

Eksplorasi Model Mental Siswa pada Materi Pembiasan

Novi Arianti^{1*}, Lia Yuliati², dan Sunaryono²

¹Pascasarjana Pendidikan Fisika Universitas Negeri Malang, Jalan Semarang No.5 Malang

²Jurusan Fisika Universitas Negeri Malang, Jalan Semarang No.5 Malang

**E-mail*: n.arianti@yahoo.com

Abstrak: Penelitian deskriptif ini dimaksudkan untuk mengeksplorasi model mental siswa dalam memecahkan masalah materi pembiasan. Subyek penelitian adalah 30 siswa kelas XI IPA 3 SMA Negeri 1 Badegan Ponorogo. Teknik pengumpulan data menggunakan tes dengan instrumen berupa tiga butir soal model mental berbentuk uraian. Data yang diperoleh dianalisis secara kualitatif melalui koding dan penyajian data hasil analisis melalui tabel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat empat variasi model mental yang dimiliki siswa dalam memahami materi pembiasan. Representasi mental siswa yang tidak tepat menyebabkan kesulitan dalam memahami peristiwa pembiasan.

Kata kunci: model mental, optik, pembiasan, representasi mental

Salah satu kesulitan siswa dalam pembelajaran fisika dapat berasal dari model mental yang dimiliki siswa (Hrepic, 2010). Model mental merupakan cara representasi siswa dalam memahami, menalar dan menjelaskan fenomena (Tarciso Borges & Gilbert, 1999). Jika siswa salah dalam memahami fenomena maka siswa tersebut akan memiliki model mental yang tidak sesuai secara ilmiah (Halford, 1993). Model mental juga memungkinkan seseorang berpikir tentang bagaimana suatu permasalahan akan diselesaikan (Johnson-Laird, 1983; Norman, 1983)

Model mental yang dimiliki siswa perlu diketahui oleh guru. Dengan menggali model mental maka akan didapatkan pemahaman tentang asal kesulitan yang dialami siswa (Bao, Hogg, & Zollman, 2002). Selain membantu guru untuk merancang pembelajaran yang mampu membangun model mental siswa benar (Tarciso Borges & Gilbert, 1999)

Model mental dapat divisualisasikan melalui bagaimana siswa memahami sebuah fenomena dan memberikan penalaran (Liu & Stasko, 2010). Model mental yang dimiliki siswa dapat diketahui melalui serangkaian tes (Darabi, Nelson, & Seel, 2009). Model mental dinilai melalui permasalahan fisika kemudian jawaban siswa tersebut ditentukan model mentalnya sesuai indikator model mental yang ditentukan (Corpuz & Rebello, 2011).

Siswa memerlukan model mental yang benar untuk memahami fisika, khususnya fenomena optik. Siswa yang tidak memiliki pengetahuan tentang konsep cahaya tidak akan memahami cabang ilmu optik lain (Djanette, 2013). Siswa mengalami kesulitan dalam memahami optik karena materi optik bersifat kompleks dan abstrak (Galili & Hazan, 2000, 2001). Siswa masih mengalami kebingungan dalam memahami peristiwa pembiasan dan pemantulan, arah rambatan sinar serta bagaimana pembiasan terjadi (Kaewkhong, dkk., 2010)

Materi optik pada SMA memerlukan pemahaman tentang pembiasan yang benar untuk dapat menganalisis cara kerja alat optik, sedangkan siswa telah merumuskan pemahaman tentang pembiasan sejak dari SMP. Model mental dapat terbentuk dari pengalaman atau pengetahuan awal siswa (Itza-Ortiz, dkk., 2004). Pengalaman yang dimiliki siswa dapat

membangun mental model tentang fenomena (Harrison & Treagust, 1996). Oleh sebab itu perlu mengetahui model mental siswa tentang pembiasan sebagai pemahaman awal untuk menganalisis cara kerja optik menggunakan prinsip pembiasan dan pemantulan pada materi optik di SMA.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian deksriptif yang dilaksanakan di SMA Negeri 1 Badegan Ponorogo. Subyek penelitian adalah 30 siswa kelas XI MIPA 3 SMA Negeri 1 Badegan Ponorogo. Teknik pengumpulan data berupa tes model mental. Instrumen tes menggunakan tiga butir soal tes model mental berbentuk uraian pada materi pembiasan. Instrumen tes diadaptasi dari (Fyttas, dkk., 2013). Siswa diminta untuk menggambarkan dan menjelaskan arah rambatan sinar yang melewati dua medium berbeda. Analisis data dilakukan dengan koding dan penyajian data dalam bentuk tabel.

