



Eksperimen Berpikir (*Thought Experiments*); Beberapa Kasus dalam Hukum Newton

Taufiq¹

(Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Sriwijaya)¹

Alamat: Jl. Palembang - Prabumulih KM.32 Kabupaten Ogan Ilir, Sumatera Selatan 30662,
Telp. (0711) 580058, 580085/ Fax. (0711) 580058/e-mail:taufiq@fkip.unsri.ac.id

Abstrak: Munculnya Paradoks tentang eksperimen berpikir berasal dari bagaimana para ahli menemukan suatu konsep dan teori melalui proses berpikir imajinasi terhadap fenomena alam. Eksperimen berpikir merupakan proses penalaran berdasarkan hasil pemikiran yang dapat diwujudkan dalam percobaan maupun secara imajinatif. Sejak zaman dahulu para ilmuwan fisika juga menggunakan eksperimen berpikir yang sangat kuat terhadap teori yang telah mereka gagas sampai saat ini. Sebagai contoh, bagaimana eksperimen pikiran Galileo tentang gerak jatuh bebas menyingkirkan teori Aristoteles, Newton mengemukakan teori tentang percepatan Gravitasi dan Einstein tentang gejala relativitas, serta teori medan elektromagnetik oleh Maxwell. Fenomena yang berkaitan dengan Hukum Newton banyak sekali di jumpai dalam kehidupan sehari-hari, seperti gerak relatif benda, gerak dalam lift, dan kecepatan benda. Fenomena ini dapat dijelaskan secara eksperimen berpikir dengan melalui proses tahapan-tahapan berpikirnya secara prosedural.

Katakunci: Eksperimen Berpikir, Hukum Newton

1. Pendahuluan

Para ilmuwan terdahulu tidak memiliki banyak kesempatan untuk mewujudkan mekanisme eksperimen yang terbilang rumit, menyadari eksperimen mereka memberikan inovasi yang sangat besar dalam sejarah ilmu pengetahuan. Contohnya seperti Isaac Newton mulai berpikir tentang gravitasi, ia diuntungkan dengan beberapa informasi yang ada tentang sebagian besar objek yang bergerak (Bixby, dalam Bademchi dan Musa: 2014). Kemampuan eksperimen berpikir merupakan kemampuan berpikir secara imajinatif dalam proses pemecahan masalah, kemampuan eksperimen berpikir juga dapat diartikan juga sebagai hasil pemikiran peserta didik serta juga komentar dan saran atas masalah yang diberikan dalam bentuk imajinatif. Kemampuan eksperimen berpikir menurut Reiner, Haifa dan Gilbert dalam Bademchi dan Musa Sari (2014) adalah suatu proses penalaran yang berdasarkan hasil pemikiran dan diwujudkan dalam percobaan. Kemampuan eksperimen berpikir dapat digunakan untuk memberikan komentar atau mengkritisi sebuah teori.

Pemahaman terhadap konsep-konsep fisika berdasarkan fakta atau fenomena akan lebih mudah kalau materi tersebut dapat divisualisasikan (Tekbiyik, A. & Akdeniz, R. A., 2010). Namun tidak semua konsep fisika itu dapat divisualisasikan, sehingga perlu suatu cara untuk membantu peserta didik memahami konsep tersebut, yaitu dengan menggunakan eksperimen berpikir. McAllister, James W (2004) menjelaskan bahwa eksperimen berpikir sama seperti eksperimen yang sebenarnya (konkrit/nyata). Penerapan eksperimen berpikir dalam proses pembelajaran dapat membantu peserta didik untuk memahami konsep fisika yang abstrak/tidak mudah diamati dengan visualisasi konsep saja (Dimitriadi dan Halkia, 2012; Gilbert dan Reiner, 2010; Velentas dan Halkia, 2013). Salah satu penciri dari Eksperimen Berpikir adalah visualisasi alam semesta (Gilbert, dkk, 2008).



