



## **METODE PEMBELAJARAN FISIKA MELALUI ANALISIS KESALAHAN KONSEP PADA FILM HOLLOW MAN 2 UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR HOTS**

**Daniel Aryadiputra Krismanda<sup>1a</sup>, Marmi Sudarmi<sup>2b</sup>, Debora Natalia Sudjito<sup>3b</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Sains dan Matematika,  
Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga 50711, Jawa Tengah

<sup>2</sup>Pusat Studi Pendidikan Sains, Matematika, dan Teknologi (e-SisTeM),  
Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga 50711, Jawa Tengah  
e-mail: <sup>a)</sup>192014012@student.uksw.edu, <sup>b)</sup>marmi.sudarmi@uksw.edu,

### **ABSTRAK**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk: (1) merancang suatu pembelajaran materi optika yang mengajarkan siswa untuk berpikir tingkat tinggi/*High Order Thinking Skill* (HOTS) dengan memanfaatkan film fiksi ilmiah (*Hollow Man 2*) yang di dalamnya terdapat beberapa peristiwa yang salah menurut konsep Fisika; (2) membuat model pembelajaran di mana dengan menganalisis kejadian-kejadian tak nalar pada film, materi pembiasan, pemantulan, indeks bias, serta proses mata melihat dapat dipahami dengan lebih baik; (3) memberikan contoh pembelajaran Fisika yang menarik dan menantang. Penelitian ini merupakan Penelitian Tindakan Kelas, dan dilakukan kepada 9 mahasiswa Fisika dan Pendidikan Fisika angkatan pertama. Data penelitian diperoleh dari Soal Evaluasi berbasis HOTS serta Lembar Observasi KBM yang didukung oleh Lembar Kuesioner. Dari data yang didapatkan, diperoleh bahwa siswa mengalami peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi dalam menganalisis dan mengevaluasi suatu masalah. Jadi dapat disimpulkan bahwa pembelajaran menggunakan film *Hollow Man 2* berhasil membuat siswa aktif dan antusias dalam mengikuti pembelajaran, meningkatkan kemampuan siswa dalam berpikir HOTS, serta meningkatkan pemahaman siswa pada materi optika.

**Kata kunci** : HOTS, belajar dari kesalahan, film fiksi ilmiah, optika

### **ABSTRACT**

*The aim of this study is: (1) to design an optics lesson that teaches students to think in high order thinking skill (HOTS) by using science fiction movie (Hollow Man 2) that have conflicting film scenes based on physics concepts; (2) to make a lesson design that by analyzing conflicting film scenes based on physics concepts, physics learning about refractive index, refraction, and viewing process can be better understood; (3) to give an example of interesting and challenging physics lesson plan. It used Classroom Action Research (CAR). There are nine freshmen undergraduate students as the respondents. The data obtained through Evaluation Test HOTS based and Observation Sheet that supported by Questionnaire Sheet. From the obtained data, the High Order Thinking Skills of the students in analyzing and evaluating problems increased. At the end of this study it was determined that lesson by using Hollow Man 2 movie succeed in making students active and enthusiastic in learning, increasing High Order Thinking Skills of the students, and increasing the understanding of students in physics learning about optics.*

**Keywords:** HOTS, learn of error, science fiction movie, optics

## PENDAHULUAN

Berdasarkan pengamatan di sekolah, khususnya dalam pembelajaran Fisika pada umumnya materi yang benar langsung diajarkan kepada siswa. Hasilnya, belajar Fisika menjadi kegiatan yang kurang menyenangkan siswa dan membuat siswa menjadi pasif, di mana siswa tidak belajar berpikir dan menalar karena telah terbiasa untuk menerima pengetahuan saja. Hal ini didukung hasil studi *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS) yang diinisiasi oleh the *International Association for the Evaluation of Educational Achievement* (IEA), yang menyatakan Indonesia memiliki pencapaian di bawah rata-rata dibanding dengan pencapaian rata-rata internasional. Pendidikan di Indonesia dalam skor IPA berada dalam peringkat nomor 45 dari 48 negara (“Pusat Penilaian Pendidikan Badan Penelitian Dan Pengembangan Mengenai TIMSS,” 2015). Jika dilihat dari soal-soal indikator penilaian TIMSS ini, ternyata karakteristik soal-soal tersebut menuntut penalaran, argumentasi dan kreativitas dalam menyelesaikannya. Seharusnya guru melatih siswa supaya mampu menalar dan mampu berargumentasi serta kreatif. Namun sayangnya selama ini guru tidak pernah mengajar siswa untuk mampu berpikir *High Order Thinking Skill* (HOTS).

Berbeda cerita apabila bicara masalah film. Siswa akan sangat senang menonton film, baik di televisi, *YouTube*, bioskop, ataupun dalam media lainnya. Mereka sangat menyukai berbagai jenis film, termasuk fiksi ilmiah/*science fiction* (*sci-fi*), di mana di dalam film tersebut menunjukkan hal-hal di luar nalar manusia. Dari aktivitas menonton film *sci-fi* seperti itu, ada banyak reaksi yang diperlihatkan siswa mulai dari kagum akan ‘keajaiban’ dalam film itu hingga mengatakan bahwa peristiwa dalam film itu tidaklah masuk akal. Jika siswa sudah terkagum-kagum dan mampu berpikir bahwa peristiwa di

dalam film itu merupakan hal yang ajaib atau tidak masuk akal berarti siswa tahu teori yang benar. Ini berarti siswa sudah mampu menganalisis dan mengevaluasi film tersebut dengan kemampuan berpikir HOTS.

