

PERAN *MODELING INSTRUCTION* UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP IPA SISWA SMP PADA MATERI GELOMBANG

La Jumadin¹, Arif Hidayat², Sutopo²

¹SMPN Satap Oihu

²Pascasarjana Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang No. 5 Malang

Email: jumadin.iffa@gmail.com

ABSTRAK

Pemahaman konsep IPA siswa merupakan salah satu tujuan penting dalam pembelajaran. Dibutuhkan strategi pembelajaran yang dapat memfasilitasi siswa untuk menemukan informasi dan mengkonstruksi informasi tersebut menjadi sebuah konsep. Salah satu pembelajaran yang mengikuti cara ilmuwan berpikir dan bereksperimen untuk menemukan konsep, menguji konsep dan memprediksi fenomena baru yaitu *modeling instruction*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peran *modeling instruction* dalam meningkatkan pemahaman konsep IPA siswa pada materi gelombang. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan *mixed-method* dengan desain *embedded eksperimental*. Subjek penelitian ini adalah 20 siswa kelas VIII SMPN Satap Oihu Tahun Pelajaran 2016/2017. Hasil penelitian menunjukkan bahwa skor rata-rata postes 50 lebih tinggi daripada skor rata-rata pretes 10 ($p = 0.000$) dengan *n-gain score* 0,44 (kategori sedang) dan *d-effect size* sebesar 1,90 (kategori kuat). Hal ini berarti bahwa *modeling instruction* memberikan dampak positif yang kuat terhadap peningkatan pemahaman konsep IPA siswa.

Kata kunci: *modeling instruction*, pemahaman konsep IPA

LATAR BELAKANG

Dewasa ini pembelajaran IPA sebaiknya berbasis aktivitas, yakni siswa interaktif, berpartisipasi aktif dan merangsang siswa untuk ingin mencari tahu sehingga mampu memahami dengan benar konsep yang dipelajari (Permendikbud 103 Tahun 2014). Dengan berpartisipasi aktif dalam pembelajaran diharapkan siswa mampu mengembangkan pemahaman tentang berbagai praktek ilmiah serta menggunakan praktek ilmiah tersebut untuk menunjukkan pemahaman tentang konsep IPA yang telah dipelajari (NGSS, 2013). Dengan demikian sudah sebaiknya pembelajaran yang dilakukan oleh setiap guru untuk selalu melibatkan siswa aktif dalam proses pembelajaran.

Pada pembelajaran IPA, pemahaman konsep sangat penting dan merupakan salah satu tujuan penting dalam pembelajaran (NRC, 2012, Sutopo, 2016). Memahami konsep dengan baik, maka siswa mampu mengingat konsep tersebut dalam memori jangka panjang dan mampu memanfaatkan konsep tersebut untuk berpikir pada tingkatan yang tinggi misalnya *problem solving skill* dan berpikir kreatif.

Proses yang mengarahkan perbaikan pemahaman siswa dari yang keliru ke pandangan ilmiah merupakan tantangan tersendiri buat guru (Hubber *et al*, 2010). Oleh karena itu, perlunya pemilihan strategi yang tepat dalam pembelajaran. Salah satu strategi pembelajaran yang berbasis aktivitas siswa baik dalam berfikir maupun fisik yaitu *modeling instruction*.

Modeling instruction merupakan salah satu pembelajaran yang berbasis pada kegiatan penyelidikan dan pemodelan (Malone, 2008). Pembelajaran ini menekankan pada keaktifan siswa untuk mencari informasi dan mengkonstruksinya menjadi sebuah konsep melalui kegiatan ilmiah. Oleh karena itu, *modeling instruction* merupakan pembelajaran yang mengikuti cara ilmuwan berpikir dan bereksperimen untuk menemukan konsep, menguji konsep dan memprediksi fenomena baru berdasarkan model yang dibuat.