Kemampuan eksperimen berpikir sangat dibutuhkan dalam pelajaran fisika (Limantoro Kunari Ahmad, dkk;2016) sebagai salah satu cara untuk memberikan kesempatan berpikir kepada peserta didik atas hukum fisika. kemampuan eksperimen berpikir adalah proses penalaran berdasarkan hasil pemikiran diwujudkan dalam percobaan (Reiner dkk, 2000). Glender (1998) kemampuan eksperimen berpikir berarti menghasilkan penilaian dan komentar atas apa yang akan terjadi dalam kasus membuat sesuatu kejadian dalam skenario nyata yang imajinatif (Clement, 2008). Berbagai jenis kemampuan eksperimen berpikir ini dapat digunakan untuk mendukung, mengkritik teori, ataupun membuat gagasan teori yang baru. Sebagai contoh (Clement., 2008; McAllister, James W., 2004) Galileo melakukan kritik terhadap teori yang dikemukakan oleh Aristoteles yang mengatakan bahwa benda yang berat akan jatuh lebih cepat di bandingkan dengan benda yang ringan. Aristoteles mengatakan bahwa benda yang ringan akan menghambat laju benda tersebut, tapi menurut pemikiran Galileo bagaimana kalau benda yang ringan tersebut digabungkan dengan benda yang berat? Apakah jatuhnya akan lebih lambat kalau memang benda yang ringan dapat menghambat laju jatuhnya benda tersebut. Akhirnya Galileo merumuskan teorinya berdasarkan hasil eksperimen berpikir bahwa kecepatan jatuhnya sebuah benda tidak dipengaruhi oleh berat benda tersebut.

2. Kemampuan Eksperimen Berpikir

Gendler (1998) melaksanakan eksperimen berpikir berarti menghasilkan penilaian dan komentar atas apa yang akan terjadi dalam kasus atau kejadian dalam skenario nyata yang imajinatif. Menciptakan dan menggunakan kemampuan eksperimen berpikir dapat membantu peserta didik dalam memecahkan masalah. Eksperimen berpikir memungkinkan peserta didik untuk saling berkomunikasi tentang ide-ide atau gagasan untuk memecahkan permasalahan fisika sehingga akan memberikan kesempatan untuk bekerjasama antar peserta didik. Kerjasama/diskusi dalam memberikan gagasan/pemikiran dengan menggunakan argumentasi yang kuat berdasarkan konsep yang benar akan saling menguatkan penguasaan pengetahuan para peserta didik.

Menurut Brown (1991) mengajukan sistem tiga klasifikasi yang berkaitan dengan kemampuan eksperimen berpikir yang bersifat *Destructive, Constructive dan Platonic*.

1. Kemampuan eksperimen berpikir yang bersifat *destructive*

Kemampuan eksperimen berpikir yang bersifat *destructive* yaitu pandangan terhadap teori yang merusak atau salah. Dapat menghancurkan atau setidaknya menyajikan masalah serius bagi teori, biasanya dengan menunjukkan kelemahan dalam kerangka umum dan dianggap sebagai teori yang dapat melemahkan. Contohnya hubungan antara gaya dan gerak. Aristoteles (384-322SM) percaya bahwa diperlukan sebuah gaya untuk menjaga agar sebuah benda tetap bergerak sepanjang bidang horizontal. Ia mengemukakan alasan bahwa untuk membuat sebuah buku bergerak melintasi meja, kita harus memberikan gaya pada buku itu secara kontinu. Menurut Aristoteles, keadaan alami sebuah benda adalah diam, dan dianggap perlu adanya gaya untuk menjaga agar benda tetap bergerak. Lebih jauh lagi, Aristoteles mengemukakan, makin besar gaya pada benda maka makin besar pula lajunya.