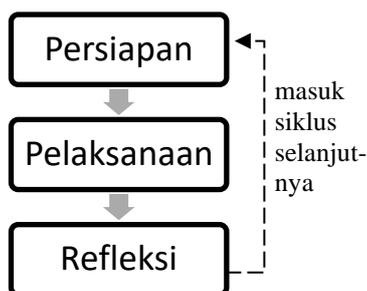
Dalam perkembangannya, telah dilakukan penelitian yang merancang pembelajaran menggunakan media film (Sekar Arum, Sudarmi, & Pattiserlihun, 2019; Windiarti, Noviandini, & Sudarmi, 2012). Dari penelitian tersebut didapatkan bahwa pembelajaran menggunakan film mampu membuat siswa menjadi lebih aktif dan termotivasi dalam belajar serta meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang suatu pembelajaran materi optika yang mengajarkan siswa untuk berpikir tingkat tinggi (HOTS) dengan memanfaatkan film *Hollow Man 2* (Fäh, 2006) yang di dalamnya terdapat beberapa peristiwa yang salah menurut konsep Fisika; membuat model pembelajaran di mana dengan menganalisis kejadian-kejadian tak nalar pada film, materi pembiasaan, pemantulan, indeks bias, serta proses mata melihat dapat dipahami dengan lebih baik; dan memberikan contoh pembelajaran Fisika yang menarik dan menantang.

## METODE

### 1. Prosedur Penelitian

Penelitian ini merupakan Penelitian Tindakan Kelas (PTK). Responden dari penelitian ini adalah 9 mahasiswa Fisika dan Pendidikan Fisika angkatan pertama. Prosedur penelitian digambarkan pada gambar 1.



Gambar 1. Prosedur Penelitian

a. Persiapan

Pada tahap ini, instrumen penelitian yang digunakan untuk tahap pelaksanaan dibuat. Instrumen-instrumen tersebut adalah Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) berbasis HOTS, lembar observasi kegiatan belajar mengajar (KBM), lembar kuesioner, serta soal evaluasi berbasis HOTS.

RPP digunakan untuk pedoman guru dalam melaksanakan KBM. Lembar observasi KBM digunakan untuk menilai keberhasilan pembelajaran dalam merangsang siswa dalam berpikir. Lembar kuesioner digunakan untuk melihat apakah siswa merasa terbantu oleh KBM yang diberikan. Hasil dari soal evaluasi digunakan sebagai salah satu kriteria keberhasilan KBM.

b. Pelaksanaan

Di tahap pelaksanaan, pembelajaran berdasarkan RPP yang sudah dibuat dilaksanakan. Setelah KBM, siswa diminta untuk mengisi lembar kuesioner dan mengerjakan soal evaluasi berbasis HOTS. Tiga observer mengamati jalannya pembelajaran dan mengisi lembar observasi saat pembelajaran berlangsung.

c. Refleksi

Dari refleksi, dilihat kriteria keberhasilan dari instrumen lembar observasi dan soal evaluasi.

Kriteria keberhasilan lembar observasi KBM adalah minimal 70% jumlah

siswa mampu mengikuti pertanyaan-pertanyaan yang mengajarkan untuk mengevaluasi kesalahan-kesalahan dalam film tersebut (berpikir HOTS). Angka 70% itu didapatkan dari perhitungan:

$$P = \frac{n}{N} \times 100\%$$

di mana  $P$  adalah persentase siswa yang mampu mengikuti pertanyaan guru,  $n$  adalah jumlah siswa yang mampu mengikuti pertanyaan guru, dan  $N$  adalah jumlah semua siswa. Kemudian kriteria keberhasilan dari soal evaluasi adalah sebanyak minimal 70% siswa mendapatkan nilai di atas 70.

Jika kriteria keberhasilan tercapai, maka prosedur berhenti. Namun jika kriteria keberhasilan tidak tercapai, maka kelemahan-kelemahan dalam penelitian akan diperbaiki dan dilanjutkan ke siklus 2. Demikian seterusnya sampai kriteria keberhasilan tercapai.

## 2. Teknik Analisa Data

Dari lembar observasi, ditetapkan kriteria keberhasilan siswa mampu berpikir HOTS dan sikap siswa dalam mengikuti KBM. Di lembar observasi ini berisi penilaian keberhasilan dari pertanyaan guru dalam merangsang siswa berpikir HOTS selama KBM.

Dari lembar observasi KBM, jika persentase jumlah siswa yang mampu mengikuti pertanyaan guru minimal 70%, maka siswa dinilai sudah mampu berpikir HOTS.

Kemudian dari soal evaluasi, ditetapkan kriteria keberhasilan tentang pemahaman siswa tentang materi yang diberikan. Dalam soal evaluasi, diberikan pertanyaan-pertanyaan dengan level berpikir tinggi, yaitu menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta.

Jika sebanyak minimal 70% jumlah siswa mendapatkan nilai minimal 70,

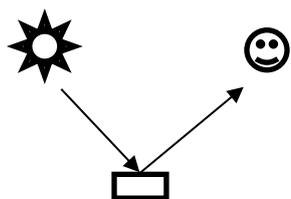
maka pembelajaran dinilai berhasil membuat siswa memahami materi pembiasan, indeks bias, proses mata melihat serta massa jenis.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

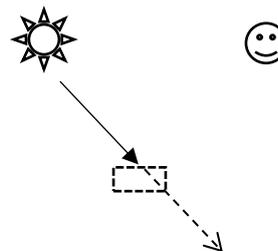
### a. Kesalahan Konsep Fisika *Hollow Man 2* (kunci jawaban guru)

Pada penelitian ini, pembelajaran dilakukan dengan memanfaatkan film fiksi ilmiah yaitu *Hollow Man 2* sebagai media mengajarkan kepada siswa untuk berpikir tingkat tinggi pada materi optik. Film *Hollow Man 2* dipilih karena dari banyak film yang memiliki konsep serupa di mana terdapat tokoh yang tidak terlihat, film *Hollow Man 2* adalah film yang memiliki kesalahan pada konsep fisika paling banyak dibanding dengan film-film lain yang memiliki karakter serupa.

