guru menekankan kembali proses desain rekayasa (<i>engineering design</i>) 	<p>Karakter : Bergotong – royong, Bernalar kritis dan Kreatif</p>	15 menit

	<p><i>process</i>) dalam proyek yang akan dibuat siswa.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Guru meminta siswa untuk menuliskan semua gagasan dari tiap anggota kelompok. 		
	<p>Application</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Guru mengarahkan siswa untuk membuat dan menguji coba rancangan proyek di rumah dengan kerja kelompok sesuai lembar kerja yang telah dibagikan. ➤ Guru menginformasikan kepada siswa untuk mendokumentasikan seluruh kegiatan pembuatan dalam bentuk foto atau rekaman video dan melakukan uji coba proyek. ➤ Guru membimbing dan memberikan bantuan kepada kelompok yang membutuhkan bantuan. ➤ Guru melakukan penilaian produk akhir. 	<p>Karakter :</p> <p>Bernalar kritis, Kreatif, dan Bergotong – royong</p>	30 menit
	<p>Communication</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Guru menghimbau siswa untuk melakukan kegiatan presentasi. 	<p>Karakter :</p> <p>Bergotong – royong, Mandiri dan Akhlak Mulia</p>	15 menit

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Guru meminta tiap kelompok untuk mempresentasikan hasil proyek yang telah diuji coba dan melakukan percobaan sesuai dengan lembar kerja yang diberikan. ➤ Guru memberikan kesempatan kepada kelompok lain untuk bertanya. <p>Guru melakukan penilaian akhir.</p>		
Penutup	<ul style="list-style-type: none"> • Guru menyampaikan materi yang akan dibahas pada pertemuan selanjutnya • Guru dan siswa membaca doa untuk mengakhiri kegiatan pembelajaran • Guru dan siswa mengucapkan salam penutup 	<p>Karakter : Akhlah Mulia</p>	5 menit

Lembar Praktikum Peserta Didik

Satuan Pendidikan : SMA Negeri 3 Singaraja
 Mata Pelajaran : Fisika
 Kelas / Semester : XI MIPA C/2
 Pokok Bahasan : Momentum dan Impuls
 Waktu : 75 menit

IDENTITAS KELOMPOK

Nama Kelompok :
 Anggota Kelompok (No. Absen) :
 1.
 2.
 3.
 4.
 5.



Project Roket Air Sederhana

I. Tujuan :

- Untuk mengetahui hubungan roket air dengan hukum kekekalan momentum
- Untuk membuktikan prinsip kerja roket menggunakan hukum kekekalan momentum dengan alat sederhana yaitu roket air

II. Landasan Teori :

Roket air merupakan suatu permainan yang menggunakan prinsip tekanan udara. Jika dimanfaatkan pada tekanan tertentu, udara mempunyai energi untuk mendorong sesuatu. Udara yang dimanfaatkan pada roket air akan mendorong air keluar, karena lubang untuk keluarnya air yang terdorong oleh udara kecil maka mempunyai kecepatan dan energi yang cukup besar.

Air yang terdorong keluar akan mendorong udara bebas sehingga roket bisa meluncur. Komposisi air dan udara juga mempunyai perbandingan tertentu agar menghasilkan dorongan yang maksimal. Karena besarnya tekanan udara yang

dimanfaatkan harus sesuai dengan air yang diisi, sehingga pada akhirnya udara yang dimanfaatkan cukup untuk mendorong air yang diisikan ke dalam badan roket.

Prinsip dasar atau prinsip kerja roket merupakan pengaplikasian hukum kekekalan momentum serta hukum III Newton mengenai aksi – reaksi. Hukum kekekalan momentum menyatakan bahwa “*Jika resultan gaya yang bekerja pada benda sama dengan nol, maka momentum total sebelum tumbukan sama dengan momentum total setelah tumbukan*”. Hukum kekekalan momentum berlaku dimana semburan air menyebabkan roket bisa bergerak ke atas dengan kelajuan yang sangat tinggi.

$$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v'_1 + m_2v'_2$$

Hukum Newton III berbunyi “Apabila sebuah benda memberikan gaya pada benda lain, maka benda tersebut akan memberikan gaya pada benda pertama. Kedua benda tersebut memiliki besar yang sama tetapi berlawanan arah.

Momentum dimiliki oleh setiap benda yang bergerak. Semakin besar momentum suatu benda, maka makin sulit menghentikan laju gerak benda tersebut. Percepatan roket berasal dari tolakan gas yang disemburkan roket. Tiap molekul gas dapat dianggap sebagai peluru kecil yang ditembakkan roket. Jika gaya gravitasi diabaikan, maka peristiwa peluncuran roket memenuhi hukum kekekalan momentum. Mula – mula sistem roket diam, sehingga momentum nya nol. Sesudah gas menyembur keluar dari ekor roket, momentum sistem tetap. Artinya, momentum sebelum dan sesudah gas keluar sama. Berdasarkan hukum kekekalan momentum, besarnya kelajuan roket tergantung banyaknya bahan bakar yang digunakan dan besar kelajuan semburan gas.

Roket air bekerja berdasarkan prinsip dari hukum Bernoulli, hukum III Newton, hukum pascal, hukum tekanan hidrostatis, hukum kekekalan momentum yaitu penggabungan antara tekanan udara yang diberikan oleh pompa dan gaya aksi reaksi yang diberikan oleh alat peluncur dimana luas penampang (lubang botol) juga mempengaruhi roket. Peluncuran roket dapat berjalan mulus dan roket dapat meluncur ke atas dengan lancar karena tekanan yang diberikan cukup kuat dan air yang dimasukkan ke dalam roket tidak melampaui batas yang seharusnya.

III. Alat dan Bahan :

1. Alat :

- Gunting
- Cutter
- Pisau (pemotong pipa)

2. Bahan peluncur roket :

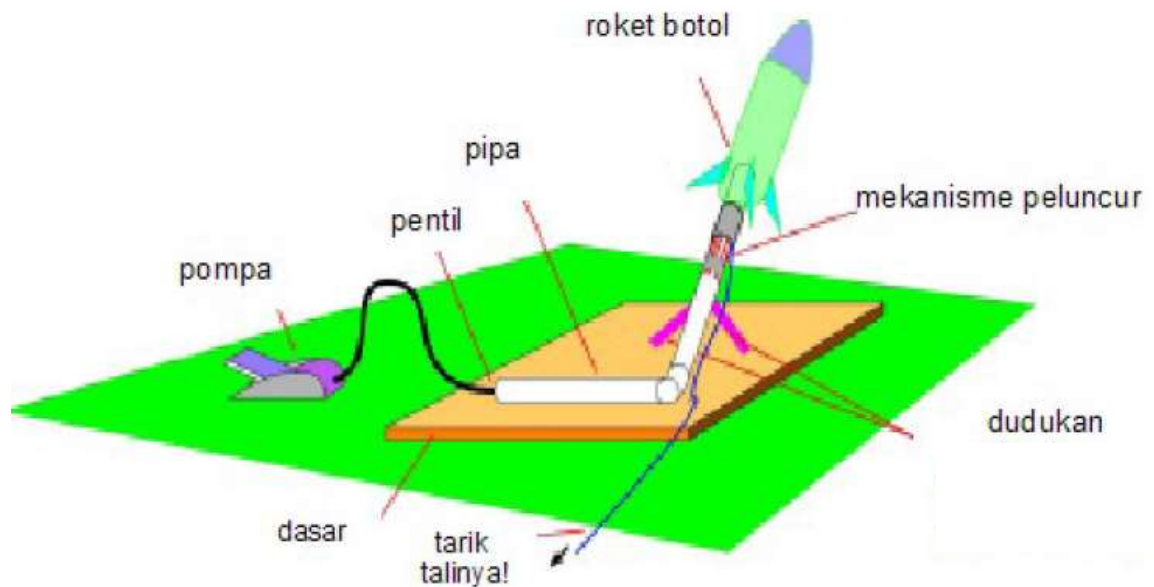
- 2 buah pipa paralon $\frac{1}{2}$ inchi sepanjang 35 cm
- 2 buah pipa paralon $\frac{1}{2}$ inchi sepanjang 30 cm
- 3 buah pipa paralon $\frac{1}{2}$ inchi sepanjang 15 cm
- 4 buah pipa paralon $\frac{1}{2}$ inchi sepanjang 10 cm
- 1 buah pipa paralon $\frac{1}{2}$ inchi sepanjang 3 cm
- 4 buah pipa paralon T
- 6 buah pipa paralon L
- Pipa Drat T dan Penghubung T Drat
- Pompa Sepeda
- Lem pipa
- Tutup Paralon
- Tali

3. Bahan pembuatan roket :

- 2 Botol mineral bekas
- Kertas Karton
- Plastisin / baterai bekas
- Pentil Ban
- Lakban
- Lem tembak



IV. Sketsa Produk :



V. Langkah – Langkah :

❖ Cara Pembuatan :

1. Siapkan seluruh alat dan bahan yang dibutuhkan
2. Siapkan pipa berukuran 35 cm, lalu sambungkan dan lem dengan pipa L, kemudian sambung dan lem dengan pipa 10 cm, sambung dan lem pipa T, dan sambung kembali dengan pipa 10 cm. Lakukan hal ini di sisi pipa sebelahnya. Setelah itu, sambungkan dengan pipa L serta pipa berukuran 35 cm dan sambungkan kembali dengan pipa L hingga membentuk persegi panjang.
3. Ambil pipa berukuran 30 cm, sambungkan ke pipa T. Lakukan di kedua ujung pipa T. Kemudian, sambungkan kembali dua sisi dengan pipa L.
4. Ambil pipa berukuran 10 cm, lalu sambungkan dengan satu sisi dan sambungkan dengan pipa T. Ambil pipa berukuran 3 cm lalu sambungkan dengan pipa T. Setelah itu, sambungkan kembali pipa berukuran 10 cm pada pipa T satunya.
5. Kemudian, sambungkan pipa 15 cm pada salah satu pipa T yang terpasang. Ambil pipa T Drat dan sambungkan pada pipa tersebut. Tambahkan pentil jalan udara dari pompa. Lalu, tambah pipa berukuran 30 cm dan lem pada salah satu ujung pipa T.
6. Pembuatan roket dapat dilakukan dengan menggabungkan plastisin menjadi satu, lalu pasang plastisin ke bagian bawah botol yang tidak di potong. Kemudian

pasang botol yang sudah di potong ke botol yang tidak di potong dan rekatkan dengan menggunakan lakban. Potong kertas karton menyerupai sirip menjadi 4 buah dan pasang di bagian samping botol menggunakan lem. Lalu, lepas tutup botol dan lubangi seukuran pentil ban. Terakhir, pasang pentil ban ke tutup botol yang sudah dilubangi.

❖ **Cara Kerja :**

1. Pastikan roket dan peluncur telah ada. Kemudian isi air dengan variasi $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$, dan tanpa air pada roket.
2. Pasangkan roket pada ujung pipa yang panjang. Sedangkan pipa Drat dipasangkan pompa melalui adanya pentil ban.
3. Lakukan secara bersamaan saat memompa dan saat memasang roket. Kemudian, tahan sampai dirasa siap untuk diluncurkan.
4. Saat sudah mau meluncur, lepas roket. Maka roket air dapat meluncur.

VI. Tabel Hasil dan Pembahasan :

❖ **Tabel**

No.	Ketinggian Air	Waktu yang ditempuh	Jarak luncur
1.	Botol diisi $\frac{1}{3}$ bagian		
2.	Botol diisi $\frac{1}{2}$ bagian		
3.	Botol tanpa diisi air		

❖ **Pembahasan**

Buatlah pembahasan dari tabel hasil percobaan !

VII. Kesimpulan :

Buatlah kesimpulan dari percobaan roket air sederhana tersebut !

MATERI

1. Momentum dan Impuls

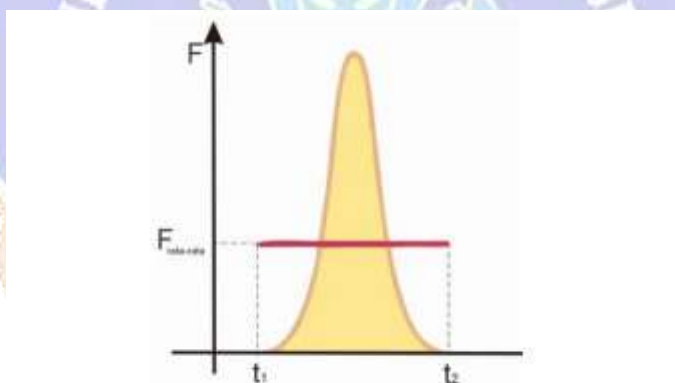
Keadaan gerak suatu benda dapat dinyatakan salah satunya melalui momentum. Momentum menunjukkan kecenderungan suatu benda yang bergerak untuk melanjutkan gerakannya. Momentum dapat juga digambarkan sebagai tingkat kesulitan menghentikan gerak benda. Momentum dapat diartikan secara matematis sebagai hasil perkalian massa dengan kecepatan.

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

Momentum juga merupakan besaran vektor yang memiliki arah sama dengan arah kecepatan benda.

Agar benda yang diam menjadi bergerak memiliki kecepatan tertentu ataupun sebaliknya, membutuhkan gaya. Gaya dapat diartikan sebagai dorongan atau tarikan. Bila gaya bekerja dalam selang waktu yang sangat singkat disebutnya gaya impulsif. Hasil kali gaya dengan waktu bekerjanya disebut impuls.

$$\vec{I} = \vec{F}\Delta t$$



Gambar 1. Gaya impulsif dan gaya rata-rata

Gaya impulsif mengalami perubahan nilai mulai dari nol kemudian meningkat dan kembali menjadi nol setelah waktu kontak selesai. Untuk memudahkan perhitungan, dapat digunakan gaya rata-rata.

Hukum Kedua Newton tentang gerak yang telah kita kenal selama ini dapat dinyatakan dalam bentuk sebagai berikut.

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

$$\vec{F} = m \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$$

$$\vec{F} = \frac{\Delta m \vec{v}}{\Delta t}$$

$$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$$

Gaya adalah laju perubahan momentum.

$$\vec{F} \Delta t = \Delta \vec{p}$$

$$\vec{I} = \Delta \vec{p}$$

$$\vec{I} = \vec{p}_{akhir} - \vec{p}_{awal}$$

Dan Impuls yang dikerjakan pada benda sama dengan perubahan momentum yang dialami benda tersebut.

2. Hukum Kekekalan Momentum

Dalam peristiwa tumbukan sentral, momentum total sistem sesaat sebelum tumbukan sama dengan momentum total sistem sesaat setelah tumbukan, asalkan tidak ada gaya luar yang bekerja pada sistem tersebut.

$$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$$

$$0 = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$$

$$0 = \Delta \vec{p}$$

$$\vec{p}_{awal} = \vec{p}_{akhir}$$

3. Tumbukan

1. Tumbukan Lenting Sempurna

Apabila tidak ada energi yang hilang selama tumbukan dan jumlah energi kinetik kedua benda sebelum dan sesudah tumbukan sama, maka tumbukan itu disebut tumbukan lenting sempurna. Pada tumbukan lenting sempurna berlaku Hukum Kekekalan Momentum dan Hukum Kekekalan Energi Kinetik.

Hukum Kekekalan Momentum :

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2$$

$$m_1 (v_1 - v'_1) = m_2 (v'_2 - v_2) \dots \dots \dots (1)$$

Hukum Kekekalan Energi Kinetik :

$$\frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} m_1 v'^2_1 + \frac{1}{2} m_2 v'^2_2$$

$$m_1 v_1^2 + m_2 v_2^2 = m_1 v'^2_1 + m_2 v'^2_2$$

$$m_1(v_1^2 + v_1'^2) = m_2(v_2'^2 - v_2^2)$$

$$m_1(v_1 - v_1')(v_1 + v_1') = m_2(v_2' - v_2)(v_2' + v_2) \dots (2)$$

Substitusikan pers (1) ke pers (2) :

$$m_2(v_2' - v_2)(v_1 + v_1') = m_2(v_2' - v_2)(v_2' + v_2)$$

$$(v_1 + v_1') = (v_2' + v_2)$$

$$v_1 - v_2 = v_2' - v_1'$$

$$1 = -\frac{v_2' - v_1'}{v_2 - v_1}$$

Bilangan 1 pada perhitungan di atas disebut koefisien restitusi (e) yang merupakan negatif perbandingan kecepatan relatif kedua benda sebelum tumbukan.

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

Untuk kondisi lenting sempurna, $e = 1$.

2. Tumbukan Lenting Sebagian

Pada tumbukan lenting sebagian, beberapa energi kinetik akan diubah menjadi energi bentuk lain seperti panas, bunyi, dan sebagainya. Akibatnya, energi kinetik sesudah tumbukan lebih kecil daripada energi kinetik sebelum tumbukan. Pada tumbukan lenting sebagian berlaku Hukum Kekekalan Momentum, tetapi tidak berlaku Hukum Kekekalan Energi Kinetik. Untuk kondisi lenting sebagian, nilai koefisien restitusi $0 < e < 1$.