HASIL

Hasil penelitian didapatkan dengan menganalisis data secara kualitatif melalui koding dan penyajian hasil analisis data dalam bentuk tabel.

1. Model mental siswa pada peristiwa pembiasan cahaya melewati medium kurang rapat menuju medium yang lebih rapat.

Pada soal pertama, siswa diminta untuk menggambarkan arah perambatan sinar dari udara menuju ke plat kaca. Berdasarkan hasil jawaban siswa, diperoleh bahwa tidak ada siswa yang dapat menggambarkan dan menjelaskan arah rambatan sinar jika melalui medium yang kurang rapat menuju medium yang lebih rapat. Sehingga tidak ada siswa yang memiliki model mental A dan B. Frekuensi hasil jawaban siswa ditunjukkan Tabel 1.

Tabel 1. Model Mental Siswa pada Soal I

Model Mental soal ke 1	Indikator	Frekuensi jawaban siswa	Presentase
A	Sinar mendekati garis normal dengan alasan yang benar	0	0%
B	Sinar mendekati garis normal, alasan salah	0	0%
C	Sinar menjauhi garis normal, alasan salah	3	10%
D	Sinar diteruskan lurus	12	40%
E	Sinar dipantulkan , tidak masuk ke plat kaca	15	50%

Terdapat tiga siswa yang memiliki model mental C. Siswa menggunakan representasi dari pembiasan untuk menjelaskan peristiwa sinar melalui dua medium yang berbeda. Namun siswa tidak mampu menentukan besar sudut bias lebih kecil dari sudut datang sehingga siswa menggambarkan sinar bias menjauhi garis normal.

Karakteristik model mental D merupakan kemampuan siswa menggambarkan sinar yang melalui medium udara menuju plat kaca akan diteruskan lurus ketika melewati plat kaca. Sebagian besar siswa yang memiliki model mental D memberikan alasan berdasarkan sifat material plat kaca. Sebanyak 10 siswa menjawab kaca merupakan benda bening dan tembus cahaya sehingga cahaya yang datang dari udara akan diteruskan lurus saat melewati

kaca. Sedangkan 2 siswa menjawab sinar dalam plat kaca diteruskan karena sinar jatuh terhadap garis normal.

Siswa yang memiliki model mental E memiliki pendapat bahwa sinar tidak dapat menembus plat kaca. Sebanyak 8 siswa menggunakan istilah pemantulan untuk menjelaskan arah rambatan. Sedangkan jawaban 8 siswa menjawab kaca merupakan benda padat, sehingga sinar hanya dapat melewati udara tanpa mampu menembus kaca. Hal ini disebabkan siswa belum mampu membedakan antara cermin dan kaca.

2. Model mental siswa pada peristiwa pembiasan cahaya melewati medium rapat menuju medium kurang rapat.

Soal nomor dua siswa diminta untuk menggambarkan arah perambatan sinar dari air menuju ke udara. Hasil jawaban siswa ditunjukkan Tabel 2.

Tabel 2. Model Mental Siswa pada Soal II

Model Mental Soal ke 2	Indikator	Frekuensi jawaban siswa	Presentase
A	Sinar menjauhi garis normal dengan alasan yang benar	5	17%
B	Sinar menjauhi garis normal, alasan salah	0	0%
C	Sinar mendekati garis normal, alasan salah	4	13%
D	Sinar diteruskan lurus	14	47%
E	Sinar di pantulkan , tidak masuk ke air	7	23%

Terdapat lima siswa yang mampu menggambarkan arah rambatan sinar jika melewati medium air menuju udara. Siswa menggambarkan sinar bias menjauhi garis normal. Seluruh siswa yang memiliki model mental A ini menjelaskan bahwa peristiwa tersebut merupakan pembiasan. Namun siswa tidak menguraikan lebih dalam penjelasan tentang perbedaan medium ataupun kerapatan medium yang berbeda menyebabkan pembiasan. Selain itu tidak ada siswa yang memberikan alasan terjadinya pembiasan sebagai akibat dari sinar datang dibawah sudut kritis.