Pada film ini terdapat setidaknya 4 kesalahan utama yang berkaitan dengan materi optik. **Kesalahan pertama** adalah ada manusia yang tidak terlihat (*invisible man*). Konsep suatu objek dapat dilihat mata adalah jika ada cahaya yang mengenai objek itu, kemudian cahayanya dipantulkan ke mata kita seperti pada gambar 2a. Namun jika terdapat objek yang tidak terlihat, itu artinya cahaya yang mengenainya tidak dipantulkan menuju mata kita/cahaya hanya diteruskan seperti pada gambar 2b. Hal ini hanya bisa terjadi apabila indeks bias objek tersebut sama dengan indeks bias udara dan transparan. Padahal indeks bias dari tubuh manusia tidak sama dengan indeks bias udara, dan tidak transparan. jadi tidak mungkin ada manusia yang tidak terlihat.

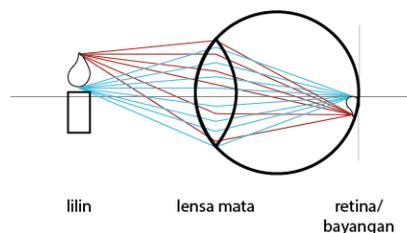


Gambar 2a. Proses Melihat Jika Benda Terlihat

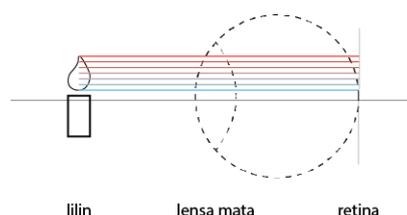


Gambar 2b. Proses Melihat Jika Benda Tak Terlihat

**Kesalahan kedua** dalam film tersebut adalah *invisible man* itu dapat melihat, padahal seharusnya buta. Karena terbentuknya bayangan pada retina hanya dapat terjadi jika indeks bias lebih besar dari indeks bias udara, yang berarti bola mata harus tampak (seperti pada gambar 3a). Jika bola mata tidak tampak, berarti indeks bias bola mata sama dengan indeks bias udara (seperti pada gambar 3b), yang artinya tidak akan ada pembentukan bayangan.



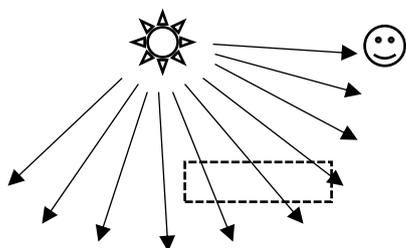
Gambar 3a. Pembentukan Bayangan Pada Mata Jika Mata Terlihat



Gambar 3b. Pembentukan Bayangan Pada Mata Jika Mata Tidak Terlihat

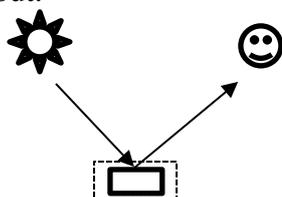
**Kesalahan ketiga** dalam film tersebut adalah *invisible man* dapat dilihat melalui kamera mode *night vision*. Kamera dengan mode *night vision* hanya mengumpulkan cahaya dari sumber-sumber cahaya dengan intensitas rendah yang tidak bisa ditangkap oleh kamera biasa, tetapi tetap saja tidak bisa membuat kamera mampu melihat objek yang memiliki indeks bias sama

dengan udara. Karena *invisible man* benar-benar tidak terlihat atau indeks biasnya sama dengan indeks bias udara, di mana tidak ada cahaya yang dapat dipantulkan objek ke kamera seperti pada gambar 4, mustahil *invisible man* dapat dilihat menggunakan kamera mode *night vision*.



Gambar 4. Jalannya Cahaya Menangkap Gambar Suatu Objek Jika Objek Tidak Tampak

**Kesalahan keempat** dalam film tersebut yang berkaitan dengan materi optik adalah saat *invisible man* terluka, darahnya terlihat. Jika darah dari *invisible man* itu terlihat, berarti indeks bias darahnya berbeda dengan udara, sehingga seharusnya tanpa terluka pun darah *invisible man* itu tetap terlihat. Konsep ini mirip seperti benda di dalam kotak kaca pada gambar 5. Jika kotak kaca diibaratkan sebagai tubuh *invisible man*, dan benda di dalam kotak kaca sebagai darah *invisible man*, seharusnya kita tetap bisa melihat darah *invisible man* layaknya kita dapat melihat benda yang ada di dalam kotak kaca tersebut.



Gambar 5. Jalannya Cahaya Menangkap Gambar Suatu Objek Jika Objek Tidak Tampak

**Kesalahan kelima** dari film tersebut adalah pada saat mata *invisible man* disemprot cat oleh wanita dalam film, yang terkena semprotan cat hanyalah topeng sekitar mata *invisible man*, sedangkan tepat bagian tengah mata tidak

terkena cat. Seharusnya, *invisible man* tetap terkena semprotan cat dan catnya menempel pada mata *invisible man*.

#### b. Rencana Proses Pembelajaran

Dari kesalahan-kesalahan di atas, disusunlah RPP yang mampu mengajarkan siswa mengevaluasi dan menganalisis kesalahan-kesalahan di atas dan menunjukkan yang benar.