Modeling instruction terdiri dari dua tahap dalam pembelajarannya yaitu *model development* dan *model deployment* (Wells dkk., 1995; Jackson dkk., 2008). Tahap *model development* terdiri atas tiga kegiatan yaitu menghadirkan fenomena, melakukan penyelidikan dan pemodelan serta diskusi hasil penyelidikan dan pemodelan. Tahap *model deployment* terdiri atas kegiatan yaitu *worksheet*, *lab practicum*, dan *quiz*. *Worksheet* dikerjakan secara berkelompok guna memantapkan konsep yang diperoleh dan menerapkan model yang dibuat selama proses penyelidikan. *Lab practicum* dikerjakan secara berkelompok dengan tujuan menjawab permasalahan di awal pembelajaran (kegiatan menghadirkan fenomena). Untuk mengetahui penguasaan konsep siswa secara individu diberikan *quiz*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peran *modeling instruction* dalam meningkatkan pemahaman konsep IPA siswa pada materi gelombang

METODE

Pendekatan yang dilakukan pada penelitian ini adalah *mixed-method* dengan desain *embedded eksperimental*. Data yang dikumpulkan berupa data kuantitatif dan kualitatif. Data kualitatif digunakan untuk mendukung data kuantitatif.

Subjek penelitian ini adalah siswa kelas VIII SMPN Satap Oihu Semester II Tahun pelajaran 2016/2017 dengan jumlah 20 orang. Instrumen penelitian yang digunakan berupa tes pemahaman konsep berupa soal pilihan ganda beralasan sebanyak 15 butir soal yang diberikan setelah pembelajaran. Namun, artikel ini hanya melihat jawaban siswa terkait konsep gelombang membawa energi selama perambatannya, konsep panjang gelombang, amplitudo, frekuensi, periode gelombang, dan cepat rambat gelombang serta konsep hubungan cepat rambat gelombang dengan panjang gelombang dan frekuensi gelombang.

Dalam menjawab pertanyaan pilihan ganda, siswa diminta untuk memberikan alasan atas dasar jawabannya. Jika jawaban siswa benar diberikan skor 1 dan salah diberikan skor 0 sedangkan alasan siswa dijadikan sebagai data kualitatif untuk menjelaskan bahwa siswa telah memahami konsep dengan baik atau belum.

Analisis data dalam penelitian ini yaitu analisis data kuantitatif dan kualitatif. Analisis data kuantitatif berupa deskripsi statistik pemahaman konsep IPA siswa, Statistik deskriptif yang dimaksud diantaranya nilai minimum, nilai

maksimum, *mean*, standar deviasi dan *skewness*. Jika nilai *skewness* berada diantara (-1,1) maka data berdistribusi normal. Kemudian dilanjutkan dengan uji beda yaitu uji *t-paired samples test*. Namun, jika data tidak berdistribusi normal maka dilanjutkan dengan uji Wilcoxon. Kemudian untuk menganalisis peningkatan pemahaman konsep IPA siswa dihitung dengan *n-gain score* dengan persamaan (1) berikut:

$$g = \frac{\text{skor postes} - \text{skor pretes}}{\text{skor maksimal ideal} - \text{skor pretes}} \quad (1)$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan *d-effect size* untuk mengetahui seberapa besar peran penerapan *modeling instruction* terhadap peningkatan penguasaan konsep siswa. *Effect size* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2) berikut:

$$d = \frac{M_A - M_B}{\sqrt{\frac{(n_A - 1)SD_A^2 + (n_B - 1)SD_B^2}{n_A + n_B - 2}}} \quad (2)$$

Keterangan: A: postes, B: pretes, M: rata-rata,
n: jumlah siswa, SD: standar deviasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemahaman Konsep Siswa

Deskripsi statistik pemahaman konsep siswa dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Deskripsi Statistik Pemahaman Konsep Siswa

	N	Skor Minimum	Skor Maksimum	Mean	SD	Skewness
Pretes	20	0,00	50	10	14,95	1,24
Postes	20	25	100	50	25,64	0,65