3. Tumbukan Tidak Lenting

Pada tumbukan tidak lenting sama sekali, sesudah tumbukan kedua benda bersatu, sehingga kecepatan kedua benda sesudah tumbukan besarnya sama. Untuk kondisi tidak lenting sama sekali, $e = 0$.

15. Sumber Referensi

Peserta Didik	Guru
Herry Setyawan. (2020). Modul Pembelajaran Fisika: Impuls dan Momentum Linear. Jakarta : Direktorat SMA, Direktorat Jenderal PAUD, DIKDAS dan DIKMEN.	Ade Sukarna. (2019). Unit Pembelajaran Fisika Impuls dan Momentum. Jakarta : Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan Kemdikbud.

16. Daftar Pustaka

- Ade Sukarna. (2019). Unit Pembelajaran Fisika Impuls dan Momentum. Jakarta: Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan Kemdikbud
- Aris Prasetyo Nugroho, Indarti, Naila Hilmiyana Syifa. (2016). Buku Peserta Didik Fisika. Surakarta: Penerbit Mediatama.
- Bambang Haryadi. (2009). Fisika: untuk SMA/MA XI. Jakarta: Pusat Perbukuan, Depdiknas.
- Dudi Indrajit. (2009). Mudah dan Aktif Belajar Fisika: untuk SMA/MA XI. Jakarta: Pusat Perbukuan, Depdiknas
- Halliday, Resnick, dan Walker. (2010) Fisika Dasar, Edisi Ketujuh Jilid 1. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Hewitt, Paul G. 2014. Conceptual Physics 12th Edition. San Fransisco: Addison Wesley.
- Kanginan, Marthen. (2016). Fisika untuk SMA/MA. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Lang, Heather. (2009). Head First Physics. California: O'Reilly Media, Inc.
- Lasmi, Ni Ketut. 2015. Seri Pendalaman Materi (SPM) Fisika. Bandung : Penerbit Esis

17. Glosarium

Impuls = gaya yang bekerja pada suatu benda selama waktu tertentu

Momentum = keadaan gerak benda yang ditentukan massa dan kecepatannya

Koefisien restitusi = perbandingan kecepatan relatif setelah tumbukan dengan sebelum tumbukan

Tumbukan = interaksi benda melalui persentuhan secara terisolasi tanpa pengaruh gaya luar

Lampiran 3.2 Contoh RPP Kelas Kontrol

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Nama Sekolah	: SMA Negeri 3 Singaraja
Mata Pelajaran	: Fisika
Kelas/Semester	: XI MIPA B/2
Tahun Pelajaran	: 2022/2023
Materi Pokok	: Momentum, Impuls & Tumbukan
Model Pembelajaran	: Konvensional
Alokasi Waktu	: 3 X 2 JP

A. Kompetensi Inti

- KI. 1 Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
- KI. 2 Mengembangkan perilaku (jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli, santun, ramah lingkungan, gotong – royong, kerjasama, cinta damai, responsif, dan proaktif) dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan bangsa dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
- KI.3 Memahami dan menerapkan pengetahuan faktual, konseptual, prosedural dalam ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
- KI.4 Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan.

B. Kompetensi Dasar dan Indikator

Kompetensi Dasar	Indikator
<p>3.10 Menerapkan konsep momentum dan impuls, serta hukum kekekalan momentum dalam kehidupan sehari – hari</p>	<p>3.10.1 Memformulasikan konsep momentum dalam memecahkan permasalahan fisika kehidupan sehari – hari</p> <p>3.10.2 Menganalisis konsep momentum dalam memecahkan permasalahan fisika dalam kehidupan sehari – hari</p> <p>3.10.3 Menganalisis konsep impuls untuk memecahkan permasalahan fisika dalam kehidupan sehari – hari.</p> <p>3.10.4 Menganalisis hukum kekekalan momentum untuk memecahkan permasalahan fisika dalam kehidupan sehari – hari.</p> <p>3.10.5 Menganalisis konsep tumbukan dan koefisien restitusi untuk memecahkan permasalahan fisika dalam kehidupan sehari – hari.</p>
<p>4.10 Menyajikan hasil pengujian penerapan hukum kekekalan momentum, misalnya bola jatuh bebas ke lantai dan roket sederhana</p>	<p>4.10.1 Menentukan literatur yang relevan berhubungan dengan proyek</p> <p>4.10.2 Menentukan alat dan bahan dalam penyelesaian proyek</p> <p>4.10.3 Merancang sketsa produk</p> <p>4.10.4 Merancang prosedur pembuatan proyek</p> <p>4.10.5 Menyusun desain roket air sederhana.</p> <p>4.10.6 Menyusun pembahasan proyek</p> <p>4.10.7 Menarik kesimpulan pada laporan proyek.</p> <p>4.10.8 Menyajikan hasil proyek</p>

C. Tujuan Pembelajaran

Setelah mengikuti pembelajaran siswa dapat :

1. Memformulasikan konsep momentum dalam memecahkan permasalahan fisika kehidupan sehari – hari
2. Menganalisis konsep momentum dalam memecahkan permasalahan fisika dalam kehidupan sehari – hari
3. Menentukan literatur yang relevan berhubungan dengan proyek.
4. Menentukan alat dan bahan dalam penyelesaian proyek.
5. Merancang sketsa produk
6. Merancang prosedur pembuatan proyek.

D. Materi Pembelajaran

Kategori	Materi Pembelajaran
Pengetahuan Faktual	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bola yang ditendang dengan keras akan bergerak 2. Permainan adu kelerang 3. Dua mobil yang datang dari berlawanan arah dan saling bertabrakan 4. Paku yang ditancapkan dikayu lalu dipukul – pukul dengan palu 5. Memantul – mantulkan bola basket
Konseptual	<p>Momentum</p> <p>Jika terdapat dua buah benda bergerak dengan kecepatan sama, manakah yang lebih sukar kalian hentikan, benda bermassa besar atau kecil ? Jika terdapat dua buah benda bergerak dengan massa sama, manakah yang lebih sukar kalian hentikan, benda dengan kecepatan tinggi atau rendah ? Ukuran kesukaran untuk menghentikan gerakan suatu benda inilah yang disebut dengan Momentum (P). Setiap benda yang bergerak memiliki momentum. Momentum didefinisikan sebagai hasil kali massa dan kecepatan. Momentum termasuk <i>besaran vector</i>, secara matematis dapat dituliskan menjadi :</p> $P = m\vec{v}$ <p>Keterangan :</p> <p>P : Momentum (kg.m/s) m : Massa benda (kg)</p>

\vec{v} : Kecepatan benda (m/s)

Momentum adalah besaran vector, aturan yang disepakati, jika kecepatan v dan momentum P yang berarah ke kanan bernilai positif dan kecepatan v dan momentum P yang berarah ke kiri bernilai negatif, seperti gambar dibawah ini.



Gambar vektor

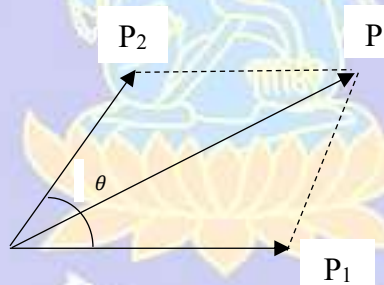
momentum P_1 dan P_2

$$P_1 = mv_1$$

$$P_2 = -mv_2$$

Oleh karena momentum adalah besaran vector, maka penjumlahan momentum mengikuti aturan penjumlahan vector. Misalnya, penjumlahan dua vector momentum P_1 dan P_2 yang saling membentuk sudut θ seperti gambar dibawah ini dapat ditulis.

$$P = P_1 + P_2$$



Gambar Resultan Momentum P_1 dan P_2

Besaran vektor P dinyatakan oleh.

$$P = \sqrt{P_1^2 + P_2^2 + P_1 P_2 \cos \theta}$$

Impuls

Bola yang diam akan bergerak ketika diberikan gaya kepada bola dengan cara menendangnya. Gaya tendangan yang diberikan tersebut termasuk gaya kontak yang bekerja hanya dalam selang waktu yang singkat. Gaya tersebut disebut dengan gaya impulsif. Jadi, gaya impulsive mengawali suatu percepatan dan menyebabkan bola bergerak cepat dan semakin cepat.

Apabila rata – rata dari gaya impulsif (\vec{F}) dikalikan dengan selang waktu (Δt) selama gaya impuls bekerja disebut dengan *Impuls* (I), secara matematis dapat dituliskan menjadi :

$$I = \vec{F}\Delta t$$

Hubungan Momentum dan Impuls

Berdasarkan hukum II Newton di dapatkan bahwa :

$$F = ma$$

$$F = m \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$F = \frac{\Delta mv}{\Delta t}$$

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$$

$$F\Delta t = \Delta p$$

$$I = \Delta p$$

Jadi, berdasarkan persamaan diatas, diketahui bahwa besarnya impuls akan sama dengan perubahan dari momentum benda tersebut.

$$I = \Delta p$$

$$I = p_{akhir} - p_{awal}$$

$$I = mv_{akhir} - mv_{awal}$$

Keterangan :

I = Impuls (Ns)

P = Momentum (kg m/s)

m = massa benda (kg)

v_{akhir} = kecepatan benda setelah tumbukan (m/s)

v_{awal} = kecepatan benda sebelum tumbukan (m/s)

Hukum Kekekalan Momentum

Hukum kekekalan momentum berbunyi “*Dalam peristiwa tumbukan sentral, momentum total sistem sesaat sebelum tumbukan sama dengan momentum total sistem sesaat setelah tumbukan, asalkan tidak ada gaya luar yang bekerja pada system*”

	$P_{sebelum} = P_{sesudah}$ $P_A + P_B = P'_A + P'_B$ $m_A v_A + m_B v_B = m_A v'_A + m_B v'_B$
	<p>Keterangan :</p> <p>m_A : massa benda A (kg)</p> <p>m_B : massa benda B (kg)</p> <p>v_A : kecepatan benda A sebelum tumbukan (m/s)</p> <p>v_B : kecepatan benda B sebelum tumbukan (m/s)</p> <p>v'_A : kecepatan benda A setelah tumbukan (m/s)</p> <p>v'_B : kecepatan benda B setelah tumbukan (m/s)</p>

E. Pendekatan/Model/Metode Pembelajaran

1. Pendekatan : *Scientific*
2. Model : Konvensional
3. Metode : Ceramah dan diskusi

F. Media, Alat dan Sumber Pembelajaran

1. Media : LKPD dan Power Point
2. Alat dan Bahan : Laptop, papan tulis, spidol
3. Sumber Belajar : LKPD sekolah, sumber lain yang relevan

G. Langkah – Langkah Pembelajaran

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan	Kompetensi yang dikembangkan	Alokasi Waktu
Pendahuluan	<p>Menyampaikan tujuan dan mempersiapkan siswa</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru membuka kegiatan pembelajaran dengan mengucapkan salam pembuka • Guru dan siswa membaca doa untuk mengawali kegiatan pembelajaran 	<p>Karakter : Rasa ingin tahu dan religius</p> <p>Pendekatan : Mengamati dan mengkomunikasikan</p>	10 menit

	<ul style="list-style-type: none"> • Guru memusatkan perhatian siswa melalui presensi siswa • Guru menyampaikan KD dan tujuan pembelajaran yang harus dicapai pada pertemuan tersebut • Guru memberi motivasi kepada siswa dengan menyampaikan pentingnya mempelajari materi yang akan dibahas 		
Kegiatan Inti	<p>Menyajikan informasi berupa pengetahuan atau keterampilan</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru menyampaikan penjelasan secara umum terkait materi yang akan dibahas • Siswa memahami dan mencatat informasi terkait materi yang telah disampaikan oleh guru • Siswa membentuk kelompok dengan jumlah anggota sebanyak 5 – 6 orang • Siswa diberikan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) • Siswa menentukan sumber – sumber belajar yang relevan sebagai acuan dalam memecahkan masalah pada LKPD secara mandiri 	<p>Karakter : Kerja sama, bertanggung jawab, rasa ingin tahu dan kritis</p> <p>Pendekatan : Menanya, menalar, dan mengkomunikasikan</p>	40 menit
	<p>Membimbing pelatihan</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru membimbing siswa dalam menyelesaikan soal – soal yang terdapat pada LKPD 	<p>Karakter : Kerja sama, rasa ingin tahu, kritis, dan literasi</p> <p>Pendekatan :</p>	20 menit

	<ul style="list-style-type: none"> • Siswa mengerjakan tugas dalam bentuk LKPD yang telah diberikan oleh guru • Guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk bertanya apabila terdapat hal – hal yang belum dipahami 	Menanya, menalar, dan mengkomunikasikan	
	<p>Mengecek pemahaman dan memberikan umpan balik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru memeriksa LKPD yang telah dikerjakan oleh siswa • Guru memberikan komentar terhadap hasil tugas yang telah dikerjakan oleh siswa • Guru membuat kesimpulan terkait materi pelajaran yang telah diajarkan pada pertemuan berlangsung • Siswa memahami dan mencatat kesimpulan terkait materi pelajaran yang telah disampaikan oleh guru 	<p>Karakter : Kerja sama dan rasa ingin tahu</p> <p>Pendekatan : Mengamati, menanya dan mengkomunikasikan</p>	10 menit
	<p>Memberikan kesempatan Latihan lanjutan</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru mempersiapkan kesempatan untuk melakukan latihan lanjutan dengan memberikan tugas tambahan kepada siswa • Siswa mengerjakan tugas tambahan yang diberikan oleh guru sebagai bentuk latihan lanjutan sekaligus pemahaman secara lebih mendalam terkait materi yang telah diajarkan 	<p>Karakter : Rasa ingin tahu dan bertanggung jawab</p>	5 menit

	oleh guru pada pertemuan berlangsung		
Penutup	<ul style="list-style-type: none"> • Guru menyampaikan materi yang akan dibahas pada pertemuan selanjutnya • Guru dan siswa membaca doa untuk mengakhiri kegiatan pembelajaran • Guru dan siswa mengucapkan salam penutup 	Karakter : Rasa ingin tahu dan religius	5 menit

H. Penilaian

No.	Aspek	Teknik	Bentuk Instrumen
1.	Sikap Spiritual a. Mengucapkan salam b. Berdoa sebelum dan sesudah pembelajaran c. Toleransi antar umat beragama d. Menghargai ciptaan Tuhan	Observasi	Lembar Pengamatan Sikap Spiritual (terlampir)
2.	Sosial a. Rasa ingin tahu b. Kritis dalam mengeksplorasi dan mengasosiasi informasi c. Bekerja sama dalam mengeksplorasi dan mengasosiasi informasi d. Bertanggung jawab terhadap tugas yang diberikan e. Jujur dalam menyelesaikan tugas yang diberikan	Observasi	Lembar Pengamatan Sikap Sosial (terlampir)
3.	Kognitif a. Memformulasikan konsep momentum dalam memecahkan permasalahan fisika kehidupan sehari – hari b. Menganalisis konsep momentum dalam memecahkan permasalahan fisika dalam kehidupan sehari – hari	LKPD dan Tugas Mandiri	LKPD dan Tugas Mandiri (terlampir)
4.	Keterampilan a. Terampil mempresentasikan hasil diskusi b. Terampil berargumentasi	Observasi	Lembar Pengamatan Psikomotor (terlampir)

Lampiran 1. Instrumen Penilaian Sikap Spiritual

LEMBAR OBSERVASI

PENILAIAN SIKAP SPIRITUAL

Mata Pelajaran : Fisika

Kelas/Semester : XI MIPA B/2

Materi : Momentum

No	Nama Siswa	Skor Untuk Sikap Spiritual			Skor	Nilai	Predikat
		Berdoa	Mengucapkan salam	Menghargai Umat Lain			
1.	Ayu Meisya Rosdianti						
2.	Desak Komang Oktaviani						
3.	Desak Made Windy Puspita Sari						
4.	Gede Arya Krisnanta						
5.	Gede Sucipta Yoga Udiyana						
6.	I Ketut Dendi Aryadi						
7.	I Putu Adi Ariada						
8.	Ida Bagus Gede Aditya						
9.	Ida Bagus Komang Trisna Ari Anggara						
10.	I Putu Satria Wiratama						
11.	Kadek Anjastha Dwi Putra						
12.	Ketut Krisnayanti						
13.	Komang Ayu Pratnia Paramita						
14.	Komang Darma Putra						
15.	Komang Diva Tridewangga						
16.	Komang Gita Maharani Putri						
17.	Komang Radina Kusumayoni						
18.	Komang Rio Darmawan						
19.	Komang Sinar Suriani Ayu Dalem						
20.	Made Dwi Aryani						
21.	Muhammad Zola						
22.	Ni Komang Ayu Melinda Putri						
23.	Ni Komang Resmi Kawitri						
24.	Ni Luh Diandra Kasania						
25.	Ni Luh Putu Aulia Putri Cantika Dewi						
26.	Ni Putu Pesona Siung Gayatrih						
27.	Ni Putu Sri Nadira Narayani						
28.	Nyoman Hardi Widana						
29.	Putu Sri Kusuma Ardani						
30.	Yolanda Aegistiya Putri Antika						