Di langkah pembelajaran **mengamati**, kegiatan dimulai dengan memutar film *sci-fi* yaitu *Hollow Man 2* kepada siswa. Siswa diminta untuk mencatat kesalahan konsep fisika yang terdapat pada film, beserta alasan kenapa bagian film itu salah, serta bagaimana seharusnya yang terjadi pada kehidupan nyata. Setelah film selesai, siswa diminta untuk mengemukakan pendapatnya, yang kemudian dicatat. Dari kegiatan tersebut, didapatkan sebanyak 88% siswa dengan antusias mengemukakan pendapatnya, tanpa mempersoalkan benar/salah. Di kegiatan ini, sebenarnya ada beberapa siswa yang tidak menjawab, namun tetap dihitung menjawab karena pendapat siswa tersebut sudah dikemukakan siswa lain, sehingga mereka tidak perlu mengemukakan pendapatnya lagi.

Adapun dari keseluruhan siswa, didapatkan sebanyak 6 hasil analisa siswa tentang kejadian tak nalar pada film, beserta alasan dan bagaimana seharusnya itu terjadi menurut hukum Fisika. Pernyataan-pernyataan siswa tersebut antara lain:

- a) **Pernyataan tidak nalar:** Saat makhluk astral (*invisible man*) jahat dipukul oleh makhluk astral baik, seharusnya keluar darahnya.  
**Alasan:** Karena kalau (orang) dipukul dengan momentum tinggi, seharusnya berdarah.  
**Yang seharusnya terjadi:** Berdarah-darah.
- b) **Pernyataan tidak nalar:** Muncul bayangan (*invisible man*) di cermin.

**Alasan:** Cermin tidak dapat memantulkan objek yang tidak kelihatan.

**Yang seharusnya terjadi:** Harusnya tidak muncul bayangan pada cermin.

- c) **Pernyataan tidak nalar:** Saat ditabrak mobil, (*invisible man*) seharusnya mati.

**Alasan:** Kenyataannya dia tidak mati.

**Yang seharusnya terjadi:** Seharusnya mati.

- d) **Pernyataan tidak nalar:** ‘Yang tak tampak’ (*invisible man*) itu bisa melakukan apa yang bisa dilakukan manusia.

**Alasan:** Karena cahaya atau bayangan yang tak tampak tidak punya bayangan.

**Yang seharusnya terjadi:** Harusnya dia punya bayangan karena sifat dari cahaya adalah merambat di garis lurus.

- e) **Pernyataan tidak nalar:** Ada manusia tidak kelihatan.

**Alasan:** Karena seharusnya manusia kelihatan.

**Yang seharusnya terjadi:** Seharusnya kelihatan.

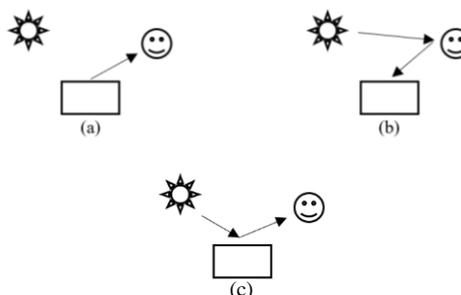
- f) **Pernyataan tidak nalar:** Saat makhluk astral (*invisible man*) jahat tadi disemprot oleh wanita dalam film, yang terkena semprotan hanya pinggiran matanya, tapi tidak kena matanya.

**Alasan:** Karena di film, yang disemprot tepat kena sasaran, tapi matanya tadi tidak tampak cat.

**Yang seharusnya terjadi:** Seharusnya di matanya juga terlihat semprotan catnya.

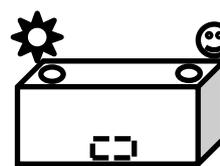
Kemudian untuk dapat membahas kesalahan-kesalahan konsep fisika yang terdapat pada film, guru mengajarkan beberapa konsep fisika yang berkaitan dengan film, yaitu materi proses mata melihat, pembiasan, pemantulan, indeks bias, massa jenis serta pembentukan bayangan oleh lensa.

Pada kegiatan pembelajaran **mencoba 1**, guru bertanya kepada siswa: “*Bagaimana* proses melihat?”. Di **mencoba 1**, guru menunjukkan beberapa jalannya cahaya pada proses mata melihat seperti pada gambar 6.



Gambar 6. Macam-macam Jalannya Cahaya Pada Proses Mata Melihat Yang Diberikan Kepada Siswa Saat Pembelajaran

Kemudian siswa diminta untuk memilih bagaimana jalannya cahaya yang benar menurut konsep fisika. Sebanyak 100% siswa menjawab bahwa proses jalannya cahaya yang benar adalah yang ditunjukkan oleh gambar (6c). Pernyataan siswa kemudian dibuktikan dengan melakukan percobaan menggunakan kotak yang di dalamnya dilapisi karbon hitam. Skema percobaan dari **mencoba 1** ditunjukkan pada gambar 7.



Gambar 7. Skema Percobaan **Mencoba 1** Menggunakan Kotak Yang Di Dalamnya Berlapis Karbon Hitam

Pada percobaan yang membuktikan gambar (6a), kondisi ruangan dibuat gelap sehingga tidak ada cahaya yang masuk. Pada percobaan (6a) siswa tidak dapat melihat benda yang ada di dalam kotak berlapis karbon. Pada percobaan yang membuktikan gambar (6b), terdapat cahaya, namun cahaya diarahkan ke mata siswa. Pada percobaan (6b) siswa juga

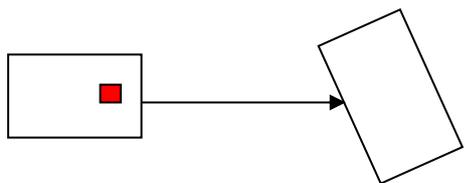
tidak dapat melihat benda yang ada di dalam kotak berlapis karbon. Pada percobaan yang membuktikan gambar (6c), terdapat cahaya, dan cahaya diarahkan ke benda. Pada percobaan (6c) siswa dapat melihat benda yang ada di dalam kotak berlapis karbon. Di sini, dapat dilihat bahwa hipotesis dari siswa benar.