2. Kemampuan berpikir secara eksperimen *constructive*. Teori yang menguatkan/ mendukung teori dan tergantung pada pembentukan fakta kemampuan eksperimen berpikir (dalam pikiran). Kemampuan eksperimen berpikir yang bersifat *constructive* dibagi menjadi tiga sub-kelompok, yaitu:
 - a. Kemampuan eksperimen berpikir yang bersifat mediatif (*mediative*) adalah eksperimen berpikir yang dibuat dalam dasar teori tertentu yang memfasilitasi untuk menarik kesimpulan tertentu dari sebuah teori. Contohnya teori kinetik gas yang dikemukakan oleh Maxwell pada tahun 1871. Pertengahan abad ke-19, ilmuwan mengembangkan suatu teori baru untuk menggantikan teori kalorik. Teori ini berdasarkan pada anggapan bahwa zat disusun oleh partikel-partikel sangat kecil yang selalu bergerak. Teori kinetik pada gas berupaya menjelaskan sifat-sifat makroskopik gas, seperti tekanan, suhu, atau volume, dengan memperhatikan komposisi molekular mereka dan gerakannya. Intinya, teori ini menyatakan bahwa tekanan tidaklah disebabkan oleh denyut-denyut statis di antara molekul-molekul, seperti yang diduga Isaac Newton, melainkan disebabkan oleh tumbukan antar molekul yang bergerak pada kecepatan yang berbeda-beda.
 - b. Kemampuan eksperimen berpikir yang bersifat dugaan (*conjectural*) adalah teori yang diduga untuk menjelaskan beberapa pemikiran dan fakta eksperimental. Pada kemampuan berpikir secara eksperimen yang bersifat dugaan kita mulai dengan memberikan latar belakang pada teori ini dan berpikir secara eksperimen untuk mendapatkan sebuah kesimpulan baru. Contohnya Hukum Gravitasi Newton yang dikemukakan oleh Isaac Newton. Pada saat mengamati buah apel jatuh, Newton menyadari bahwa terdapat gaya yang bekerja pada apel dan disebutnya gaya gravitasi. Newton juga menduga bahwa gaya gravitasi pulalah yang menyebabkan bulan tetap berada pada orbitnya.
 - c. Kemampuan eksperimen berpikir secara langsung (*Direct*) adalah gabungan dari mediatif dan dugaan. Namun, hanya satu yang digunakan oleh para ilmuwan. Eksperimen berpikir dalam jenis ini dimulai dengan fakta (intelektual - percobaan) dan diakhiri dengan teori. Ini merupakan kelas akhir dari eksperimen berpikir yang bersifat konstruktif. Hampir sama dengan berpikir *mediative* karena dimulai dengan fenomena (pemikiran-percobaan) bukan dengan menduga-duga fenomena tersebut. Contohnya gerak jatuh bebas yang dikemukakan oleh Galileo Galilei. Galileo Galilei melakukan percobaan menjatuhkan dua benda dengan massa yang berbeda secara bersamaan pada ketinggian yang sama. Kedua benda tersebut menyentuh tanah dalam waktu bersamaan. Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, Galileo Galilei menyimpulkan bahwa semua benda akan jatuh dengan laju yang tepat sama jika pengaruh hambatan udara diabaikan. Benda yang dijatuhkan akan mengalami percepatan yang pada saatnya nanti kita kenal sebagai percepatan gravitasi.
3. Kemampuan eksperimen berpikir yang bersifat *platonian*
Gabungan dari *destructive* dan *constructive*. Jenis berpikir secara eksperimen ini tidak termasuk formasi eksperimental baru. Contohnya yaitu gerak jatuh bebas yang dikemukakan oleh Aristoteles dan Galileo Galilei. Menurut teori yang dikemukakan oleh



Aristoteles, benda-benda akan jatuh dengan kecepatan yang tergantung pada massa masing-masing benda tersebut. Ini menjelaskan bahwa benda yang lebih berat akan menyentuh tanah lebih cepat dibandingkan dengan benda yang bermassa lebih ringan. Pendapat ini kemudian dibantah oleh Galileo Galilei dengan melakukan percobaan menjatuhkan dua benda dengan massa yang berbeda secara bersamaan pada ketinggian yang sama. Hal yang terjadi selanjutnya adalah, kedua benda tersebut menyentuh tanah dalam waktu bersamaan. Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, Galileo Galilei membuat sebuah kesimpulan bahwa semua benda akan jatuh dengan laju yang tepat sama jika pengaruh hambatan udara diabaikan. Benda yang dijatuhkan akan mengalami percepatan yang pada saatnya nanti kita kenal sebagai percepatan gravitasi.

(Irvine, 1991; *Reiner dan Gilbert, 1998*), mengklasifikasikan eksperimen berpikir, antara lain:

1. Membuat sebuah hipotesis atau menjawab sebuah pertanyaan. Eksperimen berpikir harus memiliki kualitas yang dapat menguji hipotesis dibentuk sebagai hasil dari pengamatan/ proses teoritis tertentu atau menjawab sejumlah pertanyaan yang diperoleh dengan cara yang sama.
2. Menciptakan sebuah imajinasi objek dunia atau kasus-kasus yang dikenal sebagai objek. Sebagian dari hipotesis dalam eksperimen berpikir harus diverifikasi oleh pengamatan eksperimental yang independen.
3. Merancang sebuah percobaan ide/pemikiran. Kondisi imajinatif direalisasikan oleh sebuah eksperimen berpikir harus diakui dengan baik sehingga kualitas diperbarui dalam eksperimen nyata dapat diperoleh bahkan dalam batas-batas pikiran.
4. Melaksanakan sebuah percobaan pemikiran. Seperti dalam eksperimen nyata, variabel independen juga harus diakui dalam eksperimen berpikir. Sebab dan akibat hubungan bisa dirasakan dalam cara baik.
5. Membuat sebuah deduksi percobaan ide/pemikiran dengan sederetan logika. Hasil eksperimen berpikir harus dapat didiskusikan tergantung pada teori dilatar belakang percobaan. Hasil berpikir harus berupa pertanyaan apakah mendukung beberapa teori atau memiliki kontras dengan itu sehingga konsistensi percobaan dengan titik awal bisa dibahas.
6. Membuat kesimpulan