RUBRIK PENILAIAN SIKAP SPIRITUAL

Aspek	Skor	Indikator
Berdoa	4	Selalu berdoa dengan sungguh – sungguh sebelum dan sesudah melakukan sesuatu
	3	Sering berdoa dengan sungguh – sungguh sebelum dan sesudah melakukan sesuatu
	2	Kadang – kadang berdoa dengan sungguh – sungguh sebelum dan sesudah melakukan sesuatu
	1	Tidak pernah berdoa dengan sungguh – sungguh sebelum dan sesudah melakukan sesuatu
Mengucapkan Salam	4	Selalu mengucapkan salam sebelum dan sesudah kegiatan pembelajaran dengan baik dan benar
	3	Sering mengucapkan salam sebelum dan sesudah kegiatan pembelajaran dengan baik dan benar
	2	Kadang – kadang mengucapkan salam sebelum dan sesudah kegiatan pembelajaran dengan baik dan benar
	1	Tidak pernah mengucapkan salam sebelum dan sesudah kegiatan pembelajaran dengan baik dan benar
Menghargai Umat Lain	4	Selalu menghargai dan menghormati teman yang beragama lain
	3	Sering menghargai dan menghormati teman yang beragama lain
	2	Kadang – kadang menghargai dan menghormati teman yang beragama lain
	1	Tidak pernah menghargai dan menghormati teman yang beragama lain

Keterangan :

1. Skor maksimal = jumlah sikap × skor terbaik
(dari contoh diatas skor maksimal = 3 × 4 = 12)
2. Nilai sikap = (jumlah skor perolehan : skor maksimal) × 4
3. Nilai sikap dikualifikasikan menjadi predikat sebagai berikut :
SB = Sangat Baik = 4, B = Baik = 3, C = Cukup = 2, K = Kurang = 1

Lampiran 2. Instrumen Penilaian Sikap Sosial

LEMBAR OBSERVASI
PENILAIAN SIKAP SOSIAL

Mata Pelajaran : Fisika

Kelas/Semester : XI MIPA B/2

Materi : Momentum

No.	Nama Siswa	Skor Untuk Sikap Sosial					Skor	Nilai	Predikat
		Rasa Ingin Tahu	Bekerja Sama	Tanggung Jawab	Kritis	Jujur			
1.	Ayu Meisya Rosdianti								
2.	Desak Komang Oktaviani								
3.	Desak Made Windy Puspita Sari								
4.	Gede Arya Krisnanta								
5.	Gede Sucipta Yoga Udiyana								
6.	I Ketut Dendi Aryadi								
7.	I Putu Adi Ariada								
8.	Ida Bagus Gede Aditya								
9.	Ida Bagus Komang Trisna Ari Anggara								
10.	I Putu Satria Wiratama								
11.	Kadek Anjastha Dwi Putra								
12.	Ketut Krisnayanti								
13.	Komang Ayu Pratnia Paramita								
14.	Komang Darma Putra								
15.	Komang Diva Tridewangga								
16.	Komang Gita Maharani Putri								
17.	Komang Radina Kusumayoni								
18.	Komang Rio Darmawan								
19.	Komang Sinar Suriani Ayu Dalem								
20.	Made Dwi Aryani								
21.	Muhammad Zola								
22.	Ni Komang Ayu Melinda Putri								
23.	Ni Komang Resmi Kawitri								
24.	Ni Luh Diandra Kasania								
25.	Ni Luh Putu Aulia Putri Cantika Dewi								
26.	Ni Putu Pesona Siung Gayatrih								
27.	Ni Putu Sri Nadira Narayani								
28.	Nyoman Hardi Widana								
29.	Putu Sri Kusuma Ardani								
30.	Yolanda Aegistiya Putri Antika								

RUBRIK PENILAIAN SIKAP SOSIAL

Aspek	Skor	Indikator
Rasa Ingin Tahu	4	Selalu bertanya dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber
	3	Sering bertanya dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber
	2	Kadang – kadang bertanya dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber
	1	Tidak pernah bertanya dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber
Bekerja Sama	4	Selalu bekerja sama dengan teman kelompok
	3	Sering bekerja sama dengan teman kelompok
	2	Kadang – kadang bekerja sama dengan teman kelompok
	1	Tidak pernah bekerja sama dengan teman kelompok
Tanggung Jawab	4	Selalu bertanggung jawab dengan tugas yang diberikan
	3	Sering bertanggung jawab dengan tugas yang diberikan
	2	Kadang – kadang bertanggung jawab dengan tugas yang diberikan
	1	Tidak pernah bertanggung jawab dengan tugas yang diberikan
Kritis	4	Selalu kritis dalam mengasosiasi/menganalisis data dan menanggapi pertanyaan/permasalahan
	3	Sering kritis dalam mengasosiasi/menganalisis data dan menanggapi pertanyaan/permasalahan
	2	Kadang – kadang kritis dalam mengasosiasi/menganalisis data dan menanggapi pertanyaan/permasalahan
	1	Tidak pernah kritis dalam mengasosiasi/menganalisis data dan menanggapi pertanyaan/permasalahan
Jujur	4	Selalu menjawab pertanyaan yang diberikan dengan jujur
	3	Sering menjawab pertanyaan yang diberikan dengan jujur
	2	Kadang – kadang menjawab pertanyaan yang diberikan dengan jujur
	1	Tidak pernah menjawab pertanyaan yang diberikan dengan jujur

Keterangan :

1. Skor maksimal = jumlah sikap × skor terbaik
(dari contoh diatas skor maksimal = 5 × 4 = 20)
2. Nilai sikap = (jumlah skor perolehan : skor maksimal) × 4
3. Nilai sikap dikualifikasikan menjadi predikat sebagai berikut :
SB = Sangat Baik = 4, B = Baik = 3, C = Cukup = 2, K = Kurang = 1

Lampiran 3. Instrumen Penilaian Kognitif**LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK**

Satuan Pendidikan : SMA Negeri 3 Singaraja
 Mata Pelajaran : Fisika
 Kelas / Semester : XI MIPA B/2
 Pokok Bahasan : Momentum dan Impuls
 Waktu : 40 Menit

**A. Kompetensi Dasar**

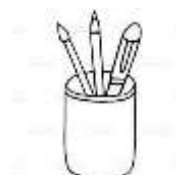
- 3.10 Menerapkan konsep momentum dan impuls, serta hukum kekekalan momentum dalam kehidupan sehari – hari
- 4.10 Menyajikan hasil pengujian penerapan hukum kekekalan momentum, misalnya bola jatuh bebas ke lantai dan roket sederhana

B. Indikator Pembelajaran

- 3.10.1 Memformulasikan konsep momentum dalam memecahkan permasalahan fisika kehidupan sehari – hari
- 3.10.2 Menganalisis konsep momentum dalam memecahkan permasalahan fisika dalam kehidupan sehari – hari
- 4.10.1 Mempresentasikan hasil analisis Mengenai momentum

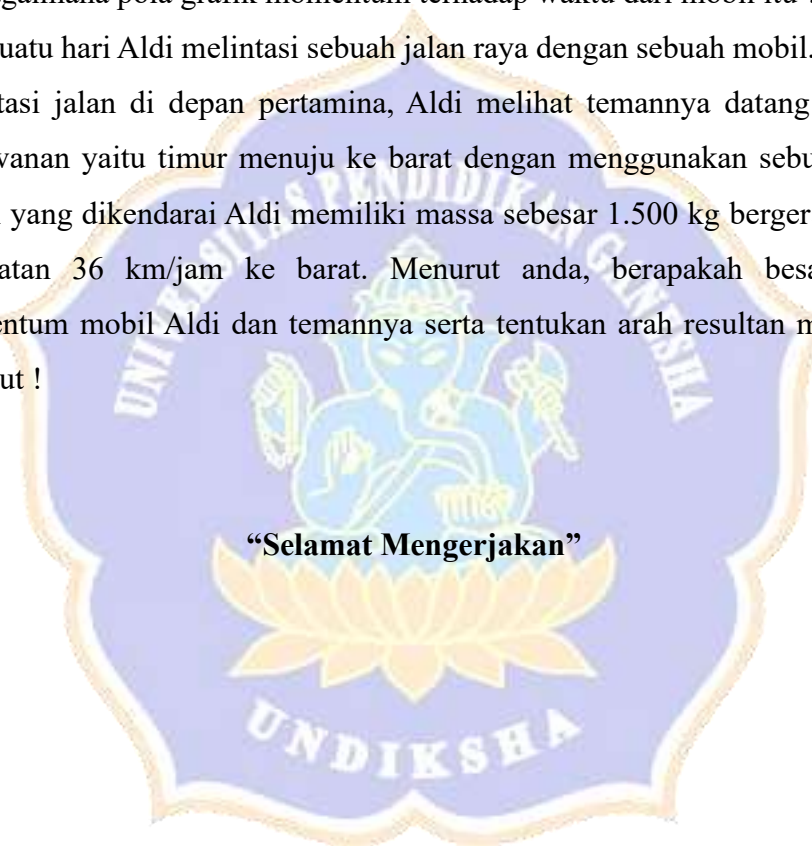
Anggota Kelompok (Nama/No. Absen) :

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.



LATIHAN SOAL

1. Kelereng bermassa 500 gram dijatuhkan dari ketinggian 5m. Jika setelah menumbuk lantai kelereng memantul sehingga mencapai saat kecepatan 3 m/s ($g = 10 \text{ m/s}^2$), Analisislah, berapa besar impulsnya !
2. Sebuah mobil bermassa 200 kg bergerak dengan kecepatan tetap 36 km/jam, maka tentukanlah :
 - a.) Berapakah momentum mobil tersebut ?
 - b.) Bagaimana pola grafik momentum terhadap waktu dari mobil itu ?
3. Pada suatu hari Aldi melintasi sebuah jalan raya dengan sebuah mobil. Pada saat melintasi jalan di depan pertamina, Aldi melihat temannya datang dari arah berlawanan yaitu timur menuju ke barat dengan menggunakan sebuah mobil. Mobil yang dikendarai Aldi memiliki massa sebesar 1.500 kg bergerak dengan kecepatan 36 km/jam ke barat. Menurut anda, berapakah besar jumlah momentum mobil Aldi dan temannya serta tentukan arah resultan momentum tersebut !



Jawaban Latihan Soal

No.	Solusi
1.	<p>Diketahui :</p> $m = 500 \text{ gram} = 0,5 \text{ kg}$ $h = 5 \text{ m}$ $v' = 3 \text{ m/s}$ $g = 10 \text{ m/s}^2$ <p>Ditanya : $I = \dots ?$</p> <p>Jawab :</p> <p>Saat dijatuhkan ke bawah, kelereng tersebut mengalami gerak jatuh bebas, maka kecepatan awalnya sama dengan nol, maka :</p> $v_t^2 = v_0^2 + 2gh$ $v_t^2 = 0 + 2gh$ $v_t = \sqrt{2gh}$ <p>Sehingga, kecepatan kelereng ketika menumbuk :</p> $v = \sqrt{2gh}$ $v = \sqrt{2(10)(5)}$ $v = \sqrt{100}$ $v = 10 \text{ m/s}$ <p>Jika kecepatan saat menumbuk dan arahnya ke bawah dinyatakan dengan $+v'$, sedangkan setelah menumbuk dan arahnya ke atas dinyatakan dengan $-v'$.</p> <p>Hubungan impuls dan momentum :</p> $I = \Delta p$ $I = m(v' - v)$ $I = 0,5 (-3 - 10)$ $I = -6,5 \text{ Ns}$ <p>Tanda negatif menyatakan arah, sehingga besar impulsnya adalah 6,5 Ns.</p>
2.	<p>Diketahui :</p> $m = 200 \text{ kg}$ $v = 36 \text{ km/jam}$

Ditanya :

a.) $p = \dots?$

b.) Grafik (p-t)

Jawab :

a.) Mencari momentum mobil tersebut

$$p = mv$$

$$p = (200 \text{ kg})(10 \text{ m/s})$$

$$p = 2.000 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$$

b.) Menentukan pola grafik momentum terhadap waktu dari mobil tersebut

Oleh karena mobil bergerak dengan kecepatan tetap 10 m/s, momentum mobil selalu tetap sehingga grafik p-t berupa garis lurus sejajar sumbu waktu.



3. **Diketahui :**

Massa mobil Aldi (m_A) = 1.500 kg

Kecepatan mobil Aldi (v_A) = 54 km/jam \rightarrow 15 m/s

Massa mobil teman Aldi (m_{TA}) = 1.200 kg

Kecepatan mobil teman Aldi (v_{TA}) = - 36 km/jam \rightarrow - 10 m/s

Ditanya :

p dan arah resultan momentum mobil keduanya ?

Jawab :

Mencari momentum mobil Aldi

$$P_A = m_A v_A$$

$$P_A = (1.500 \text{ kg}) (15 \text{ m/s})$$

$$P_A = 22.500 \text{ kgm/s}$$

Mencari momentum mobil teman Aldi

$$P_{TA} = m_{TA} v_{TA}$$

$$P_{TA} = (1.200 \text{ kg}) (-10 \text{ m/s})$$

$$P_{TA} = -12.000 \text{ kgm/s}$$

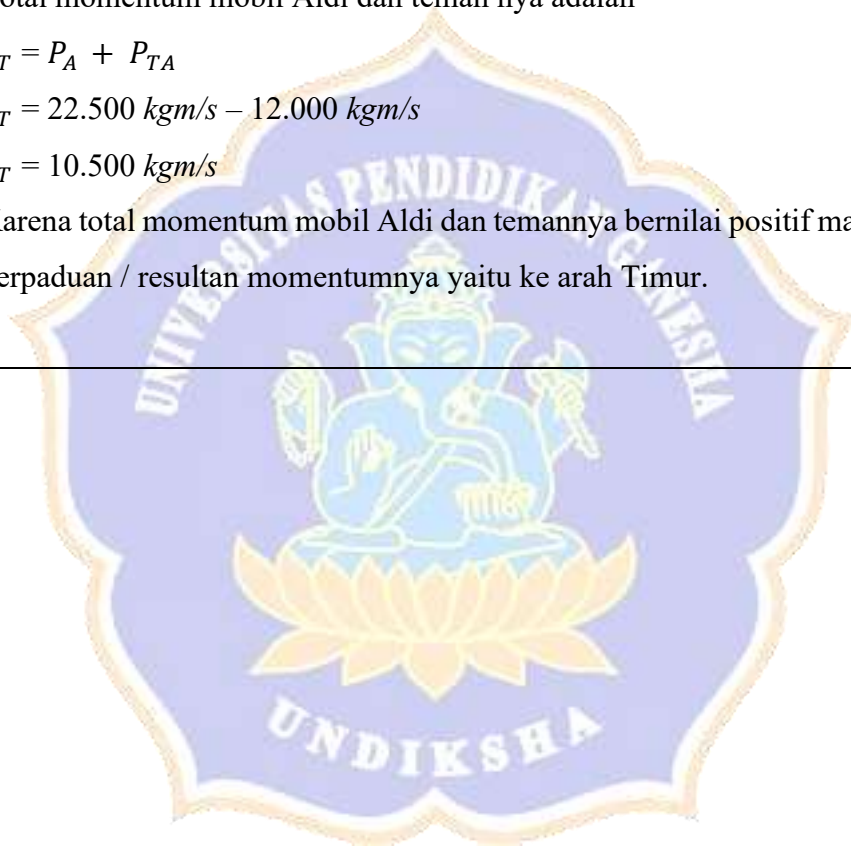
Total momentum mobil Aldi dan temannya adalah

$$P_T = P_A + P_{TA}$$

$$P_T = 22.500 \text{ kgm/s} - 12.000 \text{ kgm/s}$$

$$P_T = 10.500 \text{ kgm/s}$$

Karena total momentum mobil Aldi dan temannya bernilai positif maka arah perpaduan / resultan momentumnya yaitu ke arah Timur.