Kemudian dari kegiatan **menalar 1**, guru bertanya: “Apa syarat mata kita bisa melihat?” dan sebanyak 100% siswa menjawab syarat yang diperlukan adalah ada cahaya yang dipantulkan benda ke mata.

Dari sini sudah dapat disimpulkan bahwa siswa sudah mengerti bagaimana proses melihat, yaitu ada cahaya yang mengenai benda kemudian dipantulkan ke mata.

Lalu pada kegiatan pembelajaran **menanya 2**, guru bertanya kepada siswa: “*Bagaimana jalannya cahaya yang melewati dua medium yang berbeda?*”. Siswa menjawab bahwa cahaya dapat dibiaskan dan dipantulkan. Dari situ dapat dilihat bahwa siswa sebenarnya sudah paham tentang konsep pembiasan.

Di kegiatan **mencoba 2**, siswa diberikan kaca plan paralel yang kemudian disinari menggunakan kotak cahaya untuk membuktikan jawaban mereka. Skema percobaan pada kegiatan ini ditunjukkan pada gambar 8. Kemudian siswa diminta untuk menggambarkan rambatan cahaya yang terbentuk. Siswa tampak aktif dan antusias saat diminta untuk menggambarkan rambatan cahaya, dan dengan antusias ingin membuktikan hipotesis mereka melalui percobaan langsung. Dari situ dapat dilihat bahwa pada langkah percobaan ini, siswa sudah mulai antusias mengikuti pembelajaran.

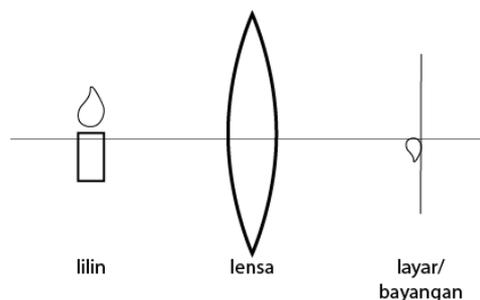


Gambar 8. Skema Percobaan **Mencoba 2** Menggunakan Kotak Cahaya Dan Kaca Plan Paralel

Di kegiatan **menalar 2**, siswa ditanya “*Bagaimana arah cahaya jika sinar melewati medium renggang ke rapat?*”. Sebanyak 88% siswa menjawab bahwa cahaya akan dibelokkan mendekati garis normal. Lalu siswa ditanya kembali “*Bagaimana arah cahaya jika sinar melewati medium rapat ke renggang?*”, dan sebanyak 100% siswa menjawab bahwa cahaya akan dibelokkan menjauhi garis normal. Di kegiatan **menalar 2** ini dapat dilihat ada peningkatan pemahaman siswa dalam materi pembiasan.

Kemudian kegiatan **menanya 3**, guru bertanya “*Bagaimana cahaya yang dipantulkan benda dapat membentuk bayangan di retina?*”. Kegiatan **menanya 3** ini kemudian dijawab ke dalam beberapa percobaan.

Di **mencoba 3.1** guru mula-mula memosisikan lilin, lensa dan layar seperti pada gambar 9. Guru lalu bertanya: “*Apa yang kalian lihat di layar?*”. Sebanyak 88% siswa dapat menjawab bahwa yang tampak pada layar itu adalah bayangan dari api pada lilin tersebut. Di kegiatan ini ada 1 siswa yang tidak menjawab. Hal ini dikarenakan pada saat pembelajaran, siswa merekam kegiatan pembelajaran dan percobaan yang dilakukan menggunakan *hand phone*-nya, sehingga tidak menjawab pada saat guru bertanya.



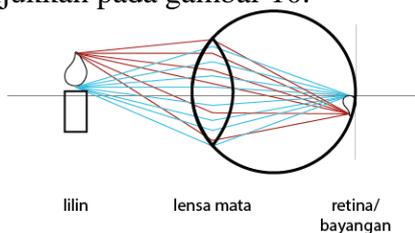
Gambar 9. Posisi Lilin, Lensa, Dan Layar Pada **Mencoba 3.1**

Kegiatan dilanjutkan dengan **mencoba 3.2** yaitu dengan mengganti

lensa menggunakan gelas cembung. Percobaan ini dilakukan untuk mencari tahu pengaruh indeks bias lensa terhadap pembentukan bayangan. Saat gelas kosong, siswa mengamati kalau tidak ada bayangan yang terbentuk pada layar. Namun pada saat gelas diisi air, siswa baru dapat mengamati terbentuknya bayangan pada layar.

Di **menalar 3.2** guru bertanya “*Dalam konteks indeks bias, bagaimana indeks bias gelas kosong dibandingkan indeks bias gelas berisi air?*”. Hampir seluruh siswa mampu menjawab dengan benar, yaitu pada saat gelas kosong, artinya indeks bias lensa = 1. Lalu pada saat diisi air, indeks bias lensa  $\neq 1$ . Kemudian guru bertanya apa syarat lensa cembung dapat membentuk bayangan. Mayoritas siswa dapat menyimpulkan bahwa syarat lensa mampu membentuk bayangan adalah jika indeks bias lensa  $\neq 1$ .