3. Hukum Newton

a. Hukum I Newton

Hukum I Newton menjelaskan tentang konsep gerak yang ditinjau berdasarkan kerangka acuan inersia. Jika tidak ada gaya eksternal, saat dilihat dari kerangka acuan inersia, maka sebuah benda yang berada dalam keadaan diam akan tetap diam dan benda yang bergerak akan terus bergerak dengan kecepatan tetap (yaitu dengan kelajuan tetap sepanjang suatu garis lurus) (Serway, Jewett, 2009). Artinya bahwa semua benda cenderung mempertahankan keadaannya, benda yang diam tetap diam dan benda yang bergerak, tetap akan bergerak dengan kecepatan konstan (Abdullah Mikrajudin, 2016). Berdasarkan pernyataan Hukum I Newton ini tidak menjelaskan apa yang terjadi pada benda dengan gaya netto sebesar nol atau gaya-gaya yang saling meniadakan. Hukum I



Newton ini hanya menjelaskan apa yang terjadi jika tidak ada gaya. Perbedaan ini hampir tidak terlihat, tetapi sangat penting, karena memungkinkan kita untuk menjelaskan gaya seperti apa yang menyebabkan perubahan dalam gerak. Penjelasan untuk benda-benda yang dalam keadaan bergerak dan dipengaruhi oleh gaya-gaya yang saling menyeimbangkan dinyatakan dalam Hukum II Newton (Serway, Jewett, 2009). Beberapa contoh Aplikasi Hukum I Newton (Wardani, T, 2013) dalam kehidupan sehari-hari misalnya: Pena yang berada di atas kertas di meja akan tetap disana ketika kertas ditarik secara cepat, ketika kita berdiri dalam bus yang sedang melaju kencang, tiba-tiba bus direm, para penumpang akan terdorong ke depan, demikian juga saat tiba-tiba bus dipercepat (di gas), para penumpang akan merasa terdorong ke belakang karena tubuh penumpang sedang mempertahankan posisi diamnya, Ayunan bandul sederhana akan terus berayun harmonis jika tidak ada gaya yang mempengaruhinya, pada lift diam atau bergerak dengan kecepatan tetap, maka percepatannya nol karena itu, berlaku keseimbangan gaya (hukum I Newton).

b. Hukum II Newton

Pendefinisian besaran massa telah dijelaskan dalam Hukum I Newton, tetapi belum membahas penyebab benda bergerak atau berhenti. Hukum II Newton menjelaskan perubahan keadaan gerak benda. Hukum ini menyatakan bahwa benda dapat diubah keadaan geraknya jika pada benda bekerja gaya. Gaya yang bekerja berkaitan langsung dengan perubahan keadaan gerak benda. Besarnya perubahan keadaan gerak sama dengan gaya yang diberikan kepada benda, atau

$$\frac{\Delta(\overline{Keadaan\ Bergerak})}{\Delta t} = \overline{Gaya}$$

Besaran apakah yang didefinisikan sebagai keadaan gerak? Yang paling tepat mendefinisikan keadaan gerak adalah perkalian massa dan kecepatan, \vec{p} . Alasan pengambilan definisi ini adalah: (1) makin besar massa makin sulit mengubah keadaan gerak benda dan (2) makin besar gaya yang dibutuhkan untuk menghasilkan perubahan kecepatan yang besar pada benda. Dengan demikian keadaan gerak benda sebanding dengan perkalian massa dan kecepatan. Perkalian massa dan kecepatan kita definisikan sebagai momentum. Akhirnya, secara matematik hukum II Newton dapat ditulis sebagai $\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$ dengan $\vec{p} = m\vec{v}$. Berdasarkan hukum II Newton maka gaya total yang bekerja pada benda sama dengan perubahan momentum per satuan waktu (laju perubahan momentum). (Abdullah Mikrajudin, 2016). Tinjauan Hukum II Newton berdasarkan kerangka acuan Inersia, maka Hukum II Newton dapat didefinisikan sebagai percepatan sebuah benda berbanding lurus dengan gaya netto yang bekerja padanya dan berbanding terbalik dengan massanya $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$ (Serway, Jewett, 2009). Contoh beberapa Aplikasi Hukum II Newton (Wardani, T, 2013) dalam kehidupan sehari-hari misalnya benda yang melaju jika melakukan percepatan akan dirinya maka gaya akan bertambah besar, pada gerakan di dalam lift. Ketika kita berada di dalam lift yang sedang bergerak, gaya berat kita akan berubah sesuai pergerakan lift. Saat lift bergerak ke atas,