TUGAS RUMAH

Mata Pelajaran : Fisika
Sub Bahasan : Momentum dan Impuls
Kelas : XI MIPA B



- 1.) Seorang anak membawa sebuah bola kasti dan anak tersebut menjatuhkan bola kasti ke tanah. Bola kasti tersebut bermassa 40 gram jatuh dari ketinggian 2 meter. Setelah menumbuk tanah bola kasti terpantul kembali setinggi 1,5 meter. Dari peristiwa tersebut, manakah yang memiliki momentum lebih besar antara momentum bola kasti sebelum dan setelah menumbuk tanah ! ($g = 10 \text{ m/s}^2$)
- 2.) Bola X yang massanya 2 kg bergerak ke kanan dengan kecepatan 20 m/s menumbuk bola Y yang sedang bergerak ke kiri dengan kecepatan 10 m/s. Jika massa bola Y sebesar 2 kg dan mengalami tumbukan lenting sempurna, maka analisisla kecepatan X setelah mengalami tumbukan !
- 3.) Perhatikan rentetan peristiwa berikut ini.
 - a. Peluru yang menumbuk balok pada ayunan balistik
 - b. Pemukul menumbuk bola kasti yang datang ke arahnya
 - c. Panah yang dilemparkan ke papan bidik kemudian menancap pada papan
 - d. Bola billiard merah yang menumbuk bola billiard putih yang diam, setelah tumbukan bola billiard putih bergerak sedangkan bola billiard merah diam.
 - e. Seorang nelayan yang melompat dari perahu.

Kategorikanlah peristiwa – peristiwa diatas menjadi peristiwa tumbukan lenting sempurna, tumbukan lenting sebagian dan peristiwa tak lenting. Jelaskan bagaimana cara untuk mengkategorikannya !

“Selamat Bekerja”

KUNCI JAWABAN TUGAS RUMAH

No.	Solusi
1.	<p>Diketahui :</p> $m = 40 \text{ gr} = 0,04 \text{ kg}$ $h_1 = 2 \text{ m}$ $h_2 = 1,5 \text{ m}$ $g = 10 \text{ m/s}^2$ <p>Ditanya : Manakah yang memiliki momentum lebih besar antara momentum bola kasti sebelum dan setelah menumbuk tanah !</p> <p>Jawab :</p> <p>Untuk menghitung kecepatan bola sebelum dan setelah menumbuk tanah digunakan hukum kekekalan energi :</p> $E_p = E_k$ $mgh = \frac{1}{2}mv^2$ $v_1 = \sqrt{2gh_1}$ $v_1 = \sqrt{2(10 \text{ m/s}^2)(2\text{m})}$ $v_1 = \sqrt{40}$ $v_1 = 6,32 \text{ m/s (ke arah atas)}$ $v_2 = \sqrt{2gh_2}$ $v_2 = \sqrt{2(10 \text{ m/s}^2)(1,5\text{m})}$ $v_2 = \sqrt{30}$ $v_2 = 5,48 \text{ m/s (ke arah bawah)}$ $p_1 = mv_1$ $p_1 = 0,04 (6,32)$ $p_1 = 0,253 \text{ kgm/s (sebelum menumbuk tanah)}$ $p_2 = mv_2$ $p_2 = 0,04 (5,48)$

	<p>$p_2 = 0,220 \text{ kgm/s}$ (setelah menumbuk tanah)</p> <p>Jadi, momentum bola sebelum menumbuk tanah sebesar $0,253 \text{ kgm/s}$ dan setelah menumbuk tanah sebesar $0,220 \text{ kgm/s}$, sehingga yang memiliki momentum lebih besar adalah momentum bola sebelum menumbuk tanah.</p>
2.	<p>Diketahui :</p> <p>$m_x = 2 \text{ kg}$</p> <p>$m_y = 2 \text{ kg}$</p> <p>$e = 1$ karena lenting sempurna</p> <p>$v_x = 20 \text{ m/s}$</p> <p>$v_y = 10 \text{ m/s}$</p> <p>Ditanya : v'_x ?</p> <p>Jawab :</p> <p>➤ $P = P'$</p> <p>$mv_x + mv_y = mv'_x + mv'_y$</p> <p>$v_x + v_y = v'_x + v'_y$</p> <p>$20 - 10 = v'_x + v'_y$</p> <p>$10 = v'_x + v'_y$ (persamaan 1)</p> <p>➤ $e = \frac{-(v'_x - v'_y)}{v_x - v_y}$</p> <p>$v_x - v_y = -(v'_x - v'_y)$</p> <p>$20 - (-10) = -(v'_x - v'_y)$</p> <p>$30 = -(v'_x - v'_y)$</p> <p>$(v'_x - v'_y) = -30$ (persamaan 2)</p> <p>Jumlahkan persamaan 1 dengan persamaan 2 :</p> $\begin{aligned} v'_x + v'_y &= 10 \\ v'_x - v'_y &= -30 \\ \hline 2v'_x &= -20 \\ v'_x &= -10 \end{aligned}$
3.	<p>Diketahui : Terdapat 5 peristiwa tumbukan</p> <p>Ditanya : Kategorikanlah peristiwa – peristiwa diatas menjadi peristiwa tumbukan lenting sempurna, tumbukan lenting Sebagian dan peristiwa tak lenting.</p> <p>Jawab :</p>

Untuk mengkategorikan peristiwa tersebut dapat dilakukan dengan menganalisis berlaku atau tidaknya hukum kekekalan energi mekanik, khususnya energi kinetik. Dua buah benda dikatakan mengalami tumbukan lenting sempurna jika pada tumbukan tersebut tidak terjadi kehilangan energi kinetik. Sehingga energi kinetik total kedua benda sebelum dan sesudah tumbukan adalah tetap. Pada peristiwa tumbukan tidak lenting sama sekali, kecepatan benda sesudah tumbukan sama besar (benda yang bertumbukan saling melekat). Jika benda – benda yang bertumbukan mengalami pengurangan energi kinetik, maka peristiwa tersebut merupakan peristiwa tumbukan lenting Sebagian. Sehingga peristiwa – peristiwa diatas dapat dikategorikan sebagai berikut :

- Tumbukan lenting sempurna
 - Bola *billiard* merah yang menumbuk bola *billiard* putih yang diam, setelah tumbukan bola *billiard* putih bergerak sedangkan bola *billiard* merah diam.
- Tumbukan lenting Sebagian
 - Pemukul menumbuk bola kasti yang datang kearahnya
 - Seorang nelayan yang melompat dari perahu
- Tumbukan tidak lenting
 - Panah yang dilemparkan ke papan bidik kemudian menancap pada papan
 - Peluru yang menumbuk balok pada ayunan balistik

RUBRIK PENILAIAN LATIHAN SOAL DAN TUGAS RUMAH

Model Hitungan (Penerapan Konsep)

No.	Kriteria	Skor
1.	Merumuskan yang diketahui secara tepat, merumuskan yang ditanyakan secara tepat, menuliskan rumus yang berkaitan dengan konsep secara benar, mensubstitusi angka dalam rumus secara benar dan melakukan perhitungan dengan satuan yang benar.	5
2.	Merumuskan yang diketahui secara tepat, merumuskan yang ditanyakan secara tepat, menuliskan rumus yang berkaitan dengan konsep secara benar, mensubstitusi angka dalam rumus secara benar dan melakukan perhitungan dengan satuan yang salah.	4
3.	Merumuskan yang diketahui secara tepat, merumuskan yang ditanyakan secara tepat, menuliskan rumus yang berkaitan dengan konsep secara benar	3
4.	Merumuskan yang diketahui secara tepat, merumuskan yang ditanyakan secara tepat	2
5.	Merumuskan yang diketahui dalam perhitungan secara tepat	1
6.	Tidak menjawab	0

$$\text{Nilai} = \frac{\sum \text{skor}}{\text{skor maksimum}} \times 100$$

Model Argumentasi (Pemahaman Konsep)

No.	Kriteria	Skor
1.	Permasalahan diidentifikasi secara tepat, konsep dipilih untuk memecahkan masalah tepat, hubungan antara konsep di deskripsikan secara jelas dan logis, dan argumentasi yang disajikan mendalam.	4
2.	Permasalahan diidentifikasi secara tepat, konsep dipilih untuk memecahkan masalah tepat, hubungan antara konsep di deskripsikan secara jelas dan logis, dan argumentasi yang disajikan kurang mendalam.	3
3.	Permasalahan diidentifikasi secara tepat, konsep dipilih untuk memecahkan masalah tepat, hubungan antara konsep tidak di deskripsikan secara jelas dan logis, dan argumentasi yang disajikan kurang mendalam.	2
4.	Permasalahan diidentifikasi secara tepat, konsep dipilih untuk memecahkan masalah tidak tepat, hubungan antara konsep di deskripsikan secara jelas dan logis, dan argumentasi yang disajikan kurang mendalam.	1
5.	Permasalahan tidak diidentifikasi secara tepat, konsep dipilih untuk memecahkan masalah tidak tepat, hubungan antara konsep tidak di deskripsikan secara jelas dan logis, atau tidak menjawab .	0

$$\text{Nilai} = \frac{\sum \text{skor}}{\text{skor maksimum}} \times 100$$

Lampiran 4. Instrumen Penilaian Keterampilan

**LEMBAR OBSERVASI
DISKUSI KELAS**

Mata Pelajaran : Fisika

Kelas / Semester : XI MIPA B/2

Materi : Momentum


No.	Nama Siswa	Aspek yang dinilai						Skor Total
		1	2	3	4	5	6	
1.	Ayu Meisya Rosdianti							
2.	Desak Komang Oktaviani							
3.	Desak Made Windy Puspita Sari							
4.	Gede Arya Krisnanta							
5.	Gede Sucipta Yoga Udiyana							
6.	I Ketut Dendi Aryadi							
7.	I Putu Adi Ariada							
8.	Ida Bagus Gede Aditya							
9.	Ida Bagus Komang Trisna Ari Anggara							
10.	I Putu Satria Wiratama							
11.	Kadek Anjastha Dwi Putra							
12.	Ketut Krisnayanti							
13.	Komang Ayu Pratnia Paramita							
14.	Komang Darma Putra							
15.	Komang Diva Tridewangga							
16.	Komang Gita Maharani Putri							
17.	Komang Radina Kusumayoni							
18.	Komang Rio Darmawan							
19.	Komang Sinar Suriani Ayu Dalem							
20.	Made Dwi Aryani							
21.	Muhammad Zola							
22.	Ni Komang Ayu Melinda Putri							
23.	Ni Komang Resmi Kawitri							
24.	Ni Luh Diandra Kasania							
25.	Ni Luh Putu Aulia Putri Cantika Dewi							
26.	Ni Putu Pesona Siung Gayatrih							
27.	Ni Putu Sri Nadira Narayani							
28.	Nyoman Hardi Widana							
29.	Putu Sri Kusuma Ardani							
30.	Yolanda Aegistiya Putri Antika							

Aspek yang dinilai

1. Kemampuan mengemukakan pendapat
2. Kemampuan memberikan argumentasi
3. Kemampuan memberikan kritik
4. Kemampuan mengajukan pertanyaan
5. Kemampuan menggunakan Bahasa yang baik
6. Kelancaran berbicara

Penskoran

- Tidak baik : 1
Kurang baik : 2
Cukup baik : 3
Baik : 4
Sangat Baik : 5


$$\text{Nilai} = \frac{\sum \text{skor}}{\text{skor maksimum}} \times 100$$

LEMBAR OBSERVASI
PENILAIAN KETERAMPILAN
(MENGKOMUNIKASIKAN)

Mata Pelajaran : Fisika

Kelas/Semester : XI MIPA B/2

Materi : Momentum

No.	Nama Siswa	Kinerja Presentasi		Skor	Nilai	Predikat
		Visualisasi	Konten			
1.	Ayu Meisya Rosdianti					
2.	Desak Komang Oktaviani					
3.	Desak Made Windy Puspita Sari					
4.	Gede Arya Krisnanta					
5.	Gede Sucipta Yoga Udiyana					
6.	I Ketut Dendi Aryadi					
7.	I Putu Adi Ariada					
8.	Ida Bagus Gede Aditya					
9.	Ida Bagus Komang Trisna Ari Anggara					
10.	I Putu Satria Wiratama					
11.	Kadek Anjastha Dwi Putra					
12.	Ketut Krisnayanti					
13.	Komang Ayu Pratnia Paramita					
14.	Komang Darma Putra					
15.	Komang Diva Tridewangga					
16.	Komang Gita Maharani Putri					
17.	Komang Radina Kusumayoni					
18.	Komang Rio Darmawan					
19.	Komang Sinar Suriani Ayu Dalem					
20.	Made Dwi Aryani					
21.	Muhammad Zola					
22.	Ni Komang Ayu Melinda Putri					
23.	Ni Komang Resmi Kawitri					
24.	Ni Luh Diandra Kasania					
25.	Ni Luh Putu Aulia Putri Cantika Dewi					
26.	Ni Putu Pesona Siung Gayatrih					
27.	Ni Putu Sri Nadira Narayani					
28.	Nyoman Hardi Widana					
29.	Putu Sri Kusuma Ardani					
30.	Yolanda Aegistiya Putri Antika					

RUBRIK PENELITIAN KETERAMPILAN PRESENTASI

Aspek	Skor	Indikator
Visualisasi	4	Presentasi dengan bahasa yang jelas dan lancar dengan sikap yang baik
	3	Presentasi dengan bahasa yang kurang jelas dan lancar dengan sikap yang baik
	2	Presentasi dengan bahasa yang tidak jelas dan lancar dengan sikap yang baik
	1	Presentasi dengan bahasa yang tidak jelas dan tidak lancar dengan sikap yang baik
Konten	4	Tepat, jelas, dan lengkap sesuai dengan konten yang dibahas
	3	Tepat, jelas, dan tidak lengkap sesuai dengan konten yang dibahas
	2	Tepat, tidak jelas, dan tidak lengkap sesuai dengan konten yang dibahas
	1	Salah, tidak jelas, dan tidak lengkap sesuai dengan konten yang dibahas

Keterangan:

1. Skor maksimal = Jumlah sikap \times skor terbaik
(dari contoh di atas, maka skor maksimal = $2 \times 4 = 8$)
2. Nilai sikap = (Jumlah perolehan skor \div skor maksimal) \times 4
3. Nilai sikap akan dikualifikasikan menjadi beberapa predikat yaitu, sebagai berikut.

A = Sangat Baik = 4	B = Baik = 3
C = Cukup = 2	D = Kurang = 1

LAMPIRAN 4

DATA HASIL PENELITIAN

Lampiran 4.1 Data Hasil *Pretest* Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Fisika Siswa

Kelompok Eksperimen

Lampiran 4.2 Data Hasil *Pretest* Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Fisika Siswa

Kelompok Kontrol

Lampiran 4.3 Data Hasil *Posttest* Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Fisika

Siswa Kelompok Eksperimen

Lampiran 4.4 Data Hasil *Posttest* Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Fisika

Siswa Kelompok Kontrol



Lampiran 4.1 Data Hasil *Pretest* Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Fisika Siswa Kelas Eksperimen

Data Hasil *Pretest* Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Fisika Siswa Kelas Eksperimen (Model *Project Based Learning* Berorientasi *STEM*)

No.	Nama Siswa	Butir Soal					
		1	2	3	4	5	6
1.	Ayu Pradnya Mahayani	3	4	1	1	4	1
2.	Desak Nyoman Sulastari	2	1	0	1	4	1
3.	Gede Adi Saputra	2	2	0	1	4	1
4.	Gede Aditya Satya Nugraha	2	2	0	0	4	1
5.	Gede Budi Karmawan	2	2	0	0	4	1
6.	Gede Divayana Yusanta	2	1	0	1	1	1
7.	I Gede Bayu Sudi Prayoga	2	1	0	1	4	1
8.	I Komang Sadu Aradia	2	2	1	0	4	1
9.	I Nyoman Ardhi Dharma Saputra	1	0	0	3	0	0
10.	Kadek Abimana Wirayudha	2	2	0	0	1	0
11.	Kadek Dea Rinda Cahyanti	2	2	0	1	4	0
12.	Ketut Anggun Ernila Dwi Mahadewi	2	4	1	0	1	4
13.	Ketut Anom Tri Widayani	2	2	0	0	4	0
14.	Ketut Surya Aldi Winata	2	2	1	1	1	4
15.	Komang Agus Juliawan	1	0	0	0	4	0
16.	Komang Alit Darma Yoga	2	3	0	1	4	1
17.	Komang Andayani	2	1	3	0	1	0
18.	Komang Maha Yuni	1	0	0	0	2	0
19.	Komang Trisna Raditya Wiguna	2	1	1	1	4	0
20.	Luh Gita Pratiwi Indrayani	2	0	1	0	1	1
21.	Luh Jenita Widya Ningsih	2	2	0	4	0	0
22.	Made Aria Widura	2	2	3	1	0	1
23.	Ni Ketut Ari Krisna Narastiti	3	2	4	0	0	4
24.	Ni Ketut Rian Sukri Rahayu	3	2	0	0	4	0
25.	Ni Putu Ning Ayu Nirmala	2	0	0	0	4	0
26.	Putu Dipa Pratama	2	2	0	1	4	1
27.	Putu Gita Wulandari Putri	3	3	0	1	4	0
28.	Putu Resti Anggelina	2	1	2	0	1	0
29.	Putu Tegar Suriadi	2	0	0	0	4	0
30.	Verri Agus Oliveira	2	2	1	0	4	0