Lalu di kegiatan **mencoba 3.4**, guru menjelaskan tentang anatomi dan fungsi bagian-bagian mata. Guru menginfokan bahwa mata bisa melihat apa bila terdapat bayangan yang jatuh di retina, dan proses terbentuknya bayangan suatu benda di retina memiliki prinsip yang sama dengan percobaan menggunakan lensa cembung. Proses terbentuknya bayangan pada mata ditunjukkan pada gambar 10.



Gambar 10. Proses Terbentuknya Bayangan Pada Mata

Terakhir tapi bukan yang bagian akhir, di **menalar 3** guru bertanya “*Berdasarkan percobaan 3, bagian apa yang analog dengan lensa mata pada mata?*”. Sebanyak 100% siswa menjawab lensa cembung. Kemudian guru melanjutkan pertanyaan “*Berdasarkan percobaan 3 bagian percobaan apa yang analog dengan retina pada mata?*”.

Sebanyak 100% siswa menjawab layar. Terakhir guru bertanya “*Jadi bagaimana cahaya yang dipantulkan benda dapat membentuk bayangan di retina?*”. Mayoritas siswa kemudian menjawab bahwa syarat terbentuknya bayangan pada retina adalah harus ada lensa dan indeks bias lensa harus tidak sama dengan indeks bias udara.

Berdasarkan perhitungan penilaian observer pada serangkaian kegiatan **3** secara keseluruhan, sebanyak 96% siswa mampu menjawab pertanyaan rangsangan dari guru dengan benar.

Di **mengomunikasikan**, pendapat siswa di awal pembelajaran dibahas. Dari 6 pendapat ditemukan ada 2 jawaban yang tidak berkaitan dengan materi Fisika dan 4 berkaitan dengan fisika. 4 pendapat itu adalah:

- Muncul bayangan *invisible man* di cermin
- *Invisible man* itu bisa melakukan apa yang bisa dilakukan manusia
- Ada manusia tidak kelihatan.
- Saat mata *invisible man* disemprot oleh wanita dalam film, yang terkena semprotan hanya pinggiran mata atau topengnya saja, tapi tidak kena matanya.

Kemudian siswa diminta untuk menganalisis ulang film tersebut dan memberikan pendapat ulang kejadian tak nalar pada film tersebut. Siswa dapat menambah 3 pernyataan benar yang sesuai dengan kunci jawaban guru. Pendapat-pendapat tambahan itu antara lain:

- a) **Pernyataan tidak nalar:** *Invisible man* bisa dilihat melalui kamera  
**Alasan:** Tidak ada cahaya yang dipantulkan masuk ke kamera  
**Yang seharusnya terjadi:** Tidak kelihatan walaupun menggunakan kamera mode night vision
- b) **Pernyataan tidak nalar:** Saat tertabrak mobil, darah *invisible man* kelihatan

**Alasan:** Karena indeks bias darah sebelum dan sesudah ditabrak tetap sama

**Yang seharusnya terjadi:** Walau ditabrak, darahnya tetap tidak kelihatan

- c) **Pernyataan tidak nalar:** *Invisible man* dapat melihat

**Alasan:** Indeks biasnya sama dengan udara

**Yang seharusnya terjadi:** Tidak dapat melihat.

### c. Perkembangan Pengetahuan Siswa

Di awal dan akhir pembelajaran, siswa diminta menuliskan kesalahan konsep fisika yang terdapat dalam film. Perkembangan jawaban siswa ditampilkan pada tabel 1.

Tabel 1. Tabel Perkembangan Pengetahuan Siswa

	Jumlah Pendapat at	Jumlah Pendapat Berhubungan Dengan Fisika	Jumlah Pendapat Tidak Berhubungan Dengan Fisika
A	6	2	4
B	5	5	0

(a) adalah jawaban siswa yang disampaikan sebelum KBM; (b) adalah jawaban siswa yang disampaikan sebelum KBM.

Data tersebut diperoleh bahwa sebelum diajarkan menganalisis dan mengevaluasi suatu peristiwa, ada 6 pendapat yang dianggap tidak nalar oleh siswa. Dari 6 pendapat tersebut, hanya 2 pendapat yang memang benar, sedangkan 4 pendapat lainnya salah.

Berikut adalah pembahasan perubahan pendapat dari yang salah ke yang benar setelah mereka diajarkan menganalisa dan mengevaluasi melalui percobaan.

Pendapat 1: “Saat makhluk astral (*invisible man*) jahat dipukul oleh makhluk astral baik, seharusnya

*berdarah*”, (di film tidak keluar darah), dengan alasan “*Karena kalau dipukul dengan momentum tinggi, seharusnya berdarah*”. Pendapat ini keluar dari masalah teori optik yang menyangkut tentang indeks bias. Masalah keluar tidaknya darah itu tergantung sobek tidaknya kulit. Masalah kedua kalimat “*dipukul dengan momentum tinggi*”. Ini menunjukkan bahwa siswa tidak memahami apa itu momentum. Mereka pikir momentum itu seperti alat pukul dari luar benda, padahal momentum itu dimiliki oleh benda. Jelas di film, *invisible man* dipukul menggunakan APAR. Setelah diajar menganalisis dan mengevaluasi percobaan yang menunjukkan bagaimana jalannya cahaya yang mengenai kaca plan paralel dengan cahaya yang melewati udara, akhirnya mereka berpendapat kalau misalkan betul keluar darah, maka darah itu pasti tidak akan kelihatan karena indeks bias seluruh tubuh *invisible man*.