kita akan merasakan gaya berat yang lebih besar dibandingkan saat lift dalam keadaan diam. Hal yang sebaliknya terjadi ketika lift yang kita tumpangi bergerak ke bawah. Saat lift bergerak ke bawah, kita akan merasakan gaya berat yang lebih kecil daripada saat lift dalam keadaan diam, bus yang melaju di jalan raya akan mendapatkan percepatan yang sebanding dengan gaya dan berbanding terbalik dengan massa bus tersebut

c. Hukum III Newton


Hukum ini mengungkapkan keberadaan gaya reaksi yang sama besar dengan gaya aksi, tetapi berlawanan arah. Jika benda pertama melakukan gaya pada benda kedua (gaya aksi), maka benda kedua melakukan gaya yang sama besar pada benda pertama tetapi arahnya berlawanan (gaya reaksi). Jika kamu mendorong dinding dengan tangan, maka pada saat bersamaan dinding mendorong tanganmu dengan gaya yang sama tetapi berlawanan arah. Bumi menarik tubuh kamu dengan gaya yang sama dengan berat tubuhmu, maka pada saat bersamaan tubuh kamu juga menarik bumi dengan gaya yang sama besar tetapi berlawanan arah. Tetapi harus diingat bahwa *gaya aksi dan reaksi bekerja pada benda yang berbeda sehingga tidak saling meniadakan* (Abdullah Mikrajudin, 2016). Serway, Jewett, 2009 menjelaskan hukum III Newton terjadi jika dua benda berinteraksi, gaya F_{12} yang dikerjakan oleh benda 1 pada benda 2 besarnya sama dan berlawanan arah dengan gaya F_{21} yang dikerjakan oleh benda 2 pada benda 1 atau $F_{12} = -F_{21}$.

Beberapa contoh Aplikasi Hukum III Newton (Wardani, T, 2013) dalam kehidupan sehari-hari misalnya seseorang memakai sepatu roda dan berdiri menghadap tembok, jika orang tersebut mendorong tembok (aksi), maka tembok mendorongnya dengan arah gaya yang berlawanan (reaksi), ketika menekan ujung meja dengan tangan, maka tangan kita mengerjakan gaya pada meja (aksi), sebaliknya ujung meja pun menekan tangan kita (reaksi), (3) Ketika kaki pelari menolak papan start ke belakang (aksi), papan start mendorong pelari ke depan (reaksi) sehingga pelari dapat melaju ke depan, ketika seorang perenang menggunakan kaki dan tangannya untuk mendorong air ke belakang (aksi), air juga akan mendorong kaki dan tangan perenang ke depan (reaksi), ketika kita berjalan di atas tanah, telapak kaki kita mendorong tanah ke belakang, sebagai reaksi, tanah mendorong kaki kita ke depan sehingga kita dapat berjalan, ketika kita menembak, senapan mendorong peluru ke depan (aksi), sebagai reaksi, peluru pun mendorong senapan ke belakang, ketika mendayung perahu, pada waktu mengayunkan dayung, pendayung mendorong air ke belakang (aksi).

4. Contoh Kasus; Eksperimen Berpikir dalam Hukum Newton

Kasus 1. Seseorang duduk di atas lori yang sangat licin dan berada dalam keadaan diam. Lori tiba-tiba ditarik dengan sangat cepat. Apa yang terjadi pada orang tersebut? Ketika orang yang duduk di atas lori tadi dalam keadaan bergerak bersama lori dengan kecepatan 20 km/jam. Tiba-tiba lori tersebut direm. Apa yang terjadi dengan orang tersebut?