No.	Nama Siswa	Butir Soal						Total
		7	8	9	10	11	12	
1.	Ayu Pradnya Mahayani	2	1	1	4	0	0	46
2.	Desak Nyoman Sulastari	4	4	0	4	0	0	44
3.	Gede Adi Saputra	2	4	0	4	0	0	42
4.	Gede Aditya Satya Nugraha	0	0	3	4	0	0	34
5.	Gede Budi Karmawan	4	4	0	4	2	0	48
6.	Gede Divayana Yusanta	1	1	1	3	2	2	34
7.	I Gede Bayu Sudi Prayoga	1	4	0	4	0	0	38
8.	I Komang Sadu Aradia	2	4	0	4	0	0	44
9.	I Nyoman Ardhi Dharma Saputra	3	3	0	0	0	0	21
10.	Kadek Abimana Wirayudha	0	0	0	4	0	4	27
11.	Kadek Dea Rinda Cahyanti	2	4	0	3	0	0	38
12.	Ketut Anggun Ernila Dwi Mahadewi	1	0	0	4	0	0	35
13.	Ketut Anom Tri Widayani	0	4	2	4	0	0	38
14.	Ketut Surya Aldi Winata	1	0	0	4	2	2	42
15.	Komang Agus Juliawan	0	4	0	4	0	0	27
16.	Komang Alit Darma Yoga	1	4	0	1	2	0	40
17.	Komang Andayani	1	4	2	0	0	0	29
18.	Komang Maha Yuni	4	3	0	0	0	0	21
19.	Komang Trisna Raditya Wiguna	0	0	4	0	0	0	27
20.	Luh Gita Pratiwi Indrayani	1	1	1	4	2	2	34
21.	Luh Jenita Widya Ningsih	0	4	0	4	3	3	45
22.	Made Aria Widura	4	4	4	1	3	0	52
23.	Ni Ketut Ari Krisna Narastiti	1	4	0	0	0	0	38
24.	Ni Ketut Rian Sukri Rahayu	0	4	0	4	0	0	35
25.	Ni Putu Ning Ayu Nirmala	4	0	0	4	0	0	30
26.	Putu Dipa Pratama	2	0	3	0	0	0	31
27.	Putu Gita Wulandari Putri	0	4	0	4	0	0	40
28.	Putu Resti Anggelina	2	4	2	0	0	0	29
29.	Putu Tegar Suriadi	2	4	0	0	0	0	25
30.	Verri Agus Oliveira	0	4	0	0	0	0	27

Lampiran 4.2 Data Hasil *Pretest* Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Fisika Siswa Kelas Kontrol

Data Hasil *Pretest* Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Fisika Siswa Kelas Kontrol (Model Pembelajaran Konvensional)

No.	Nama Siswa	Butir Soal					
		1	2	3	4	5	6
1.	Ayu Meisya Rosdianti	2	4	1	1	4	2
2.	Desak Komang Oktaviani	2	4	1	1	4	2
3.	Desak Made Windy Puspita Sari	2	4	0	0	4	2
4.	Gede Arya Krisnanta	2	0	0	0	4	0
5.	Gede Sucipta Yoga Udiyana	1	1	2	2	4	2
6.	I Ketut Dendi Aryadi	2	4	0	0	4	0
7.	I Putu Adi Ariada	2	0	0	0	3	0
8.	Ida Bagus Gede Aditya	2	0	1	0	4	2
9.	Ida Bagus Komang Trisna Ari Anggara	2	0	1	0	4	1
10.	I Putu Satria Wiratama	2	0	1	0	4	1
11.	Kadek Anjastha Dwi Putra	2	0	1	0	4	2
12.	Ketut Krisnayanti	2	1	1	0	4	2
13.	Komang Ayu Pratnia Paramita	2	0	1	0	0	2
14.	Komang Darma Putra	2	1	1	0	4	1
15.	Komang Diva Tridewangga	2	1	0	0	4	1
16.	Komang Gita Maharani Putri	2	2	1	0	4	2
17.	Komang Radina Kusumayoni	2	0	1	0	4	2
18.	Komang Rio Darmawan	2	0	0	0	4	2
19.	Komang Sinar Suriani Ayu Dalem	2	0	2	1	2	0
20.	Made Dwi Aryani	1	0	2	1	1	1
21.	Muhammad Zola	2	1	0	1	4	1
22.	Ni Komang Ayu Melinda Putri	2	0	1	1	4	0
23.	Ni Komang Resmi Kawitri	1	0	1	1	2	0
24.	Ni Luh Diandra Kasania	2	1	0	0	4	0
25.	Ni Luh Putu Aulia Putri Cantika Dewi	1	0	1	1	4	0
26.	Ni Putu Pesona Siung Gayatrih	2	0	0	0	1	2
27.	Ni Putu Sri Nadira Narayani	1	1	2	1	2	0
28.	Nyoman Hardi Widana	2	4	0	0	4	0
29.	Putu Sri Kusuma Ardani	2	0	0	0	0	2
30.	Yolanda Aegistiya Putri Antika	0	2	0	1	4	0

No.	Nama Siswa	Butir Soal						Total
		7	8	9	10	11	12	
1.	Ayu Meisya Rosdianti	2	4	0	4	0	0	50
2.	Desak Komang Oktaviani	2	4	0	2	0	0	46
3.	Desak Made Windy Puspita Sari	4	2	0	0	0	0	33
4.	Gede Arya Krisnanta	0	0	0	4	0	0	21
5.	Gede Sucipta Yoga Udiyana	2	2	0	0	0	0	33
6.	I Ketut Dendi Aryadi	1	1	0	0	0	0	25
7.	I Putu Adi Ariada	4	4	0	0	0	0	27
8.	Ida Bagus Gede Aditya	4	4	0	0	0	1	38
9.	Ida Bagus Komang Trisna Ari Anggara	4	0	0	2	0	0	29
10.	I Putu Satria Wiratama	0	2	1	0	0	0	23
11.	Kadek Anjastha Dwi Putra	1	4	0	4	1	1	42
12.	Ketut Krisnayanti	2	1	0	2	0	0	31
13.	Komang Ayu Pratnia Paramita	1	4	0	4	1	2	35
14.	Komang Darma Putra	1	0	1	1	0	3	31
15.	Komang Diva Tridewangga	0	4	1	1	0	2	33
16.	Komang Gita Maharani Putri	0	4	0	4	0	1	42
17.	Komang Radina Kusumayoni	0	4	0	4	0	0	35
18.	Komang Rio Darmawan	0	2	0	0	0	2	25
19.	Komang Sinar Suriani Ayu Dalem	1	2	2	1	2	0	31
20.	Made Dwi Aryani	1	2	1	1	3	2	33
21.	Muhammad Zola	0	4	0	0	3	2	38
22.	Ni Komang Ayu Melinda Putri	4	4	1	0	0	0	35
23.	Ni Komang Resmi Kawitri	4	4	1	0	3	0	35
24.	Ni Luh Diandra Kasania	0	4	0	0	0	0	23
25.	Ni Luh Putu Aulia Putri Cantika Dewi	4	4	1	0	3	0	40
26.	Ni Putu Pesona Siung Gayatrih	0	4	0	4	0	0	27
27.	Ni Putu Sri Nadira Narayani	4	4	2	0	2	1	42
28.	Nyoman Hardi Widana	0	4	0	0	0	0	29
29.	Putu Sri Kusuma Ardani	0	3	0	1	0	0	17
30.	Yolanda Aegistiya Putri Antika	2	2	0	2	0	0	27

Lampiran 4.3 Data Hasil *Posttest* Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Fisika Siswa Kelas Eksperimen

Data Hasil *Posttest* Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Fisika Siswa Kelas Eksperimen (Model *Project Based Learning* Berorientasi *STEM*)

No.	Nama Siswa	Butir Soal					
		1	2	3	4	5	6
1.	Ayu Pradnya Mahayani	4	2	1	4	4	4
2.	Desak Nyoman Sulastari	3	2	0	4	0	4
3.	Gede Adi Saputra	4	2	1	4	4	4
4.	Gede Aditya Satya Nugraha	4	1	2	4	0	4
5.	Gede Budi Karmawan	4	1	2	4	0	4
6.	Gede Divayana Yusanta	4	2	0	4	2	4
7.	I Gede Bayu Sudi Prayoga	2	2	1	4	0	4
8.	I Komang Sadu Aradia	4	1	1	4	3	4
9.	I Nyoman Ardhi Dharma Saputra	4	2	0	4	0	4
10.	Kadek Abimana Wirayudha	4	2	1	4	2	4
11.	Kadek Dea Rinda Cahyanti	4	2	0	4	2	4
12.	Ketut Anggun Ernila Dwi Mahadewi	4	2	2	4	0	4
13.	Ketut Anom Tri Widyani	4	2	1	4	0	4
14.	Ketut Surya Aldi Winata	4	2	0	4	3	4
15.	Komang Agus Juliawan	4	2	0	4	2	4
16.	Komang Alit Darma Yoga	4	2	0	3	2	4
17.	Komang Andayani	4	1	1	4	0	4
18.	Komang Maha Yuni	4	2	2	4	0	4
19.	Komang Trisna Raditya Wiguna	2	2	1	3	0	3
20.	Luh Gita Pratiwi Indrayani	4	2	1	4	0	4
21.	Luh Jenita Widya Ningsih	2	2	1	3	2	3
22.	Made Aria Widura	2	2	0	2	0	3
23.	Ni Ketut Ari Krisna Narastiti	3	2	0	4	4	4
24.	Ni Ketut Rian Sukri Rahayu	4	2	0	4	0	4
25.	Ni Putu Ning Ayu Nirmala	4	2	0	4	2	4
26.	Putu Dipa Pratama	4	2	2	4	2	4
27.	Putu Gita Wulandari Putri	4	2	0	4	4	4
28.	Putu Resti Anggelina	4	1	0	4	1	4
29.	Putu Tegar Suriadi	3	1	0	4	1	4
30.	Verri Agus Oliveira	4	2	1	4	4	4

No.	Nama Siswa	Butir Soal						Total
		7	8	9	10	11	12	
1.	Ayu Pradnya Mahayani	4	1	4	4	0	2	71
2.	Desak Nyoman Sulastari	4	2	4	4	2	3	67
3.	Gede Adi Saputra	4	1	4	4	0	4	75
4.	Gede Aditya Satya Nugraha	4	1	3	3	3	3	67
5.	Gede Budi Karmawan	4	1	3	4	2	0	60
6.	Gede Divayana Yusanta	4	2	3	4	0	4	69
7.	I Gede Bayu Sudi Prayoga	4	2	2	1	4	4	63
8.	I Komang Sadu Aradia	4	2	4	4	3	2	75
9.	I Nyoman Ardhi Dharma Saputra	4	1	2	2	4	1	58
10.	Kadek Abimana Wirayudha	4	1	4	4	2	2	71
11.	Kadek Dea Rinda Cahyanti	4	1	2	1	4	3	65
12.	Ketut Anggun Ernila Dwi Mahadewi	4	4	4	4	0	3	73
13.	Ketut Anom Tri Widayani	4	2	4	1	3	3	67
14.	Ketut Surya Aldi Winata	4	1	2	2	2	0	58
15.	Komang Agus Juliawan	4	1	4	4	3	4	75
16.	Komang Alit Darma Yoga	4	1	4	4	3	0	65
17.	Komang Andayani	4	4	4	4	2	3	73
18.	Komang Maha Yuni	4	1	3	4	2	0	63
19.	Komang Trisna Raditya Wiguna	3	2	2	4	4	3	60
20.	Luh Gita Pratiwi Indrayani	4	1	4	4	3	4	73
21.	Luh Jenita Widya Ningsih	3	2	3	2	4	3	63
22.	Made Aria Widura	3	4	4	4	3	4	65
23.	Ni Ketut Ari Krisna Narastiti	4	1	4	2	2	4	71
24.	Ni Ketut Rian Sukri Rahayu	4	2	4	2	2	3	65
25.	Ni Putu Ning Ayu Nirmala	4	1	4	4	0	0	60
26.	Putu Dipa Pratama	4	1	3	4	0	1	65
27.	Putu Gita Wulandari Putri	4	1	4	3	0	0	63
28.	Putu Resti Anggelina	4	4	4	2	2	2	67
29.	Putu Tegar Suriadi	4	2	4	1	3	3	63
30.	Verri Agus Oliveira	3	1	2	1	3	4	69

Lampiran 4.4 Data Hasil *Posttest* Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Fisika Siswa Kelas Kontrol

Data Hasil *Posttest* Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Fisika Siswa Kelas Kontrol (Model Pembelajaran Konvensional)

No.	Nama Siswa	Butir Soal					
		1	2	3	4	5	6
1.	Ayu Meisya Rosdianti	1	1	1	4	4	4
2.	Desak Komang Oktaviani	2	1	2	4	4	4
3.	Desak Made Windy Puspita Sari	4	1	1	4	4	4
4.	Gede Arya Krisnanta	4	1	0	4	4	4
5.	Gede Sucipta Yoga Udiyana	2	1	1	4	2	4
6.	I Ketut Dendi Aryadi	3	1	0	4	4	4
7.	I Putu Adi Ariada	3	1	1	2	2	3
8.	Ida Bagus Gede Aditya	3	2	0	4	2	4
9.	Ida Bagus Komang Trisna Ari Anggara	4	2	2	4	1	4
10.	I Putu Satria Wiratama	2	1	0	4	1	4
11.	Kadek Anjastha Dwi Putra	3	1	0	4	2	4
12.	Ketut Krisnayanti	4	1	0	4	4	4
13.	Komang Ayu Pratnia Paramita	3	2	1	4	2	4
14.	Komang Darma Putra	2	1	2	2	2	2
15.	Komang Diva Tridewangga	4	1	0	4	1	4
16.	Komang Gita Maharani Putri	4	1	0	4	2	4
17.	Komang Radina Kusumayoni	4	2	2	4	1	4
18.	Komang Rio Darmawan	1	1	0	4	1	4
19.	Komang Sinar Suriani Ayu Dalem	2	1	2	4	1	4
20.	Made Dwi Aryani	1	1	0	4	2	4
21.	Muhammad Zola	4	1	1	4	1	4
22.	Ni Komang Ayu Melinda Putri	2	1	2	4	2	4
23.	Ni Komang Resmi Kawitri	3	2	1	4	1	4
24.	Ni Luh Diandra Kasania	4	1	0	4	1	4
25.	Ni Luh Putu Aulia Putri Cantika Dewi	4	1	1	4	1	4
26.	Ni Putu Pesona Siung Gayatrih	4	1	0	4	1	1
27.	Ni Putu Sri Nadira Narayani	4	1	2	4	4	4
28.	Nyoman Hardi Widana	3	2	1	3	3	2
29.	Putu Sri Kusuma Ardani	3	2	1	2	3	2
30.	Yolanda Aegistiya Putri Antika	4	1	2	4	2	4

No.	Nama Siswa	Butir Soal						Total
		7	8	9	10	11	12	
1.	Ayu Meisya Rosdianti	4	4	4	4	2	1	71
2.	Desak Komang Oktaviani	2	4	4	4	1	3	73
3.	Desak Made Windy Puspita Sari	1	4	4	4	1	0	67
4.	Gede Arya Krisnanta	2	4	3	4	0	0	63
5.	Gede Sucipta Yoga Udiyana	2	2	2	3	3	3	60
6.	I Ketut Dendi Aryadi	4	4	0	4	2	2	67
7.	I Putu Adi Ariada	1	3	2	4	3	0	52
8.	Ida Bagus Gede Aditya	2	2	2	4	4	4	69
9.	Ida Bagus Komang Trisna Ari Anggara	1	3	2	4	3	2	67
10.	I Putu Satria Wiratama	2	2	2	4	4	2	58
11.	Kadek Anjastha Dwi Putra	3	2	2	4	4	4	69
12.	Ketut Krisnayanti	2	4	0	4	1	2	63
13.	Komang Ayu Pratnia Paramita	2	1	2	4	3	0	58
14.	Komang Darma Putra	2	3	2	4	4	4	63
15.	Komang Diva Tridewangga	2	3	3	2	4	3	65
16.	Komang Gita Maharani Putri	1	2	2	4	3	4	65
17.	Komang Radina Kusumayoni	1	2	0	4	3	0	56
18.	Komang Rio Darmawan	2	2	2	4	4	4	60
19.	Komang Sinar Suriani Ayu Dalem	1	4	3	4	2	2	63
20.	Made Dwi Aryani	1	4	0	4	4	4	60
21.	Muhammad Zola	2	2	1	3	4	3	63
22.	Ni Komang Ayu Melinda Putri	2	3	0	2	4	3	60
23.	Ni Komang Resmi Kawitri	1	2	0	4	3	3	58
24.	Ni Luh Diandra Kasania	2	2	1	4	3	2	58
25.	Ni Luh Putu Aulia Putri Cantika Dewi	2	2	2	4	4	3	67
26.	Ni Putu Pesona Siung Gayatrih	1	2	3	4	4	4	60
27.	Ni Putu Sri Nadira Narayani	1	4	0	3	2	4	69
28.	Nyoman Hardi Widana	2	2	2	3	4	3	63
29.	Putu Sri Kusuma Ardani	2	2	2	2	2	3	54
30.	Yolanda Aegistiya Putri Antika	1	2	1	4	3	4	67