Berdasarkan Tabel 1, tampak bahwa skor rata-rata postes 50 lebih tinggi daripada skor rata-rata pretes 10. Namun, agar mengetahui terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik skor rata-rata postes dan skor rata-rata pretes akibat peran *modeling instruction* maka dilakukan uji beda. Sebelum melakukan uji beda, perlu dilakukan uji prasyarat yaitu uji normalitas. Pada Tabel 2 tampak bahwa nilai *skewness* tidak berada diantara -1 dan 1 maka data tidak berdistribusi normal (Morgan *et al.*, 2004) sehingga perlu uji nonparametrik yaitu uji Wilcoxon. Hasil uji Wilcoxon menggunakan *SPSS 16 for Windows* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Wilcoxon

	pos_tes - pre_tes
Z	-3.917 ^a
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

a. Based on negative ranks.

b. Wilcoxon Signed Ranks Test

Tabel 2. menunjukkan bahwa secara statistik terdapat perbedaan yang signifikan antara skor rata-rata pretes dan skor rata-rata postes. Dengan demikian

dapat disimpulkan bahwa *modeling instruction* berperan efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep IPA siswa. Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian Helmi (2011) bahwa *modeling instruction* dapat meningkatkan pemahaman konsep IPA. Hal ini disebabkan karena *modeling instruction* memberikan ruang kepada siswa untuk mencari informasi, menkonstruksi informasi tersebut menjadi sebuah konsep, membuat model serta menerapkan model tersebut dalam menyelesaikan permasalahan yang diberikan (Hestenes, 1987, Wells dkk., 1995, Hestenes, 1997, Jackson dkk., 2008).

Perhitungan *n-gain score* rata-rata pretes dan postes diperoleh nilai 0,44. Nilai ini bermakna bahwa peningkatan pemahaman konsep IPA siswa setelah pembelajaran masih tergolong sedang (Hake, 1998) atau menengah bawah (Sutopo & Waldrip, 2014). Perhitungan Cohen's *d-effect* sebesar 1,90. Nilai tersebut masuk pada kategori kuat dalam meningkatkan pemahaman konsep IPA siswa (Morgan *et al.*, 2004; Ellis, 2010). Oleh karena itu, disimpulkan bahwa *modeling instruction* memiliki peranan yang kuat dalam meningkatkan pemahaman konsep IPA siswa. Hal tersebut dapat terjadi akibat pembelajaran yang menekankan siswa membuat model konsep dari informasi yang diperoleh melalui kegiatan ilmiah (Sujarwanto dkk., 2014). Kegiatan ini menuntut siswa untuk tidak hanya menerapkan rumus tetapi harus memahami arti fisis dan dapat memaknai pertanyaan dalam sebuah model. Dengan demikian siswa dapat memahami konsep dengan baik, mampu mengaitkan antara konsep yang satu dengan konsep yang lain sehingga mampu memecahkan masalah yang diberikan (Wells dkk., 1995).

Analisis Pemahaman Konsep Siswa

Pemahaman Konsep Siswa tentang Gelombang sebagai energi yang merambat

Butir soal untuk mengetahui pemahaman konsep siswa terkait konsep gelombang merupakan energi yang merambat disajikan pada Gambar 1. Distribusi jawaban siswa dari pretes ke postes dapat dilihat pada Tabel 3.

Seorang siswa menempelkan sepotong kertas kecil di tengah-tengah slinki yang salah satu ujungnya terikat. Ketika ujung slinki yang lain digetarkan ke atas dan ke bawah oleh siswa tersebut, tampak terlihat gelombang yang merambat sepanjang slinki tersebut. Akan tetapi, sepotong kertas tampak hanya bergerak naik turun pada posisinya. Pernyataan manakah yang paling tepat di bawah ini dari kegiatan siswa tersebut adalah

- gelombang menghantarkan materi bukan energi
- gelombang menghantarkan baik energi maupun materi
- gelombang memerlukan medium untuk merambat
- gelombang menghantarkan energi bukan materi

Gambar 1. Butir soal untuk mengetahui pemahaman siswa tentang gelombang sebagai energi yang merambat