No	Prosedur eksperimen berpikir	Solusi
1	Membuat sebuah hipotesis atau menjawab sebuah pertanyaan,	Ketika lori yang licin ditarik dengan tiba-tiba, maka orang tersebut akan tertinggal, dan ketika lori yang bergerak dengan kecepatan 20 km/jam di rem maka orang tersebut akan terdorong maju ke depan.
2	Menciptakan sebuah imajinasi objek dunia atau kasus-kasus yang dikenal sebagai objek	Menurut fisika suatu benda yang sedang diam cenderung akan tetap diam jika gaya resultan yang bekerja pada benda itu nol.
3	Merancang sebuah percobaan ide/pemikiran	Orang yang duduk di atas lori cenderung tetap diam karena gaya resultan arah mendatar nol.
4	Melaksanakan sebuah percobaan pemikiran	Ketika lori bergerak maju, orang tersebut tertinggal. Ketika lori direm mendadak, orang tersebut terjerebab ke depan 
5	Membuat sebuah deduksi percobaan ide/pemikiran dengan sederetan logika	suatu benda yang sedang bergerak cenderung untuk tetap bergerak jika gaya resultannya nol. Sehingga Orang tersebut akan terus bergerak bersama lori.
6	Membuat kesimpulan	Ketika lori direm, orang itu tidak menerima gaya. Ia tetap ingin meneruskan gerakannya, itu sebabnya ia terjerebab ke depan

Kasus 2. Seekor lalat menabrak kaca depan sebuah bus yang bergerak cepat, Menurut pendapat anda manakah:

- yang mengalami gaya dampak yang lebih besar?
- yang mengalami percepatan lebih besar?

No	Prosedur eksperimen berpikir	Solusi
1	Membuat sebuah hipotesis atau menjawab sebuah pertanyaan,	Ketika lalat menabrak kaca bus, lalat mengerjakan gaya pada kaca bus. Sebaliknya kaca bus mengerjakan gaya pada lalat.
2	Menciptakan sebuah imajinasi objek dunia atau kasus-kasus yang dikenal sebagai objek	Menurut Hukum III Newton, jika benda pertama mengerjakan gaya pada benda kedua maka benda kedua akan mengerjakan gaya pada benda pertama, yang besarnya sama dan arah



		berlawanan.
3	Merancang sebuah percobaan ide/pemikiran	Membayangkan sebuah benda yang massanya kecil ditabrak dengan benda yang massanya jauh lebih besar.
4	Melaksanakan sebuah percobaan pemikiran	misalnya seekor nyamuk yang terbang di udara dipukul dengan menggunakan buku yang tebal dan besar.
5	Membuat sebuah deduksi percobaan ide/pemikiran dengan sederetan logika	Ketika lalat menabrak kaca bus, lalat akan ikut tersedet.
6	Membuat kesimpulan	Tersedetnya lalat menunjukkan terjadinya perubahan kecepatan pada lalat, karena massa lalat jauh lebih kecil dari pada massa bus, maka dengan gaya yang sama lalat

Kasus 3. Seseorang berada didalam lift dengan massa m dimana percepatan gravitasinya g . Ketika lift akan bergerak, orang tersebut merasakan adanya tambahan berat badan, sementara ketika lift akan berhenti, orang tersebut merasakan berat badan lebih ringan. Bagaimana berat orang tersebut jika?

- Lift Diam
- Lift bergerak ke atas atau ke bawah dengan kecepatan tetap
- Lift dipercepat ke atas
- Lift dipercepat ke bawah
- Lift Jatuh bebas (tali lift putus)

a. Lift diam

No	Prosedur eksperimen berpikir	Solusi
1	Membuat sebuah hipotesis atau menjawab sebuah pertanyaan,	Dalam kasus ini, tidak ada perbedaan sama sekali dengan ketika orang tersebut berada di luar lift.
2	Menciptakan sebuah imajinasi objek dunia atau kasus-kasus yang dikenal sebagai objek	Kasusnya sama dengan sebuah benda yang dalam keadaan diam tanpa gangguan gaya eksternal maupun internal
3	Merancang sebuah percobaan ide/pemikiran	Membayangkan sebuah benda di lantai dalam keadaan diam



4	Melaksanakan sebuah percobaan pemikiran	Meletakkan benda di lantai dan menggambar diagram bebasnya	
5	Membuat sebuah deduksi percobaan ide/pemikiran dengan sederetan logika	Dengan membuat deduksi atau membandingkan benda yang diam dengan kasus orang di dalam lift	
6	Membuat kesimpulan	Ketika, orang tersebut menekan lantai lift dengan gaya sebesar berat badannya, yaitu sebesar mg (Newton).	