Siswa yang memiliki model mental C menggambarkan rambatan sinar bias mendekati garis normal. Terdapat empat siswa yang memiliki model mental C. Satu siswa memberikan penjelasan bahwa sinar dibelokkan dari permukaan air sehingga tidak merambat lurus. Sedangkan tiga orang siswa lainnya tidak memberikan alasannya.

Siswa memiliki model mental D menggambarkan sinar datang dari air menuju udara dibiaskan lurus. Terdapat 14 siswa memiliki model mental D. Sebanyak 7 siswa yang memiliki model mental D memberikan alasan berdasarkan medium air yang kurang rapat membuat cahaya tembus lurus searah dengan sinar datang. Terdapat 1 siswa yang memberikan alasan bahwa sinar merambat lurus. Sedangkan 6 siswa lainnya tidak memberikan alasan.

Sebanyak 7 siswa yang memiliki model mental E menggambarkan sinar bias tidak memasuki air. Siswa merujuk pada peristiwa pembiasan namun sinar terhalang air sehingga sinar tidak dapat merambat ke udara.

3. Model mental siswa pada peristiwa pembiasan cahaya melalui medium kurang rapat menuju medium yang lebih rapat dengan sinar dijatuhkan vertikal.

Pada soal nomor 3 siswa diminta untuk menggambarkan arah perambatan sinar dari air menuju ke udara. Hasil jawaban siswa ditunjukkan Tabel 3.

Tabel 3. Model Mental Siswa pada Soal III

Model Mental Siswa pada soal III	Indikator	Frekuensi Siswa	
			Presentase
A	Sinar di teruskan lurus dengan alasan benar	4	13%
B	Sinar di teruskan lurus dengan alasan salah	13	43%
C	Sinar masuk ke dalam kaca dan menjauhi garis normal	0	0%
D	Sinar dipantulkan segaris	1	3%
E	Sinar dipantulkan dan menyebar ke arah yang berbeda	12	40%

Pada kategori model mental A, terdapat 4 siswa menggambarkan sinar diteruskan lurus tanpa dibelokkan. 3 siswa menjelaskan alasannya karena sinar jatuh tegak lurus terhadap kaca. Sedangkan 1 siswa menjawab karena terjadi pembiasan. Namun tidak ada siswa yang menguraikan jawabannya lebih mendalam dengan mengaitkan sudut datang dengan sudut bias menggunakan prinsip pembiasan.

Sebagian besar siswa memiliki model mental B. Terdapat 14 siswa yang memiliki model mental B. Siswa mampu menggambarkan arah rambatan sinar diteruskan lurus dari udara menuju plat kaca. Sebanyak 8 siswa menjelaskan alasannya berdasarkan sifat cahaya yang merambat lurus sehingga sinar melewati plat kaca dari udara digambarkan lurus. Lima siswa memberikan alasan berdasarkan bahan kaca yang memiliki sifat tembus pandang.

Pada model mental D, hanya ditemukan satu siswa yang termasuk dalam model mental ini. Siswa menggambarkan sinar dipantulkan sejajar dengan sinar datang.

Terdapat 12 siswa yang memiliki model metal E. Pada model mental E, siswa menggambarkan sinar dipantulkan dengan arah menyebar. Sebanyak 9 siswa menjelaskan alasannya menggunakan peristiwa pemantulan karena sinar mengenai plat kaca. 2 orang siswa meberikan alasan sinar datang dengan arah lurus memberikan dua arah rambatan sinar pantul. Sedangkan terdapat 1 siswa yang menjelaskan alasannya berdasarkan cahaya bersifat menyebar.

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil data didapatkan bahwa siswa memiliki kesulitan mengkonstruksi model mental dalam memahami peristiwa pembiasan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang menyatakan bahwa sebagian besar siswa memiliki model mental yang tidak sesuai teori ilmiah dalam memahami peristiwa pembiasan (Fyttas et al., 2013). Kesulitan siswa dalam mengkonstruksi model mental pada tiga soal peristiwa pembiasan juga terlihat konsisten. Siswa tidak mampu mengaplikasikan konsep yang sama dalam konteks situasi yang berbeda (Chu & Treagust, 2014).