LAMPIRAN 5

ANALISIS DATA

Lampiran 5.1 *Output SPSS* Analisis Hasil Uji Normalitas

Lampiran 5.2 *Output SPSS* Analisis Hasil Uji Homogenitas

Lampiran 5.3 *Output SPSS* Analisis Hasil Uji Linearitas

Lampiran 5.4 *Output SPSS* Analisis Hasil Uji Analisis Kovarian (ANAKOVA) Satu

Jalur

Lampiran 5.5 Hasil Analisis LSD



Lampiran 5.1 *Output SPSS Analisis Hasil Uji Normalitas*

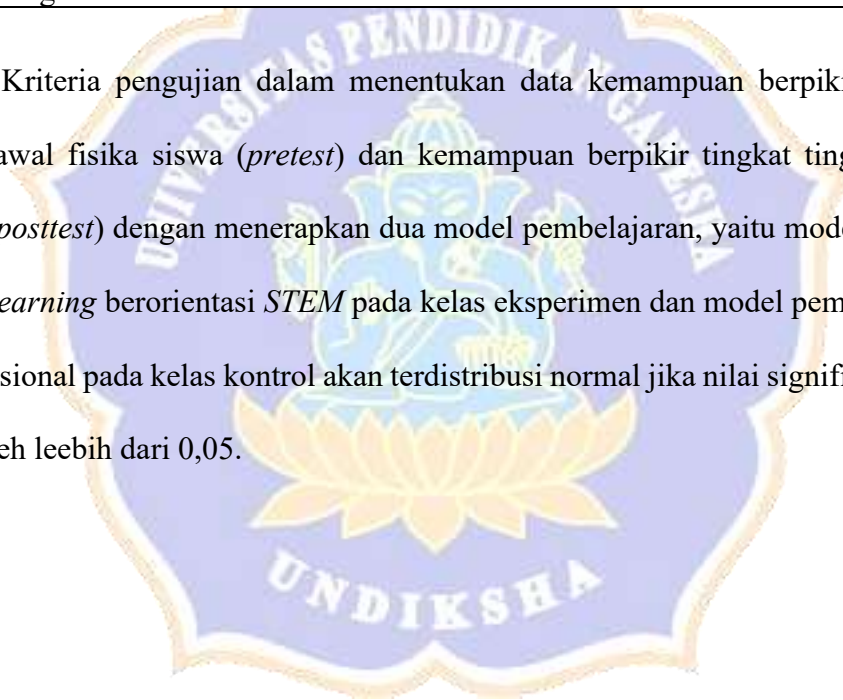
ANALISIS NORMALITAS DATA

Tests of Normality							
	MODEL	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
PRETEST	MODEL PjBL-STEM	.095	30	.200*	.976	30	.723
	MODEL KONVENSIONAL	.107	30	.200*	.988	30	.973
POSTTEST	MODEL PjBL-STEM	.125	30	.200*	.949	30	.156
	MODEL KONVENSIONAL	.120	30	.200*	.976	30	.705

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Kriteria pengujian dalam menentukan data kemampuan berpikir tingkat tinggi awal fisika siswa (*pretest*) dan kemampuan berpikir tingkat tinggi fisika siswa (*posttest*) dengan menerapkan dua model pembelajaran, yaitu model *project based learning* berorientasi *STEM* pada kelas eksperimen dan model pembelajaran konvensional pada kelas kontrol akan terdistribusi normal jika nilai signifikan yang diperoleh lebih dari 0,05.



Lampiran 5.2 Output SPSS Analisis Hasil Uji Homogenitas

ANALISIS HOMOGENITAS DATA

Test of Homogeneity of Variance					
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
PRETEST	Based on Mean	.355	1	58	.554
	Based on Median	.353	1	58	.555
	Based on Median and with adjusted df	.353	1	57.801	.555
	Based on trimmed mean	.345	1	58	.559
POSTTEST	Based on Mean	.043	1	58	.837
	Based on Median	.049	1	58	.826
	Based on Median and with adjusted df	.049	1	57.858	.826
	Based on trimmed mean	.048	1	58	.828

Kriteria yang digunakan pada uji homogenitas adalah data kemampuan berpikir tingkat tinggi awal fisika siswa (*pretest*) dan data kemampuan berpikir tingkat tinggi fisika siswa (*posttest*) akan memiliki varian yang sama untuk kedua kelas perlakuan, yakni kelas model *project based learning* berorientasi *STEM* dan kelas model konvensional jika nilai signifikansi yang lebih besar dari 0,05 di lihat dari angka pada *Based on Mean*.

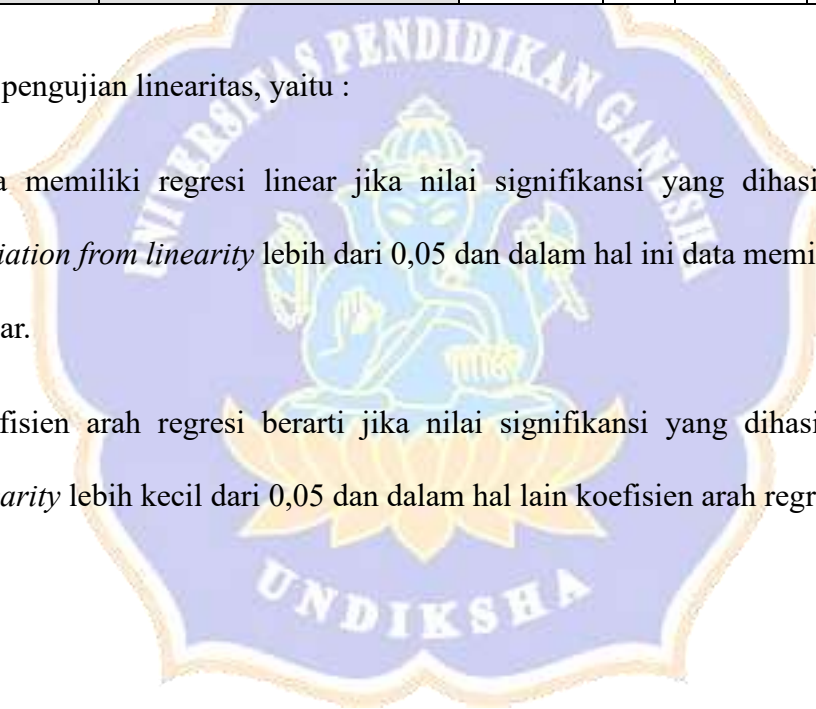
Lampiran 5.3 *Output SPSS Analisis Hasil Uji Linearitas*

ANALISIS LINEARITAS

ANOVA Table							
			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
POST TEST * PRE TEST	Between Groups	(Combined)	741.860	19	39.045	1.593	.106
		Linearity	230.747	1	230.747	9.415	.004
		Deviation from Linearity	511.113	18	28.395	1.159	.338
	Within Groups		980.324	40	24.508		
	Total		1722.183	59			

Kriteria pengujian linearitas, yaitu :

- 1.) Data memiliki regresi linear jika nilai signifikansi yang dihasilkan pada *deviation from linearity* lebih dari 0,05 dan dalam hal ini data memiliki regresi linear.
- 2.) Koefisien arah regresi berarti jika nilai signifikansi yang dihasilkan pada *linearity* lebih kecil dari 0,05 dan dalam hal lain koefisien arah regresi berarti.



Lampiran 5.4 *Output SPSS Analisis Kovarian (ANAKOVA) Satu Jalur*

ANALISIS ANAKOVA

Between-Subjects Factors			
		Value Label	N
Kelas	1	Model PjBL-STEM	30
	2	Model Konvensional	30

Descriptive Statistics			
Dependent Variable: Nilai Posttest			
Kelas	Mean	Std. Deviation	N
Model PjBL-STEM	70.03	2.913	30
Model Konvensional	62.93	5.105	30
Total	68.48	5.211	60

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: NILAI POSTTEST					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F*	Sig.
Corrected Model	7569.546 ^a	2	3784.773	64,542	.001
Intercept	15751.725	1	15751.725	268,604	.004
PRETEST	764.196	1	7164.196	12,226	.000
MODEL	2138.800	1	2138.800	36.471	.001
Error	3342.637	57	58.643		
Total	303535.000	60			
Corrected Total	10722.183	59			

a. R Squared = .684 (Adjusted R Squared = .674)

Kriteria dalam pengujian ini adalah jika nilai signifikansi (*sig*) yang diperoleh dari perhitungan lebih kecil dari nilai signifikansi yang ditentukan ($p = 0,05$) maka nilai hitung F_{hitung} yang diperoleh signifikan menunjukkan H_1 diterima dan H_0 ditolak.

Lampiran 5.5 Hasil Analisis LSD

ANALISIS LSD

Estimates				
Dependent Variable: POSTTEST				
Kelas	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Model PjBL-STEM	69.144 ^a	.715	67.534	70.575
Model Konvensional	63.189 ^a	.715	61.758	65.620

a. Covariates appearing in the model are evaluated at the following values: PRETEST = 33.95.

Pairwise Comparisons						
Dependent Variable: POST TEST						
(I) MODEL	(J) MODEL	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^b	
					Lower Bound	Upper Bound
Model PjBL-STEM	Model Konvensional	5.956 [*]	1.019	.000	3.915	7.996
Model Konvensional	Model PjBL-STEM	-5.956 [*]	1.019	.000	-7.996	-3.915

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the .05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

Univariate Tests					
Dependent Variable: POST TEST					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	205.350	1	205.350	36.471	.001

Error	1516.833	58	26.152		
The F tests the effect of MODEL. This test is based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.					

Perbedaan signifikansi nilai kemampuan berpikir tingkat tinggi fisika siswa kelas yang belajar dengan model *project based learning* berorientasi *STEM* dan model konvensional adalah $\Delta\mu^* = \mu(I)^* - \mu(J)^* = 4,956$. Berdasarkan hasil SPSS diatas dihasilkan bahwa :

$$LSD = t_{\frac{\alpha}{2}, N-a} \sqrt{MS_E \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}$$

Keterangan :

α = Taraf signifikansi

N = Jumlah sampel total

a = Jumlah kelompok

MS_E = Mean square error

n_1 = Jumlah sampel kelompok pertama

n_2 = Jumlah sampel kelompok kedua

Maka nilai $t_{tabel} = t_{(0,025;59)} = 2,00100$. Berdasarkan ANAKOVA satu jalur diperoleh nilai MS_E untuk kemampuan berpikir tingkat tinggi fisika siswa sebesar 58,643 , maka besar penolakan LSD sebagai berikut.

$$LSD = t_{\alpha/2, N-a} \sqrt{MS_E \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}$$

$$LSD = 2,00100 \sqrt{(58,643) \left(\frac{1}{30} + \frac{1}{30} \right)}$$

$$LSD = 2,00100 \sqrt{(58,643)(0,066)}$$

$$LSD = 2,00100 \sqrt{3,870438}$$

$$LSD = (2,00100)(1,96734287809)$$

$$LSD = 3,937$$

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah diuraikan dapat diinterpretasikan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai rata – rata kemampuan berpikir tingkat tinggi fisika siswa kelompok perlakuan model *project based learning* berorientasi *STEM* dan kelompok perlakuan model pembelajaran konvensional. Kemampuan berpikir tingkat tinggi fisika siswa dengan menerapkan model *Project based learning* berorientasi *STEM* lebih tinggi daripada kemampuan berpikir tingkat tinggi fisika siswa dengan menerapkan model pembelajaran konvensional.



LAMPIRAN 6

DATA HASIL PENELITIAN PER DIMENSI

Lampiran 6.1 Hasil *Pretest* dan *Posttest* Masing – Masing Kelompok Perlakuan

Lampiran 6.2 Hasil *Pretest* Siswa Setiap Dimensi Masing – Masing Kelompok
Perlakuan

Lampiran 6.3 Hasil *Posttest* Siswa Setiap Dimensi Masing – Masing Kelompok
Perlakuan



Lampiran 6.1 Hasil *Pretest* dan *Posttest* Masing – Masing Kelas Perlakuan

Data Skor Hasil *Pretest* dan *Posttest* Kelas Eksperimen

No.	Nama Siswa	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>
1.	Ayu Pradnya Mahayani	46	71
2.	Desak Nyoman Sulastari	44	67
3.	Gede Adi Saputra	42	75
4.	Gede Aditya Satya Nugraha	34	67
5.	Gede Budi Karmawan	48	60
6.	Gede Divayana Yusanta	34	69
7.	I Gede Bayu Sudi Prayoga	38	63
8.	I Komang Sadu Aradia	44	75
9.	I Nyoman Ardhi Dharma Saputra	21	58
10.	Kadek Abimana Wirayudha	27	71
11.	Kadek Dea Rinda Cahyanti	38	65
12.	Ketut Anggun Ernila Dwi Mahadewi	35	73
13.	Ketut Anom Tri Widyani	38	67
14.	Ketut Surya Aldi Winata	42	58
15.	Komang Agus Juliawan	27	75
16.	Komang Alit Darma Yoga	40	65
17.	Komang Andayani	29	73
18.	Komang Maha Yuni	21	63
19.	Komang Trisna Raditya Wiguna	27	60
20.	Luh Gita Pratiwi Indrayani	34	73
21.	Luh Jenita Widya Ningsih	45	63
22.	Made Aria Widura	52	65
23.	Ni Ketut Ari Krisna Narastiti	38	71
24.	Ni Ketut Rian Sukri Rahayu	35	65
25.	Ni Putu Ning Ayu Nirmala	30	60
26.	Putu Dipa Pratama	31	65
27.	Putu Gita Wulandari Putri	40	63
28.	Putu Resti Anggelina	29	67
29.	Putu Tegar Suriadi	25	63
30.	Verri Agus Oliveira	27	69

Data Skor Hasil *Pretest* dan *Posttest* Kelas Kontrol

No.	Nama Siswa	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>
1.	Ayu Meisya Rosdianti	50	71
2.	Desak Komang Oktaviani	46	73
3.	Desak Made Windy Puspita Sari	33	67
4.	Gede Arya Krisnanta	21	63
5.	Gede Sucipta Yoga Udiyana	33	60
6.	I Ketut Dendi Aryadi	25	67
7.	I Putu Adi Ariada	27	52
8.	Ida Bagus Gede Aditya	38	69
9.	Ida Bagus Komang Trisna Ari Anggara	29	67
10.	I Putu Satria Wiratama	23	58
11.	Kadek Anjastha Dwi Putra	42	69
12.	Ketut Krisnayanti	31	63
13.	Komang Ayu Pratnia Paramita	35	58
14.	Komang Darma Putra	31	63
15.	Komang Diva Tridewangga	33	65
16.	Komang Gita Maharani Putri	42	65
17.	Komang Radina Kusumayoni	35	56
18.	Komang Rio Darmawan	25	60
19.	Komang Sinar Suriani Ayu Dalem	31	63
20.	Made Dwi Aryani	33	60
21.	Muhammad Zola	38	63
22.	Ni Komang Ayu Melinda Putri	35	60
23.	Ni Komang Resmi Kawitri	35	58
24.	Ni Luh Diandra Kasania	23	58
25.	Ni Luh Putu Aulia Putri Cantika Dewi	40	67
26.	Ni Putu Pesona Siung Gayatrih	27	60
27.	Ni Putu Sri Nadira Narayani	42	69
28.	Nyoman Hardi Widana	29	63
29.	Putu Sri Kusuma Ardani	17	54
30.	Yolanda Aegistiya Putri Antika	27	67

Lampiran 6.2 Hasil *Pretest* Siswa Setiap Dimensi Masing – masing Kelas
Perlakuan