Pendapat 2: “*Muncul bayangan (invisible man) di cermin*”, dengan pendapatnya yang seharusnya terjadi : “*Tidak muncul bayangan pada cermin*”. Pada film, benar muncul bayangan pada cermin, tapi itu adalah bayangan dari air dan darah yang menempel pada tubuh *invisible man*. Di sini, pendapat siswa terbalik antara peristiwa salah dengan peristiwa yang seharusnya terjadi. Pada kenyataannya, seharusnya tetap muncul bayangan pada cermin, yaitu bayangan dari darah dan cermin yang menempel di tubuh *invisible man*. Kemudian setelah dilakukan diskusi tentang terbentuknya bayangan benda di depan cermin, bahwa bayangan tersebut dihasilkan dari pemantulan cahaya yang mengenai benda, mereka dapat menyimpulkan bahwa tubuhnya *invisible man* tidak memantulkan cahaya, sehingga tidak terbentuk bayangan di cermin. Setelah diarahkan ke air yang mengenai tubuh *invisible man*, mereka mulai memikirkan bahwa indeks bias air beda dengan indeks bias udara dan juga air merupakan benda

bening yang rata sehingga dapat memantulkan cahaya. Jadi sesungguhnya bayangan di cermin tersebut adalah bayangan air yang menempel di sekitar tubuh *invisible man*. Jadi jika dilihat di cermin tampak ada bayangan tubuh *invisible man* tapi sesungguhnya adalah bayangan air yang menempel di sekitar tubuh *invisible man*.

Pendapat 3: “Saat tertabrak mobil, seharusnya (*invisible man*) mati”. Pendapat ini tidak terkait dengan teori optik. Pendapat siswa ini juga kurang tepat karena hidup dan mati seseorang ada di tangan Tuhan. Maksudnya, tidak semua orang yang tertabrak mobil itu mesti mati. Guru tidak melakukan pembahasan terkait pendapat ini lebih lanjut karena pendapat siswa tidak berkaitan dengan materi optik.

Pendapat 4: “Yang tak tampak (*invisible man*) itu bisa melakukan apa yang bisa dilakukan manusia”. Maksud siswa dalam pernyataan ini adalah jika *invisible man* tersebut memiliki indeks bias sama dengan udara, maka ia juga akan bertindak sebagai udara/memiliki massa jenis sama dengan udara. Pernyataan ini salah, karena benda yang memiliki indeks bias sama dengan udara belum tentu memiliki massa jenis yang sama dengan udara. Guru dan siswa berdiskusi tentang *hydrogel* (Wikipedia, 2019), bahwa saat *hydrogel* dimasukkan ke dalam air, *hydrogel* tidak terlihat karena saat *hydrogel* dimasukkan ke dalam air, *hydrogel* akan menyerap air. Ini membuat *hydrogel* memiliki indeks bias yang sama dengan air, sehingga saat dimasukkan ke dalam air, selama *hydrogel* transparan dan tidak berwarna, *hydrogel* tidak tampak dalam air. Namun saat dimasukkan ke dalam air, *hydrogel* tenggelam, artinya massa jenis *hydrogel* lebih besar dari air. Itu menunjukkan bahwa *hydrogel* memiliki massa jenis yang lebih besar dari air. Setelah diskusi tersebut siswa baru menyadari bahwa belum tentu benda yang memiliki indeks bias yang sama memiliki massa jenis yang sama pula.

Pendapat 5: “Ada manusia tidak kelihatan” dengan alasan “Karena seharusnya manusia kelihatan”. Alasan ini belum menjelaskan mengapa seharusnya manusia kelihatan. Lalu siswa diajak berdiskusi tentang indeks bias dan bahan transparan. Siswa ditanya “apakah mungkin manusia memiliki indeks bias sama dengan udara?”. Semua siswa menjawab bahwa itu tidak mungkin karena kalau indeks biasnya sama, orang tersebut harus buta karena bahan lensanya sama dengan udara berarti tidak terbentuk bayangan pada retina matanya. Ini berarti orang tersebut buta. Ini didukung pada mencoba 3 menunjukkan bahwa lensa cembung harus selain bentuknya tebal di tengah, transparan dan indeks biasnya tidak sama dengan indeks bias udara. Jadi syarat mata dapat melihat adalah jika indeks bias lensa mata tidak sama dengan indeks bias udara, bahannya transparan dan bentuknya tebal di tengah. Tuhan sengaja membuat mata bisa melihat benda yang dapat dilihat. Benda yang dapat dilihat harus terbuat dari bahan yang memantulkan cahaya yang diterimanya, masuk ke mata, sehingga terbentuk citra benda di retina mata, kemudian diterjemahkan oleh otak.

Pendapat 6: “Saat makhluk astral (*invisible man*) disemprot oleh wanita dalam film, yang terkena semprotan hanya pinggiran matanya atau topengnya saja, tapi tidak kena matanya” dengan alasan “Karena di film, yang disemprot tepat kena mata, tapi matanya tetap tidak tampak”. Pernyataan siswa ini benar, namun belum menjelaskan alasannya. Setelah itu dilakukan diskusi tentang benda bening, yaitu bahwa benda bening seperti kaca akan terlihat ketika kaca tersebut dilapisi cat (cat bersifat memantulkan cahaya yang diterimanya). Jadi seharusnya jika mata disemprot maka mata tersebut harus tampak, bukan hanya topengnya. Sampai di akhir pembelajaran semua siswa setuju bahwa jika mata *invisible man* disemprot cat, seharusnya

mata *invisible man* akan terkena semprotan cat dan terlihat.

Ini membuktikan bahwa siswa sudah mengalami peningkatan kemampuan dalam mengevaluasi dan menganalisis, dan KBM yang diberikan guru mampu melatih siswa untuk menganalisis kesalahan-kesalahan yang terdapat pada film serta berpikir HOTS.