Pada model mental A siswa mampu menggambarkan arah rambatan sinar bias dan penjelasan yang benar. Berdasarkan data terlihat bahwa hanya sebagian kecil siswa yang

memiliki model mental A. Siswa mampu menggambarkan arah sinar bias dan mengenalinya sebagai peristiwa pembiasan. Siswa memahami indikator utama pembiasan cahaya adalah adanya pembelokan cahaya di perbatasan dua medium yang berbeda. Namun siswa tidak memberikan penjelasannya lebih dalam dengan mengaitkan peristiwa pembiasan dengan perbedaan kerapatan medium. Siswa tidak memahami bahwa sudut sinar bias tergantung pada medium dan besar sudut datang. Hubungan besar sudut bias dan medium ditunjukkan pada persamaan 1.

$$\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{v_2}{v_1} \quad (1)$$

Keterangan

v_2 = kelajuan cahaya pada medium ke dua

v_1 = kelajuan cahaya pada medium pertama

$\sin \theta_2$ = besar sudut sinar bias

$\sin \theta_1$ = besar sudut sinar datang

Parameter teoritikal cahaya seperti kecepatan sering kali tidak disampaikan dalam pembelajaran optik dan lebih berfokus simbolis pada grafik (Srisawasdi & Kroothkeaw, 2014) sehingga siswa memiliki kesulitan pada materi optik karena kompleks dan hubungan parameter teoritikal yang abstrak (Galili & Hazan, 2000, 2001).

Pada model mental B siswa mampu menggambarkan arah pembiasan namun tidak memberikan penjelasannya. Hasil ini sesuai dengan penelitian (Fyttas,dkk., 2013) bahwa siswa memiliki kesulitan dalam membuat penalaran yang sistematis. Siswa kesulitan dalam membuat penjelasan dan argumen untuk menjelaskan pemahaman mereka tentang arah sinar bias.

Siswa yang memiliki model mental C mampu mengenali peristiwa pembiasan namun dengan konsep salah. Hal ini dapat disebabkan karena siswa hanya menghafalkan ketika sinar melewati dua medium yang berbeda maka sinar akan menjauhi atau mendekati garis normal. Guru perlu memfasilitasi siswa dengan pengalaman mengamati fenomena dibandingkan mnejelaskan berdasarkan ilustrasi buku teks (Chiou, 2013)

Pada model mental D siswa menggambarkan sinar bias merambat lurus. Sebagian besar siswa yang memiliki karakteristik model mental D adalah siswa terpacu pada karakteristik medium. Siswa berpendapat bahwa plat kaca dan air bersifat bening dan tembus cahaya, sehingga ketika ada sinar yang melewati medium tersebut akan diteruskan lurus. Terdapat siswa yang berpendapat bahwa sinar melewati dua medium berbeda diteruskan karena cahaya memiliki sifat merambat lurus. Pemahaman yang kurang tepat ini dapat terjadi karena ide dan anggapan yang telah dimiliki siswa sebelumnya berdasarkan pengalaman dalam kehidupan sehari – hari (Galili & Hazan, 2001)

Pada model mental E siswa tidak mampu menggambarkan arah rambatan sinar bias dari udara menuju air. Selain itu siswa kesulitan dalam memberikan penjelasan dan argumen untuk gambar sinar bias yang telah mereka buat. Ditemukan 50 % siswa yang masih menggunakan prinsip pemantulan. Siswa mengalami kebingungan antara pembiasan dan

pemantulan serta bagaimana pembiasan terjadi pada permukaan benda (Kaewkhong, dkk, 2010)

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, teramati lima model mental yang dimiliki siswa dalam memahami pembiasan. Secara umum siswa memiliki kesulitan dalam mengkonstruksi model mental dalam memahami peristiwa pembiasan. Lebih dari 80% siswa memiliki model mental yang tidak sesuai dengan ilmiah. Siswa yang memiliki model mental A memiliki pemahaman bahwa indikator utama pembiasan cahaya adalah pembelokan cahaya di perbatasan 2 medium. Pada model mental B siswa mampu menggambarkan arah sinar bias namun tidak bisa memberikan penjelasan yang benar. Siswa yang memiliki model mental C salah menggambar arah sinar bias. Siswa yang memiliki model mental D terpacu pada karakteristik medium yang dipahami siswa dalam kehidupan sehari – hari. Siswa pada model mental E belum mampu membedakan pembiasan dan pemantulan.