b. Lift bergerak ke atas atau ke bawah dengan kecepatan tetap

No	Prosedur eksperimen berpikir	Solusi	
1	Membuat sebuah hipotesis atau menjawab sebuah pertanyaan,	Hukum I Newton menyatakan bahwa untuk menjaga agar suatu benda yang sedang bergerak dengan kecepatan tetap terus bergerak, tidak diperlukan suatu gaya.	
2	Menciptakan sebuah imajinasi objek dunia atau kasus-kasus yang dikenal sebagai objek	Gaya gravitasi bumi menarik massa orang yang di dalam lift dengan gaya sebesar mg newton.	
3	Merancang sebuah percobaan ide/pemikiran	Menurut Hukum III Newton, lantai lift mengerjakan gaya ke atas pada orang, yang besarnya sama dengan mg juga.	
4	Melaksanakan sebuah percobaan pemikiran	Membuat kerangka diagram bebas benda pada lift yang bergerak ke bawah	
5	Membuat sebuah deduksi percobaan ide/pemikiran	Dengan demikian, total gaya yang bekerja pada orang yang berada dalam lift sama dengan nol.	



	dengan sederetan logika	
6	Membuat kesimpulan	Jadi, pada lift yang bergerak dengan kecepatan tetap, berat badan orang di dalam lift yang bergerak dengan kecepatan tetap, berat badan orang di dalam lift sama dengan berat badannya ketika diam di permukaan tanah.

c. Lift dipercepat ke atas

No	Prosedur eksperimen berpikir	Solusi
1	Membuat sebuah hipotesis atau menjawab sebuah pertanyaan,	Jika lift bergerak ke atas dengan percepatan a , maka lantai lift juga memberikan percepatan yang sama besarnya pada orang yang berada dalam lift.
2	Menciptakan sebuah imajinasi objek dunia atau kasus-kasus yang dikenal sebagai objek	Seorang yang berdiri di dalam lift, yang bergerak ke atas dengan percepatan a
3	Merancang sebuah percobaan ide/pemikiran	Berdasarkan Hukum III Newton, orang yang di dalam lift akan memberikan gaya reaksi, yaitu gaya yang besarnya sama dengan ma tetapi arahnya ke bawah.
4	Melaksanakan sebuah percobaan pemikiran	Menggambarkan diagram bebas orang di dalam lift yang bergerak ke atas dengan percepatan a <div style="text-align: right;"> </div>
5	Membuat sebuah deduksi	gaya gravitasi bumi memberikan gaya berat



	percobaan ide/pemikiran dengan sederetan logika	kepada orang sebesar mg , sehingga gaya total yang dikerjakan orang pada lantai lift sebesar $W = mg + ma = m(g + a)$
6	Membuat kesimpulan	Dengan demikian, berat orang yang berada di dalam lift yang dipercepat ke atas dengan percepatan a adalah $W = m(g + a)$

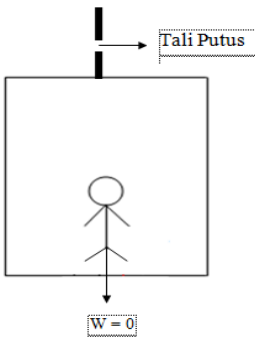
d. Lift dipercepat ke bawah

No	Prosedur eksperimen berpikir	Solusi
1	Membuat sebuah hipotesis atau menjawab sebuah pertanyaan,	Karena lantai lift tidak bisa memberikan gaya ke bawah pada orang, maka sebagian dari gaya gravitasi mg digunakan untuk mempercepat orang tersebut ke bawah, yaitu sebesar ma .
2	Menciptakan sebuah imajinasi objek dunia atau kasus-kasus yang dikenal sebagai objek	Orang di dalam lift, dimana lift bergerak ke bawah dengan percepatan a
3	Merancang sebuah percobaan ide/pemikiran	Menggambarkan diagram bebas orang di dalam lift yang dipercepat ke bawah
4	Melaksanakan sebuah percobaan pemikiran	
5	Membuat sebuah deduksi percobaan ide/pemikiran dengan sederetan logika	Dengan demikian, berat orang yang berada di dalam lift yang sedang dipercepat ke bawah akan terjadi pengurangan percepatan gravitasi
6	Membuat kesimpulan	$W = mg - ma = m(g - a)$

e. Lift Jatuh bebas (tali lift putus)

No	Prosedur eksperimen berpikir	Solusi
1	Membuat sebuah hipotesis atau menjawab sebuah pertanyaan	Jika tiba-tiba saja dalam suatu kecelakaan tali lift putus, maka lift dan orang di dalamnya akan mengalami gerak jatuh bebas.
2	Menciptakan sebuah	Menggambarkan dalam imajinasi sebuah batu



	imajinasi objek dunia atau kasus-kasus yang dikenal sebagai objek	yang jatuh dari ketinggian tertentu.
3	Merancang sebuah percobaan ide/pemikiran	Menggambar proses gerak jatuh bebas sistem orang dan Lift yang bergerak jatuh bebas karena tali penggantungnya putus
4	Melaksanakan sebuah percobaan pemikiran	
5	Membuat sebuah deduksi percobaan ide/pemikiran dengan sederetan logika	berat orang yang di dalam lift W sama dengan nol.
6	Membuat kesimpulan	$W=0$