1. Kelas *PjBL* berorientasi *STEM*

A. Menganalisis

No.	Nama Siswa	Nomor Soal				Total
		1	2	7	10	
1.	Ayu Pradnya Mahayani	3	4	2	4	13
2.	Desak Nyoman Sulastari	2	1	4	4	11
3.	Gede Adi Saputra	2	2	2	4	10
4.	Gede Aditya Satya Nugraha	2	2	0	4	8
5.	Gede Budi Karmawan	2	2	4	4	12
6.	Gede Divayana Yusanta	2	1	1	3	7
7.	I Gede Bayu Sudi Prayoga	2	1	1	4	8
8.	I Komang Sadu Aradia	2	2	2	4	10
9.	I Nyoman Ardhi Dharma Saputra	1	0	3	0	4
10.	Kadek Abimana Wirayudha	2	2	0	4	8
11.	Kadek Dea Rinda Cahyanti	2	2	2	3	9
12.	Ketut Anggun Ernila Dwi Mahadewi	2	4	1	4	11
13.	Ketut Anom Tri Widyani	2	2	0	4	8
14.	Ketut Surya Aldi Winata	2	2	1	4	9
15.	Komang Agus Juliawan	1	0	0	4	5
16.	Komang Alit Darma Yoga	2	3	1	1	7
17.	Komang Andayani	2	1	1	0	4
18.	Komang Maha Yuni	1	0	4	0	5
19.	Komang Trisna Raditya Wiguna	2	1	0	0	3
20.	Luh Gita Pratiwi Indrayani	2	0	1	4	7
21.	Luh Jenita Widya Ningsih	2	2	0	4	8
22.	Made Aria Widura	2	2	4	1	9
23.	Ni Ketut Ari Krisna Narastiti	3	2	1	0	6
24.	Ni Ketut Rian Sukri Rahayu	3	2	0	4	9
25.	Ni Putu Ning Ayu Nirmala	2	0	4	4	10
26.	Putu Dipa Pratama	2	2	2	0	6
27.	Putu Gita Wulandari Putri	3	3	0	4	10
28.	Putu Resti Anggelina	2	1	2	0	5
29.	Putu Tegar Suriadi	2	0	2	0	4
30.	Verri Agus Oliveira	2	2	0	0	4

B. Mengevaluasi

No.	Nama Siswa	Nomor Soal				Total
		3	4	6	8	
1.	Ayu Pradnya Mahayani	1	1	1	1	4
2.	Desak Nyoman Sulastari	0	1	1	4	6
3.	Gede Adi Saputra	0	1	1	4	6

4.	Gede Aditya Satya Nugraha	0	0	1	0	1
5.	Gede Budi Karmawan	0	0	1	4	5
6.	Gede Divayana Yusanta	0	1	1	1	3
7.	I Gede Bayu Sudi Prayoga	0	1	1	4	6
8.	I Komang Sadu Aradia	1	0	1	4	6
9.	I Nyoman Ardhi Dharma Saputra	0	3	0	3	6
10.	Kadek Abimana Wirayudha	0	0	0	0	0
11.	Kadek Dea Rinda Cahyanti	0	1	0	4	5
12.	Ketut Anggun Ernila Dwi Mahadewi	1	0	4	0	5
13.	Ketut Anom Tri Widnyani	0	0	0	4	4
14.	Ketut Surya Aldi Winata	1	1	4	0	6
15.	Komang Agus Juliawan	0	0	0	4	4
16.	Komang Alit Darma Yoga	0	1	1	4	6
17.	Komang Andayani	3	0	0	4	7
18.	Komang Maha Yuni	0	0	0	3	3
19.	Komang Trisna Raditya Wiguna	1	1	0	0	2
20.	Luh Gita Pratiwi Indrayani	1	0	1	1	3
21.	Luh Jenita Widya Ningsih	0	4	0	4	8
22.	Made Aria Widura	3	1	1	4	9
23.	Ni Ketut Ari Krisna Narastiti	4	0	4	4	12
24.	Ni Ketut Rian Sukri Rahayu	0	0	0	4	4
25.	Ni Putu Ning Ayu Nirmala	0	0	0	0	0
26.	Putu Dipa Pratama	0	1	1	0	2
27.	Putu Gita Wulandari Putri	0	1	0	4	5
28.	Putu Resti Anggelina	2	0	0	4	6
29.	Putu Tegar Suriadi	0	0	0	4	4
30.	Verri Agus Oliveira	1	0	0	4	5

C. Mengkreasi / Mencipta

No.	Nama Siswa	Nomor Soal				Total
		5	9	11	12	
1.	Ayu Pradnya Mahayani	4	1	0	0	5
2.	Desak Nyoman Sulastari	4	0	0	0	4
3.	Gede Adi Saputra	4	0	0	0	4
4.	Gede Aditya Satya Nugraha	4	3	0	0	7
5.	Gede Budi Karmawan	4	0	2	0	6
6.	Gede Divayana Yusanta	1	1	2	2	6
7.	I Gede Bayu Sudi Prayoga	4	0	0	0	4
8.	I Komang Sadu Aradia	4	0	0	0	4
9.	I Nyoman Ardhi Dharma Saputra	0	0	0	0	0
10.	Kadek Abimana Wirayudha	1	0	0	4	1
11.	Kadek Dea Rinda Cahyanti	4	0	0	0	4
12.	Ketut Anggun Ernila Dwi Mahadewi	1	0	0	0	1
13.	Ketut Anom Tri Widnyani	4	2	0	0	6
14.	Ketut Surya Aldi Winata	1	0	2	2	5

15.	Komang Agus Juliawan	4	0	0	0	4
16.	Komang Alit Darma Yoga	4	0	2	0	6
17.	Komang Andayani	1	2	0	0	3
18.	Komang Maha Yuni	2	0	0	0	2
19.	Komang Trisna Raditya Wiguna	4	4	0	0	8
20.	Luh Gita Pratiwi Indrayani	1	1	2	2	6
21.	Luh Jenita Widya Ningsih	0	0	3	3	6
22.	Made Aria Widura	0	4	3	0	7
23.	Ni Ketut Ari Krisna Narastiti	0	0	0	0	0
24.	Ni Ketut Rian Sukri Rahayu	4	0	0	0	4
25.	Ni Putu Ning Ayu Nirmala	4	0	0	0	4
26.	Putu Dipa Pratama	4	3	0	0	7
27.	Putu Gita Wulandari Putri	4	0	0	0	4
28.	Putu Resti Anggelina	1	2	0	0	3
29.	Putu Tegar Suriadi	4	0	0	0	4
30.	Verri Agus Oliveira	4	0	0	0	4

2. Kelas Konvensional

A. Menganalisis

No.	Nama Siswa	Nomor Soal				Total
		1	2	7	10	
1.	Ayu Meisya Rosdianti	2	4	2	4	12
2.	Desak Komang Oktaviani	2	4	2	2	10
3.	Desak Made Windy Puspita Sari	2	4	4	0	10
4.	Gede Arya Krisnanta	2	0	0	4	6
5.	Gede Sucipta Yoga Udiyana	1	1	2	0	4
6.	I Ketut Dendi Aryadi	2	4	1	0	7
7.	I Putu Adi Ariada	2	0	4	0	6
8.	Ida Bagus Gede Aditya	2	0	4	0	6
9.	Ida Bagus Komang Trisna Ari Anggara	2	0	4	2	8
10.	I Putu Satria Wiratama	2	0	0	0	2
11.	Kadek Anjastha Dwi Putra	2	0	1	4	7
12.	Ketut Krisnayanti	2	1	2	2	7
13.	Komang Ayu Pratnia Paramita	2	0	1	4	7
14.	Komang Darma Putra	2	1	1	1	5
15.	Komang Diva Tridewangga	2	1	0	1	4
16.	Komang Gita Maharani Putri	2	2	0	4	8
17.	Komang Radina Kusumayoni	2	0	0	4	6
18.	Komang Rio Darmawan	2	0	0	0	2
19.	Komang Sinar Suriani Ayu Dalem	2	0	1	1	4
20.	Made Dwi Aryani	1	0	1	1	3
21.	Muhammad Zola	2	1	0	0	3
22.	Ni Komang Ayu Melinda Putri	2	0	4	0	6
23.	Ni Komang Resmi Kawitri	1	0	4	0	5

24.	Ni Luh Diandra Kasania	2	1	0	0	3
25.	Ni Luh Putu Aulia Putri Cantika Dewi	1	0	4	0	5
26.	Ni Putu Pesona Siung Gayatrih	2	0	0	4	6
27.	Ni Putu Sri Nadira Narayani	1	1	4	0	6
28.	Nyoman Hardi Widana	2	4	0	0	6
29.	Putu Sri Kusuma Ardani	2	0	0	1	3
30.	Yolanda Aegistiya Putri Antika	0	2	2	2	6

B. Mengevaluasi

No.	Nama Siswa	Nomor Soal				Total
		3	4	6	8	
1.	Ayu Meisya Rosdianti	1	1	2	4	8
2.	Desak Komang Oktaviani	1	1	2	4	8
3.	Desak Made Windy Puspita Sari	0	0	2	2	4
4.	Gede Arya Krisnanta	0	0	0	0	0
5.	Gede Sucipta Yoga Udiyana	2	2	2	2	8
6.	I Ketut Dendi Aryadi	0	0	0	1	1
7.	I Putu Adi Ariada	0	0	0	4	4
8.	Ida Bagus Gede Aditya	1	0	2	4	7
9.	Ida Bagus Komang Trisna Ari Anggara	1	0	1	0	2
10.	I Putu Satria Wiratama	1	0	1	2	4
11.	Kadek Anjastha Dwi Putra	1	0	2	4	7
12.	Ketut Krisnayanti	1	0	2	1	4
13.	Komang Ayu Pratnia Paramita	1	0	2	4	7
14.	Komang Darma Putra	1	0	1	0	2
15.	Komang Diva Tridewangga	0	0	1	4	5
16.	Komang Gita Maharani Putri	1	0	2	4	7
17.	Komang Radina Kusumayoni	1	0	2	4	7
18.	Komang Rio Darmawan	0	0	2	2	4
19.	Komang Sinar Suriani Ayu Dalem	2	1	0	2	5
20.	Made Dwi Aryani	2	1	1	2	6
21.	Muhammad Zola	0	1	1	4	6
22.	Ni Komang Ayu Melinda Putri	1	1	0	4	6
23.	Ni Komang Resmi Kawitri	1	1	0	4	6
24.	Ni Luh Diandra Kasania	0	0	0	4	4
25.	Ni Luh Putu Aulia Putri Cantika Dewi	1	1	0	4	6
26.	Ni Putu Pesona Siung Gayatrih	0	0	2	4	6
27.	Ni Putu Sri Nadira Narayani	2	1	0	4	7
28.	Nyoman Hardi Widana	0	0	0	4	4
29.	Putu Sri Kusuma Ardani	0	0	2	3	5
30.	Yolanda Aegistiya Putri Antika	0	1	0	2	3

C. Mengkreasi / Mencipta

No.	Nama Siswa	Nomor Soal				Total
		5	9	11	12	
1.	Ayu Meisya Rosdianti	4	0	0	0	4
2.	Desak Komang Oktaviani	4	0	0	0	4
3.	Desak Made Windy Puspita Sari	4	0	0	0	4
4.	Gede Arya Krisnanta	4	0	0	0	4
5.	Gede Sucipta Yoga Udiyana	4	0	0	0	4
6.	I Ketut Dendi Aryadi	4	0	0	0	4
7.	I Putu Adi Ariada	3	0	0	0	3
8.	Ida Bagus Gede Aditya	4	0	0	1	5
9.	Ida Bagus Komang Trisna Ari Anggara	4	0	0	0	4
10.	I Putu Satria Wiratama	4	1	0	0	5
11.	Kadek Anjastha Dwi Putra	4	0	1	1	6
12.	Ketut Krisnayanti	4	0	0	0	4
13.	Komang Ayu Pratnia Paramita	0	0	1	2	3
14.	Komang Darma Putra	4	1	0	3	8
15.	Komang Diva Tridewangga	4	1	0	2	7
16.	Komang Gita Maharani Putri	4	0	0	1	5
17.	Komang Radina Kusumayoni	4	0	0	0	4
18.	Komang Rio Darmawan	4	0	0	2	6
19.	Komang Sinar Suriani Ayu Dalem	2	2	2	0	6
20.	Made Dwi Aryani	1	1	3	2	7
21.	Muhammad Zola	4	0	3	2	9
22.	Ni Komang Ayu Melinda Putri	4	1	0	0	5
23.	Ni Komang Resmi Kawitri	2	1	3	0	6
24.	Ni Luh Diandra Kasania	4	0	0	0	4
25.	Ni Luh Putu Aulia Putri Cantika Dewi	4	1	3	0	8
26.	Ni Putu Pesona Siung Gayatrih	1	0	0	0	1
27.	Ni Putu Sri Nadira Narayani	2	2	2	1	7
28.	Nyoman Hardi Widana	4	0	0	0	4
29.	Putu Sri Kusuma Ardani	0	0	0	0	0
30.	Yolanda Aegistiya Putri Antika	4	0	0	0	4

Lampiran 6.3 Hasil *Posttest* Siswa Setiap Dimensi Masing – Masing Kelas Perlakuan

1. Kelas *PjBL* Berorientasi *STEM*

A. Menganalisis

No.	Nama Siswa	Nomor Soal				Total
		1	2	7	10	
1.	Ayu Pradnya Mahayani	4	2	4	4	14
2.	Desak Nyoman Sulastari	3	2	4	4	13
3.	Gede Adi Saputra	4	2	4	4	14
4.	Gede Aditya Satya Nugraha	4	1	4	3	12
5.	Gede Budi Karmawan	4	1	4	4	13
6.	Gede Divayana Yusanta	4	2	4	4	14
7.	I Gede Bayu Sudi Prayoga	2	2	4	1	9
8.	I Komang Sadu Aradia	4	1	4	4	13
9.	I Nyoman Ardhi Dharma Saputra	4	2	4	2	12
10.	Kadek Abimana Wirayudha	4	2	4	4	14
11.	Kadek Dea Rinda Cahyanti	4	2	4	1	11
12.	Ketut Anggun Ernila Dwi Mahadewi	4	2	4	4	14
13.	Ketut Anom Tri Widyani	4	2	4	1	11
14.	Ketut Surya Aldi Winata	4	2	4	2	12
15.	Komang Agus Juliawan	4	2	4	4	14
16.	Komang Alit Darma Yoga	4	2	4	4	14
17.	Komang Andayani	4	1	4	4	13
18.	Komang Maha Yuni	4	2	4	4	14
19.	Komang Trisna Raditya Wiguna	2	2	3	4	11
20.	Luh Gita Pratiwi Indrayani	4	2	4	4	14
21.	Luh Jenita Widya Ningsih	2	2	3	2	9
22.	Made Aria Widura	2	2	3	4	11
23.	Ni Ketut Ari Krisna Narastiti	3	2	4	2	11
24.	Ni Ketut Rian Sukri Rahayu	4	2	4	2	12
25.	Ni Putu Ning Ayu Nirmala	4	2	4	4	14
26.	Putu Dipa Pratama	4	2	4	4	14
27.	Putu Gita Wulandari Putri	4	2	4	3	13
28.	Putu Resti Anggelina	4	1	4	2	11
29.	Putu Tegar Suriadi	3	1	4	1	9
30.	Verri Agus Oliveira	4	2	3	1	10

B. Mengevaluasi

No.	Nama Siswa	Nomor Soal				Total
		3	4	6	8	
1.	Ayu Pradnya Mahayani	1	4	4	1	10
2.	Desak Nyoman Sulastari	0	4	4	2	10
3.	Gede Adi Saputra	1	4	4	1	10

4.	Gede Aditya Satya Nugraha	2	4	4	1	11
5.	Gede Budi Karmawan	2	4	4	1	11
6.	Gede Divayana Yusanta	0	4	4	2	10
7.	I Gede Bayu Sudi Prayoga	1	4	4	2	11
8.	I Komang Sadu Aradia	1	4	4	2	11
9.	I Nyoman Ardhi Dharma Saputra	0	4	4	1	9
10.	Kadek Abimana Wirayudha	1	4	4	1	10
11.	Kadek Dea Rinda Cahyanti	0	4	4	1	9
12.	Ketut Anggun Ernila Dwi Mahadewi	2	4	4	4	14
13.	Ketut Anom Tri Widyani	1	4	4	2	11
14.	Ketut Surya Aldi Winata	0	4	4	1	9
15.	Komang Agus Juliawan	0	4	4	1	9
16.	Komang Alit Darma Yoga	0	3	4	1	8
17.	Komang Andayani	1	4	4	4	13
18.	Komang Maha Yuni	2	4	4	1	11
19.	Komang Trisna Raditya Wiguna	1	3	3	2	9
20.	Luh Gita Pratiwi Indrayani	1	4	4	1	10
21.	Luh Jenita Widya Ningsih	1	3	3	2	9
22.	Made Aria Widura	0	2	3	4	9
23.	Ni Ketut Ari Krisna Narastiti	0	4	4	1	9
24.	Ni Ketut Rian Sukri Rahayu	0	4	4	2	10
25.	Ni Putu Ning Ayu Nirmala	0	4	4	1	9
26.	Putu Dipa Pratama	2	4	4	1	11
27.	Putu Gita Wulandari Putri	0	4	4	1	9
28.	Putu Resti Anggelina	0	4	4	4	12
29.	Putu Tegar Suriadi	0	4	4	2	10
30.	Verri Agus Oliveira	1	4	4	1	10