Tabel 3. Distribusi Jawaban Siswa terkait Pertanyaan pada Gambar 1

		Postes				Total Pretes
		A	B	C	D*	
Pretes	A	0	0	0	0	0
	B	0	2	3	2	7
	C	0	1	1	8	10
	D*	1	0	0	2	3
Total Postes		1	3	4	12	20

Keterangan: * = jawaban benar

Berdasarkan Tabel 3 tampak bahwa ada pergeseran jawaban siswa yang cukup mencolok. Pada saat pretes hanya 3 siswa yang menjawab benar dan meningkat menjadi 12 siswa yang menjawab benar ketika postes. Sekitar 60% siswa memiliki pemahaman yang benar tentang konsep gelombang sebagai energi yang merambat, selebihnya masih memiliki pemahaman yang keliru tentang konsep gelombang.

Pilihan jawaban salah C paling banyak dipilih siswa (sekitar 20%). Hal ini disebabkan bahwa siswa keliru memahami soal. Mereka beranggapan bahwa kesimpulan yang dimaksud adalah gelombang memerlukan medium (slinky). Mereka kurang fokus pada obyek (kertas kecil). Sementara ada 1 siswa yang memilih jawaban A. Berdasarkan alasan yang dikemukakan siswa maka dapat dipastikan bahwa belum memahami konsep gelombang. Mereka menjawab hanya menggunakan intuisi. Sedangkan 3 siswa yang memilih B berpikiran bahwa gelombang menghantarkan energi dan materi.

Pemahaman siswa tentang konsep panjang gelombang

Butir soal untuk memfasilitasi siswa menjelaskan konsep panjang gelombang disajikan pada Gambar 2. Distribusi jawaban siswa dari pretes ke postes dapat dilihat pada Tabel 4.

Rani mengambil sebuah slinki dan salah satu ujung gulungan slinki tersebut dipegang oleh temannya. Kemudian ia menarik slinki tersebut hingga panjang 1 meter dan ia memegang ujung lainnya di tangannya. Selanjutnya ia mulai menggerakannya ke kiri ke kanan untuk membentuk gelombang sepanjang slinki tersebut. Jika selanjutnya ia menggerakkan tangannya lebih cepat dan menjaga panjang gulungan slinki tetap sama, bagaimana panjang gelombang sepanjang gulungan slinki tersebut

a. Panjang gelombangnya menurun b. Panjang gelombangnya meningkat
c. Panjang gelombangnya berubah d. Panjang gelombangnya tetap sama

Gambar 2. Butir soal untuk mengungkap pemahaman siswa tentang konsep panjang gelombang

Tabel 4. Distribusi Jawaban Siswa terkait Pertanyaan Gambar 2

		Postes				Total Pretes
		A*	B	C	D	
Pretes	A*	0	0	0	0	0
	B	2	2	1	1	6
	C	3	2	3	0	8
	D	2	2	1	1	6
Total Pretes		7	6	5	2	20

Keterangan: * = jawaban benar

Berdasarkan Tabel 4 tampak bahwa ada pergeseran jawaban siswa dari pretes ke postes. Pada saat pretes tidak ada siswa yang menjawab benar dan meningkat menjadi 7 siswa yang menjawab benar ketika postes.

Pilihan jawaban salah terbanyak adalah B yaitu 6 dari 20 siswa (sekitar 30%). Pada umumnya alasan yang dikemukakan siswa bahwa menggerakkan slinki dengan cepat akan membuat panjang gelombangnya meningkat. Hal ini mengindikasikan bahwa mereka belum memahami dengan baik konsep panjang gelombang dan frekuensi gelombang. Mereka berpikiran bahwa ketika slinki digerakkan dengan cepat maka akan terjadi banyak gelombang yang terbentuk. Banyaknya gelombang yang terbentuk inilah yang dianggap bahwa panjang gelombang meningkat. Padahal semakin banyak gelombang yang terbentuk maka semakin kecil panjang gelombangnya dan yang meningkat adalah frekuensinya.