#### d. Hasil Evaluasi Siswa

Di akhir pembelajaran, siswa diberikan soal evaluasi untuk mengetahui tingkat pemahaman siswa pada materi yang telah dipelajari.

Setiap soal evaluasi yang diberikan merupakan soal HOTS yang memiliki tingkatan: menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta. Soal pertama, siswa ditunjukkan cuplikan film *Hollow Man* (Verhoeven, 2000). Dari film itu siswa diminta untuk menganalisis bagian-bagian benar dan salah menurut hukum fisika beserta alasannya. Di soal kedua, siswa ditunjukkan cuplikan film *Fantastic Beast and Where to Find Them* (Yates, 2016). Siswa diminta untuk mengevaluasi kesalahan dalam film tersebut, serta menjelaskan apa yang seharusnya terjadi menurut hukum Fisika. Pada soal ketiga, siswa diminta untuk merancang gedung imajiner yang tak kasat mata di mana jika seseorang masuk ke dalam gedung tersebut, orang itu juga akan ikut tak terlihat dari luar gedung. Siswa diminta untuk memikirkan syarat apa saja yang harus dipenuhi dalam membangun gedung imajiner tersebut. Adapun soal-soal tersebut dituliskan sebagai berikut:

Perhatikanlah cuplikan film *Hollow Man* dan *Fantastic Beast* yang akan diputar berikut untuk menjawab soal nomor 1 dan 2!

1. Dari film *Hollow Man*,
  - a. analisislah bagian-bagian salah dari cuplikan film tersebut! Jelaskan alasanmu kenapa bagian itu salah!
  - b. analisislah bagian-bagian benar dari cuplikan film tersebut!

Jelaskan alasanmu kenapa bagian itu benar!

2. Dari film *Fantastic Beast*, evaluasilah bagian salah dari film tersebut, dan jelaskan apa yang seharusnya terjadi di dalam film tersebut!
3. Berimajinasilah dengan logis! Daniel ingin membuat sebuah gedung tak kasat mata, di mana jika seseorang memasuki gedung itu, orang itu juga akan ikut tidak terlihat dari luar gedung. Syarat apa yang harus dipenuhi supaya Daniel bisa membuat gedung impiannya itu?

Persentase keseluruhan ketuntasan siswa dicantumkan dalam tabel 2.

Tabel 2. Tabel Persentase Ketuntasan Siswa

Keterangan	Jumlah Siswa
Siswa memperoleh nilai < 70	25 %
Siswa memperoleh nilai > 70	75 %

Dalam penelitian ini diperoleh hasil observasi pembelajaran bahwa sebanyak 88% siswa mampu mengikuti pembelajaran yang diberikan. Hal ini didukung oleh lembar kuesioner yang diisi oleh siswa yang menyatakan bahwa sebanyak 92% mereka terbantu oleh KBM yang diberikan, dan mampu mengikuti pertanyaan-pertanyaan penggiring yang diberikan dalam KBM. Dari segi kognitif, berdasarkan tabel 3, dapat dilihat bahwa sebanyak 75% siswa mendapatkan nilai evaluasi di atas 70. Berdasarkan data-data di atas, penelitian ini berhasil pada siklus pertama, sehingga tidak perlu masuk pada siklus kedua.

#### SIMPULAN

Pada penelitian ini, siswa mengalami peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi dalam menganalisis dan mengevaluasi suatu masalah.

Jadi dapat disimpulkan bahwa pembelajaran menggunakan film *Hollow Man 2* dengan metode belajar lewat kesalahan berhasil merangsang siswa dalam berpikir HOTS sehingga meningkatkan kemampuan siswa dalam menganalisis dan mengevaluasi. Pembelajaran ini juga berhasil meningkatkan pemahaman siswa pada materi fisika, khususnya materi pembiasan, pemantulan, proses mata melihat, indeks bias, serta massa jenis. Lalu dari pengamatan peneliti pun pembelajaran ini berhasil membuat mayoritas siswa antusias dan aktif dalam mengikuti pembelajaran, terutama saat anak menonton film dan menganalisis film tersebut.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Fäh, C. (2006). *Hollow Man 2*. United States: Destination Films.
- Pusat Penilaian Pendidikan Badan Penelitian Dan Pengembangan Mengenai TIMSS. (2015). Retrieved July 9, 2018, from [www.timss2015.org](http://www.timss2015.org)
- Sekar Arum, N. A., Sudarmi, M., & Pattiserlihun, A. (2019). Pemanfaatan Film Kartun “Larva” sebagai Media Belajar Lewat Kesalahan untuk Mengajarkan HOTS Kepada Siswa pada Materi Dispersi Cahaya. *Paedagogia / FKIP UMMat*, 10(1), 40. <https://doi.org/10.31764/paedagogia.v10i1.801>
- Verhoeven, P. (2000). *Hollow Man*. United States, Germany: Sony Pictures Releasing.
- Wikipedia. (2019). Hydrogel agriculture. Retrieved August 25, 2019, from [https://en.wikipedia.org/wiki/Hydrogel\\_agriculture%0D](https://en.wikipedia.org/wiki/Hydrogel_agriculture%0D)
- Windiarti, I., Noviandini, D., & Sudarmi, M. (2012). Metode Pembelajaran Fisika Berdasarkan Kesalahan (Learn of Error) yang Dibantu dengan Film Kartun Tom and Jerry Sebagai Media Pembelajaran pada Materi Elastisitas Benda. Retrieved May 8, 2018, from Institutional Repository Satya Wacana Christian University website: <http://repository.uksw.edu/handle/123456789/611>
- Yates, D. (2016). *Fantastic Beast and Where to Find Them*. United Kingdom, United States: Warner Bros. Pictures.