Penelitian lebih lanjut disarankan untuk mengeksplorasi model mental siswa pada materi pembiasan dengan menggunakan soal yang lebih bervariasi sehingga didapatkan lebih banyak jenis model mental siswa pada materi pembiasan. Selain itu disarankan untuk mengeksplorasi model mental siswa terkait dengan model pembelajaran. Pengalaman memfasilitasi siswa dalam membangun model mental, sehingga di perlukan model pembelajaran yang mengarahkan siswa untuk membangun makna dari pengalaman belajar mereka.

DAFTAR RUJUKAN

- Bao, L., Hogg, K., & Zollman, D. (2002). Model analysis of fine structures of student models: An example with Newton's third law. *American Journal of Physics*, 70(7), 766–778.
- Chiou, G. L. (2013). Reappraising the relationships between physics students' mental models and predictions: An example of heat convection. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 9(1).
- Chu, H. E., & Treagust, D. F. (2014). Secondary Students' Stable and Unstable Optics Conceptions Using Contextualized Questions. *Journal of Science Education and Technology*, 23(2), 238–251.
- Corpuz, E. D., & Rebello, N. S. (2011). Investigating students' mental models and knowledge construction of microscopic friction. I. Implications for curriculum design and development. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 7(2).
- Darabi, A. A., Nelson, D. W., & Seel, N. M. (2009). Progression of mental models throughout the phases of a computer-based instructional simulation: Supportive information, practice, and performance. *Computers in Human Behavior*, 25(3), 723–730.
- Djanette, B. (2013). What Thinks the University's Students About Propagation of Light in the. *European Scientific Journal*, 9(24), 197–213.
- Fyttas, G., Komis, V., & Ravanis, K. (2013). Ninth grade students' mental representations of the refraction of light: Didactic implications. *Revista Mexicana de Fisica E*, 59(2), 133–139.

- Galili, I., & Hazan, A. (2000). Learners' knowledge in optics: Interpretation, structure and analysis. *International Journal of Science Education*, 22(1), 57–88.
- Galili, I., & Hazan, A. (2001). The Effect of a History-Based Course in Optics on Students' Views about Science. *Science & Education*, 10, 7–32.
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (1996). Secondary students mental models of atoms and molecules: Implications for teaching science. *Science Education*, 80, 509–534.
- Halford, G. S. (1993). *Children's understanding: The development of mental models*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum
- Hrepic, Z. (2010). Identifying students' mental models of sound propagation : The role of conceptual blending in, 1–18. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.6.020114>
- Itza-Ortiz, S. F., Rebello, S., & Zollman, D. (2004). Students' models of Newton's second law in mechanics and electromagnetism. *European Journal of Physics*, 25(1), 81–89.
- Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental models: Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness*. Cognitive Science.
- Kaewkhong, K., Mazzolini, A., Emarat, N., & Arayathanitkul, K. (2010). Thai high-school students' misconceptions about and models of light refraction through a planar surface. *Physics Education*, 45(1), 97–107.
- Liu, Z., & Stasko, J. (2010). Mental models, visual reasoning and interaction in information visualization: A top-down perspective. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 16(6), 999–1008.
- Norman, D. A. (1983). Some Observations on Mental Models. In *Mental Models* (Vol. 7, pp. 7–14).
- Srisawasdi, N & Kroothkeaw, S. (2014) Supporting students' conceptual development of light refraction by simulation-based open inquiry with dual-situated learning model. *J. Comput. Educ.* 1(1):49–79
- Tarciso Borges, A., & Gilbert, J. K. (1999). *Mental models of electricity*. *International Journal of Science Education*, 21(1), 95–117. New York: The Mc Graw-Hill Company, Inc.