C. Mengkreasi / Mencipta

No.	Nama Siswa	Nomor Soal				Total
		5	9	11	12	
1.	Ayu Pradnya Mahayani	4	4	0	2	10
2.	Desak Nyoman Sulastari	0	4	2	3	9
3.	Gede Adi Saputra	4	4	0	4	12
4.	Gede Aditya Satya Nugraha	0	3	3	3	9
5.	Gede Budi Karmawan	0	3	2	0	5
6.	Gede Divayana Yusanta	2	3	0	4	9
7.	I Gede Bayu Sudi Prayoga	0	2	4	4	10
8.	I Komang Sadu Aradia	3	4	3	2	12
9.	I Nyoman Ardhi Dharma Saputra	0	2	4	1	7
10.	Kadek Abimana Wirayudha	2	4	2	2	10
11.	Kadek Dea Rinda Cahyanti	2	2	4	3	11
12.	Ketut Anggun Ernila Dwi Mahadewi	0	4	0	3	7
13.	Ketut Anom Tri Widyani	0	4	3	3	10

14.	Ketut Surya Aldi Winata	3	2	2	0	7
15.	Komang Agus Juliawan	2	4	3	4	13
16.	Komang Alit Darma Yoga	2	4	3	0	9
17.	Komang Andayani	0	4	2	3	9
18.	Komang Maha Yuni	0	3	2	0	5
19.	Komang Trisna Raditya Wiguna	0	2	4	3	9
20.	Luh Gita Pratiwi Indrayani	0	4	3	4	11
21.	Luh Jenita Widya Ningsih	2	3	4	3	12
22.	Made Aria Widura	0	4	3	4	11
23.	Ni Ketut Ari Krisna Narastiti	4	4	2	4	14
24.	Ni Ketut Rian Sukri Rahayu	0	4	2	3	9
25.	Ni Putu Ning Ayu Nirmala	2	4	0	0	6
26.	Putu Dipa Pratama	2	3	0	1	6
27.	Putu Gita Wulandari Putri	4	4	0	0	8
28.	Putu Resti Anggelina	1	4	2	2	9
29.	Putu Tegar Suriadi	1	4	3	3	11
30.	Verri Agus Oliveira	4	2	3	4	13

2. Kelas Konvensional

A. Menganalisis

No.	Nama Siswa	Nomor Soal				Total
		1	2	7	10	
1.	Ayu Meisya Rosdianti	1	1	4	4	10
2.	Desak Komang Oktaviani	2	1	2	4	9
3.	Desak Made Windy Puspita Sari	4	1	1	4	10
4.	Gede Arya Krisnanta	4	1	2	4	11
5.	Gede Sucipta Yoga Udiyana	2	1	2	3	8
6.	I Ketut Dendi Aryadi	3	1	4	4	12
7.	I Putu Adi Ariada	3	1	1	4	9
8.	Ida Bagus Gede Aditya	3	2	2	4	11
9.	Ida Bagus Komang Trisna Ari Anggara	4	2	1	4	11
10.	I Putu Satria Wiratama	2	1	2	4	9
11.	Kadek Anjastha Dwi Putra	3	1	3	4	11
12.	Ketut Krisnayanti	4	1	2	4	11
13.	Komang Ayu Pratnia Paramita	3	2	2	4	11
14.	Komang Darma Putra	2	1	2	4	9
15.	Komang Diva Tridewangga	4	1	2	2	9
16.	Komang Gita Maharani Putri	4	1	1	4	10
17.	Komang Radina Kusumayoni	4	2	1	4	11
18.	Komang Rio Darmawan	1	1	2	4	8
19.	Komang Sinar Suriani Ayu Dalem	2	1	1	4	8
20.	Made Dwi Aryani	1	1	1	4	7
21.	Muhammad Zola	4	1	2	3	10
22.	Ni Komang Ayu Melinda Putri	2	1	2	2	7

23.	Ni Komang Resmi Kawitri	3	2	1	4	10
24.	Ni Luh Diandra Kasania	4	1	2	4	11
25.	Ni Luh Putu Aulia Putri Cantika Dewi	4	1	2	4	11
26.	Ni Putu Pesona Siung Gayatrih	4	1	1	4	10
27.	Ni Putu Sri Nadira Narayani	4	1	1	3	9
28.	Nyoman Hardi Widana	3	2	2	3	10
29.	Putu Sri Kusuma Ardani	3	2	2	2	9
30.	Yolanda Aegistiya Putri Antika	4	1	1	4	10

B. Mengevaluasi

No.	Nama Siswa	Nomor Soal				Total
		3	4	6	8	
1.	Ayu Meisya Rosdianti	1	4	4	4	13
2.	Desak Komang Oktaviani	2	4	4	4	14
3.	Desak Made Windy Puspita Sari	1	4	4	4	13
4.	Gede Arya Krisnanta	0	4	4	4	12
5.	Gede Sucipta Yoga Udiyana	1	4	4	2	11
6.	I Ketut Dendi Aryadi	0	4	4	4	12
7.	I Putu Adi Ariada	1	2	3	3	9
8.	Ida Bagus Gede Aditya	0	4	4	2	10
9.	Ida Bagus Komang Trisna Ari Anggara	2	4	4	3	13
10.	I Putu Satria Wiratama	0	4	4	2	10
11.	Kadek Anjastha Dwi Putra	0	4	4	2	10
12.	Ketut Krisnayanti	0	4	4	4	12
13.	Komang Ayu Pratnia Paramita	1	4	4	1	10
14.	Komang Darma Putra	2	2	2	3	9
15.	Komang Diva Tridewangga	0	4	4	3	11
16.	Komang Gita Maharani Putri	0	4	4	2	10
17.	Komang Radina Kusumayoni	2	4	4	2	12
18.	Komang Rio Darmawan	0	4	4	2	10
19.	Komang Sinar Suriani Ayu Dalem	2	4	4	4	14
20.	Made Dwi Aryani	0	4	4	4	12
21.	Muhammad Zola	1	4	4	2	11
22.	Ni Komang Ayu Melinda Putri	2	4	4	3	13
23.	Ni Komang Resmi Kawitri	1	4	4	2	11
24.	Ni Luh Diandra Kasania	0	4	4	2	10
25.	Ni Luh Putu Aulia Putri Cantika Dewi	1	4	4	2	11
26.	Ni Putu Pesona Siung Gayatrih	0	4	1	2	7
27.	Ni Putu Sri Nadira Narayani	2	4	4	4	14
28.	Nyoman Hardi Widana	1	3	2	2	8
29.	Putu Sri Kusuma Ardani	1	2	2	2	7
30.	Yolanda Aegistiya Putri Antika	2	4	4	2	12

C. Mengkreasi / Mencipta

No.	Nama Siswa	Nomor Soal				Total
		5	9	11	12	
1.	Ayu Meisya Rosdianti	4	4	2	1	11
2.	Desak Komang Oktaviani	4	4	1	3	12
3.	Desak Made Windy Puspita Sari	4	4	1	0	9
4.	Gede Arya Krisnanta	4	3	0	0	7
5.	Gede Sucipta Yoga Udiyana	2	2	3	3	10
6.	I Ketut Dendi Aryadi	4	0	2	2	8
7.	I Putu Adi Ariada	2	2	3	0	7
8.	Ida Bagus Gede Aditya	2	2	4	4	12
9.	Ida Bagus Komang Trisna Ari Anggara	1	2	3	2	8
10.	I Putu Satria Wiratama	1	2	4	2	9
11.	Kadek Anjastha Dwi Putra	2	2	4	4	12
12.	Ketut Krisnayanti	4	0	1	2	7
13.	Komang Ayu Pratnia Paramita	2	2	3	0	7
14.	Komang Darma Putra	2	2	4	4	12
15.	Komang Diva Tridewangga	1	3	4	3	11
16.	Komang Gita Maharani Putri	2	2	3	4	11
17.	Komang Radina Kusumayoni	1	0	3	0	4
18.	Komang Rio Darmawan	1	2	4	4	3
19.	Komang Sinar Suriani Ayu Dalem	1	3	2	2	8
20.	Made Dwi Aryani	2	0	4	4	10
21.	Muhammad Zola	1	1	4	3	9
22.	Ni Komang Ayu Melinda Putri	2	0	4	3	9
23.	Ni Komang Resmi Kawitri	1	0	3	3	7
24.	Ni Luh Diandra Kasania	1	1	3	2	7
25.	Ni Luh Putu Aulia Putri Cantika Dewi	1	2	4	3	10
26.	Ni Putu Pesona Siung Gayatrih	1	3	4	4	12
27.	Ni Putu Sri Nadira Narayani	4	0	2	4	10
28.	Nyoman Hardi Widana	3	2	4	3	12
29.	Putu Sri Kusuma Ardani	3	2	2	3	10
30.	Yolanda Aegistiya Putri Antika	2	1	3	4	10

LAMPIRAN 7

DOKUMENTASI

Lampiran 7.1 Dokumentasi Uji Coba Instrumen

Lampiran 7.2 Dokumentasi Kegiatan *Pretest*

Lampiran 7.3 Dokumentasi Pada Kegiatan Pembelajaran Kelas Eksperimen dan
Kontrol

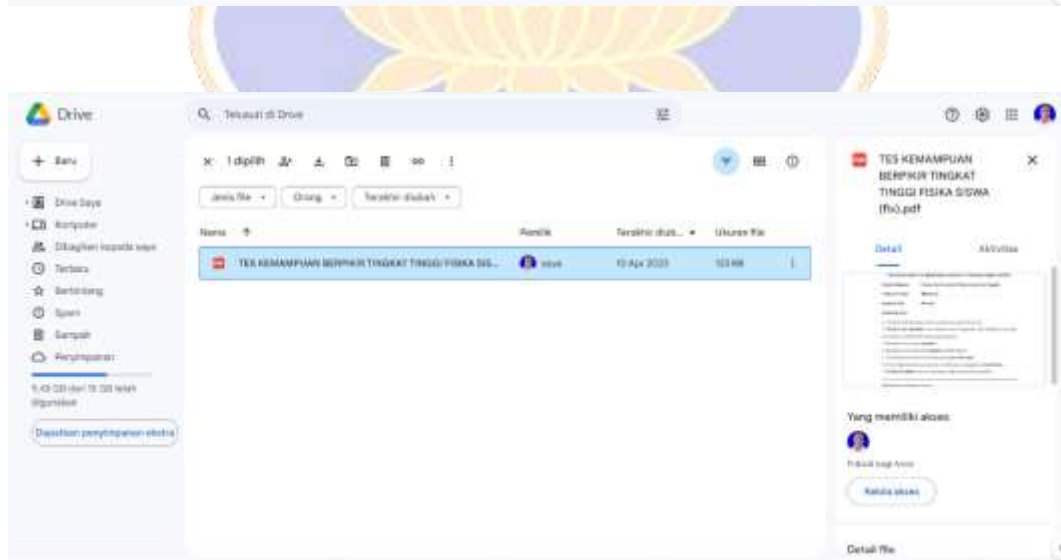
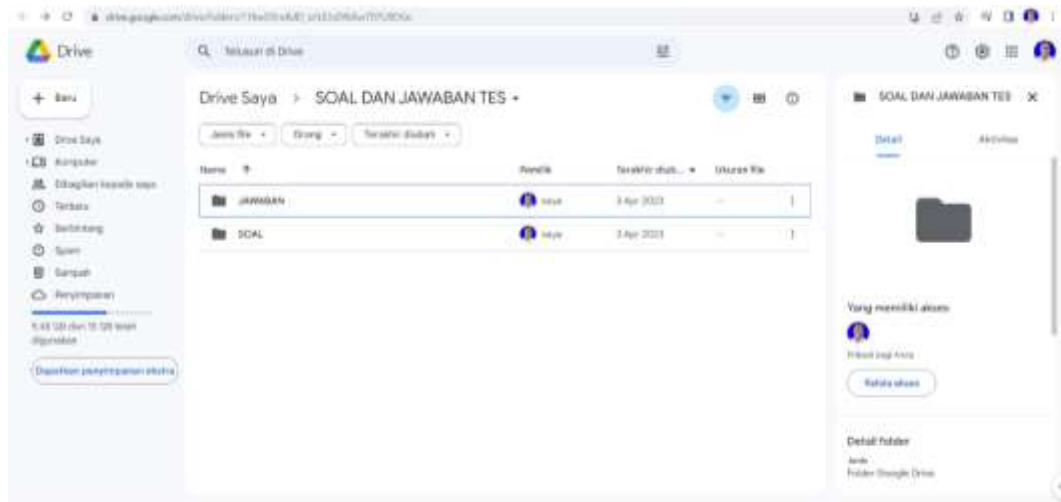
Lampiran 7.4 Dokumentasi Kegiatan *Posttest*



Lampiran 7.1 Dokumentasi Uji Coba Instrumen

Dokumentasi Uji Coba Instrumen Melalui Google Drive





Lampiran 7.2 Dokumentasi Kegiatan *Pretest*



Kelas Eksperimen (Model *Project Based Learning* Berorientasi *STEM*)



Kelas Kontrol (Model Konvensional)

**Lampiran 7.3 Dokumentasi Pada Kegiatan Pembelajaran Kelas Eksperimen
(*PjBL-STEM*) Dan Kelas Kontrol (Konvensional)**

KELAS EKSPERIMEN (MODEL *PjBL-STEM*)





KELAS KONTROL (MODEL KONVENSIIONAL)



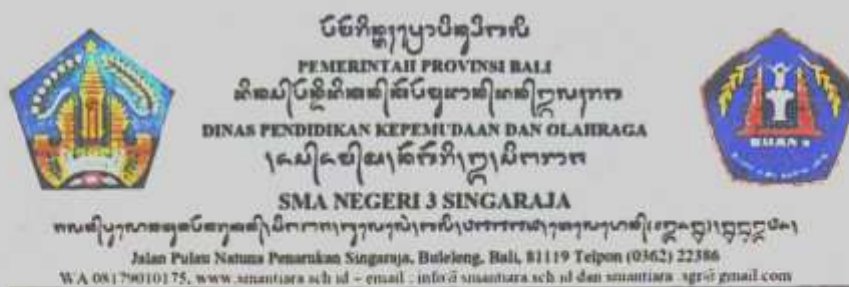
Lampiran 7.4 Dokumentasi Kegiatan *Posttest*



KELAS EKSPERIMEN



KELAS KONTROL



SURAT KETERANGAN

Nomor : B.31.422/500/SMAN 3 SINGARAJA/DIKPORA

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dr. I Putu Eka Wilantara, M. Pd
 NIP : 19740718 199903 1 005
 Jabatan : Kepala SMA Negeri 3 Singaraja

Menerangkan dengan sebenarnya bahwa :

Nama : Dinauli Br Sianturi
 NIM : 1913021020
 Tempat/Tanggal Lahir : L. Tonga-Tonga, 12 Desember 2000
 Program Studi : Pendidikan Fisika
 Instansi : Universitas Pendidikan Ganesha

Memang benar telah melaksanakan Kegiatan Uji Instrumen dan Penelitian Pengambilan Data di SMA Negeri 3 Singaraja, pada tanggal 3 April s/d 30 Mei 2023.

Demikian Surat Keterangan ini dibuat dengan sebenarnya untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di : Bali
 Pada tanggal : 03 Juli 2023

Ditandatangani secara elektronik oleh :
 Kepala SMA Negeri 3 Singaraja
Dr. I Putu Eka Wilantara, M.Pd
 NIP. 19740718 199903 1 005

RIWAYAT HIDUP



Dinauli Br Sianturi lahir di Lumban Tonga-Tonga pada tahun 2000. Penulis lahir dari pasangan suami istri Bapak Husor Sianturi dan Ibu Lamtiar Siburian. Penulis berkebangsaan Indonesia dan beragama Kristen Protestan. Kini penulis beralamat di Jalan Bisma Nomor 77x, Kecamatan Buleleng, Kabupaten Buleleng, Provinsi Bali.

Penulis menyelesaikan pendidikan di TK Kasih Agape pada tahun 2006 kemudian melanjutkan pendidikan dasar di SD Negeri 112189 dan lulus pada tahun 2012. Lalu, penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 1 Bilah Hilir dan lulus pada tahun 2016. Pada tahun 2019, penulis lulus dari SMA Negeri 1 Bilah Hilir dan melanjutkan pendidikan ke Universitas Pendidikan Ganesha, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Jurusan Fisika dan Pengajaran IPA dengan mengambil program studi S1 Pendidikan Fisika. Pada semester akhir tahun 2023 penulis telah menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Pengaruh Model *Project based learning* berorientasi *STEM* terhadap kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa di SMA”. Selanjutnya, mulai tahun 2019 sampai dengan penulisan skripsi ini, penulis masih terdaftar sebagai mahasiswa Program S1 Pendidikan Fisika di Universitas Pendidikan Ganesha.