Pilihan jawaban salah siswa terbanyak kedua adalah C (sekitar 25%). Mereka mengetahui bahwa panjang gelombang berubah ketika slinki digerakkan cepat akan tetapi mereka belum mampu menentukan panjang gelombangnya menurun jika slinki digerakkan dengan cepat. Salah seorang dari siswa yang menjawab C mengemukakan alasan yang tepat yakni “ketika Rani menggerakkan tangannya lebih cepat panjang gelombangnya berubah dari panjang ke pendek”. Siswa tersebut belum memahami dengan baik bahwa opsi a (panjang gelombangnya menurun) berarti sama dengan panjang gelombangnya menjadi kecil (pendek).

Pilihan jawaban salah terakhir adalah D, yaitu 2 dari 20 siswa (sekitar 10%). Mereka berpikiran karena panjang slinki tetap sama, maka panjang gelombang yang terbentuk tetap sama. Hal ini menunjukkan bahwa penguasaan konsep panjang gelombang dan frekuensi gelombang sangat lemah. Berdasarkan jawaban-jawaban siswa diatas dapat disimpulkan bahwa hanya sekitar 35% siswa yang memahami dengan baik konsep panjang gelombang dan frekuensi gelombang, 55% siswa yang belum memahami dengan baik konsep panjang gelombang dan frekuensi gelombang, dan 10% yang sangat lemah pemahamannya terkait konsep panjang gelombang dan frekuensi gelombang.

Pemahaman siswa tentang konsep hubungan cepat rambat gelombang dengan panjang gelombang dan frekuensi gelombang

Ada dua pertanyaan yang digunakan untuk mengetahui pemahaman siswa dalam menentukan hubungan antara panjang gelombang dan frekuensi gelombang dengan cepat rambat gelombang. Pertanyaan pertama disajikan pada Gambar 3.

Iffa menggerakkan tali sehingga membentuk sebuah gelombang dengan cepat rambat gelombang 18 m/s dan frekuensinya 6 Hz. Jika iffa menggerakkan tali dengan frekuensi 9 Hz, berapakah cepat rambat gelombang baru pada tali tersebut?

a. 27 m/s
b. 9 m/s
c. 18 m/s
d. 36 m/s

Gambar 3. Pertanyaan untuk mengungkap pemahaman siswa tentang hubungan cepat rambat gelombang dengan panjang gelombang dan frekuensi gelombang.

Agar siswa mampu menjawab soal ini dengan benar siswa harus paham bahwa cepat rambat gelombang hanya ditentukan oleh karakteristik medium, frekuensi gelombang ditentukan oleh cara gelombang dibangkitkan, dan panjang gelombang ditentukan oleh cepat rambat gelombang dan frekuensi gelombang (Sutopo, 2016).

Distribusi jawaban siswa dari pretes ke postes disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Distribusi Jawaban Siswa terkait Pertanyaan Gambar 3

		Postes				Total Pretes
		A	B	C*	D	
Pretes	A	1	0	6	2	9
	B	0	1	0	1	2
	C*	1	0	1	1	3
	D	2	0	4	0	6
Total Postes		4	1	11	4	20

Keterangan: * = jawaban benar

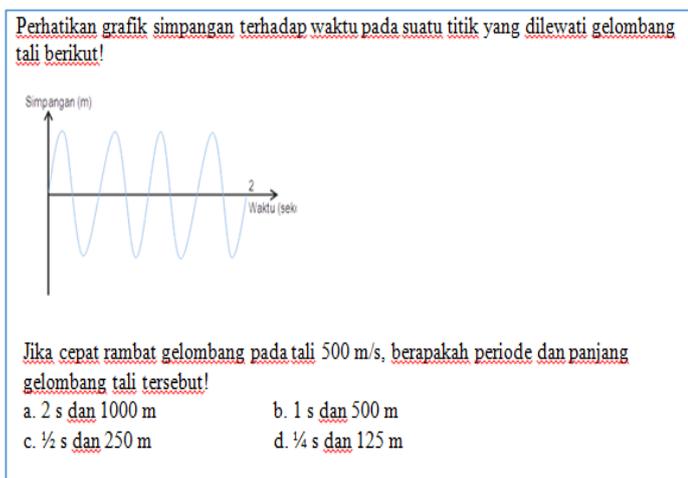
Berdasarkan Tabel 5 menunjukkan bahwa ada perubahan yang cukup mencolok jawaban benar siswa yang awalnya 3 siswa (pretes) menjadi 11 siswa (postes). Pilihan jawaban salah terbanyak adalah A dan D yaitu 4 dari 20 siswa (sekitar 20%). Untuk siswa yang memilih jawaban salah A, pada umumnya siswa terjebak dengan persamaan matematis $v = f \times \lambda$, siswa belum mengaktifkan konsep cepat rambat gelombang ditentukan oleh karakteristik medium. Jika mediumnya sama maka cepat rambat gelombangnya pun sama.