5. Kesimpulan

Berdasarkan prosedur eksperimen berpikir (*Thought Experiments*) dapat terlihat bagaimana kemampuan pengetahuan peserta didik, baik secara *destructive*, *constructive* (*mediative*, *conjectural*, *Direct*), maupun bersifat *platonik*. Eksperimen berpikir sangat diperlukan sekali terutama dalam penemuan konsep-konsep fisika. Kemampuan eksperimen berpikir bagi Peserta didik ditingkat sekolah menengah ini sangat penting karena secara psikologis perkembangan kognitifnya sudah sampai pada tahap berpikir imajiner. penggunaan prosedur eksperimen berpikir secara imajiner maupun konkrit akan mampu mendorong peserta didik berpikir analitis dan teoritis dengan berdasarkan konsep yang tepat dan argumentasi ilmiah yang kuat.

Daftar Rujukan

- Abdullah, Mikrajudin. (2016). *Fisika Dasar I*. Bandung: Kampus Ganesa
- Bademci, S & Sari, M. (2014). Thought experiment in solving physics problem: A study into candidate physics teachers. *International Journal of Science Education*, 39 (2014) No 175 203-215
- Brown, J. R. (1991). *Thought experiment: A platonic account thought experiment in science and philosophy*. Maryland: Rowman & Littlefield Publishers
- Clement, J. J. (2008). *Creative Model Construction in Scientists and Students*. Dordrecht: Springer Science + Business Media B.V.
- Dimitriadi, K. & Halkia, K. (2012). Secondary Students' Understanding of Basic Ideas Of Special Relativity. *International Journal of Science Education*, 34(16): 2565-2582.
- Gilbert, J. K. (eds). (2008). *Visualization: Theory and Practice in Science Education*. Springer Science + Business Media B.V.



- Gilbert, K. J., & Reiner, M. (2010). Thought experiments in science education: potential and current realization. *International Journal of Science Education*, 22(3), 265-283.
- Glender, T. (1998). Galileo and the indispensability of science thought experiment. *British Journal for the Philosophy of Science*, 49, 397-424
- Irvine, A. D. (1991). On the nature of thought experiments in scientific reasoning. In T. Horowitz & G. J. Massey (Eds), *Thought experiments in science and philosophy* (pp. 149-165). Maryland: Rowman & Littlefield Publishers. <http://philsci-archive.pitt.edu>
- LimantoroKunari Ahmad, Muhardjito, Nandang Mufti .(2016). Pengaruh ThoughtExperimentsTerhadap Pemahaman Konsep FisikaPeserta didikSMA. *Prosiding seminar nasional Pendidikan Fisika II. Program Studi Pendidikan Fisika, FPMIPA, IKIP PGRI Madiun.*
- McAllister, James W. (2004). Thought Experiments and the Belief in Phenomena. *Journal of Science Education*. Pp 1164-1175
- Reiner, M. (2012). Thought experiments and collaborative learning in physics. *International Journal of Science Education*, 20 (9): 1043-1058.
- Reiner, M., Haifa, T. & Gilbert, J. (2000). Epistemological resources for thought experimentation in science learning. *International Journal of Science Education*, 22(5), 489-506
- Serway Raymond A., Jewett John W., Jr. (2009). *Fisika untuk sains dan teknik buku 1*. Jakarta: Salemba Empat
- Tekbiyik, A. & Akdeniz, R. A. (2010). *A meta-analytical investigation of the influence of computer assisted instruction on achievement in science*. Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching. Volume 11, Issue 2, Article 12 Desember., 2010 (http://www.eduhk.hk/apfslt/v11_issue2/tekbiyik/page2.htm diakses tanggal 2 September 2017)
- Velentzas, A. & Halkia, K. (2013). From Earth to Heaven: Using Newton's Cannon Thought Experiment for Teaching Satellite Physics. *Science & Education*, 22 (10): 2621-2640.
- Wardani, T. (2013). <http://sukmadew.blogspot.com/2013/06/aplikasi-hukum-newton-dalam-kehidupan.html> diakses tanggal 2 september 2017