Siswa yang memilih jawaban D, Jika dilihat dari alasan siswa maka pada umumnya mereka mencoba menghitung dengan menggunakan persamaan matematis $v = f \times \lambda$. Namun, dalam perhitungannya siswa masih keliru. Terdapat 1 siswa yang menjawab tanpa memberi alasan.

Pilihan jawaban salah sedikit adalah B yaitu 1 siswa. Siswa tersebut belum memahami sama sekali hubungan antara panjang gelombang dan frekuensi gelombang dengan cepat rambat gelombang. Berdasarkan hasil jawaban-jawaban siswa dapat disimpulkan bahwa sekitar 55% siswa memahami dengan baik hubungan antara panjang gelombang dan frekuensi gelombang dengan cepat rambat

gelombang, 20% yang memiliki pemahaman yang keliru tentang konsep hubungan antara panjang gelombang dan frekuensi gelombang dengan cepat rambat gelombang terutama terjebak pada persamaan matematis $v = f \times \lambda$, dan 30% siswa yang sangat lemah pemahamannya terkait konsep hubungan antara panjang gelombang dan frekuensi gelombang dengan cepat rambat gelombang. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya bahwa konsep hubungan antara cepat rambat bunyi dengan panjang gelombang dan frekuensi merupakan salah satu konsep yang sulit dipahami siswa (Şengören dkk.,2009; Kryjevskajaia dkk., 2012, 2013; Sutopo, 2016).

Pertanyaan kedua untuk mengetahui pemahaman konsep siswa tentang hubungan cepat rambat gelombang dengan panjang gelombang dan frekuensi gelombang disajikan pada Gambar 4. Agar dapat menjawab dengan benar pertanyaan tersebut, siswa dituntut (1) mampu membaca grafik; dan (2) mampu menggunakan persamaan matematis $= \frac{\lambda}{T}$.



Gambar 7. Pertanyaan untuk mengungkap pemahaman siswa tentang hubungan cepat rambat gelombang dengan panjang gelombang dan frekuensi gelombang.

Distribusi jawaban siswa dari pretes ke postes dapat dilihat pada Tabel 7

Tabel 4.10. Distribusi Jawaban Siswa tentang Pertanyaan Gambar 4

		Postes				Total Pretes
		A	B	C*	D	
Pretes	A	3	4	5	1	13
	B	0	0	4	0	4
	C*	0	0	0	1	1
	D	0	2	0	0	2
Total Pretes		3	6	9	2	20

Keterangan: * = jawaban benar

Berdasarkan Tabel 7 tampak bahwa terdapat perubahan jawaban benar siswa yang cukup mencolok. Pada saat pretes, siswa yang menjawab benar 1 dan meningkat menjadi 9 siswa pada saat postes. Pilihan jawaban salah terbanyak berturut-turut adalah B, yaitu 6 dari 20 siswa (sekitar 30%); A yaitu 3 dari 20 siswa (sekitar 15%); dan D yaitu 2 dari 20 siswa (sekitar 10%). Berdasarkan hasil

wawancara dengan siswa pada umumnya mereka keliru dalam membaca grafik. Sebagian siswa mampu membaca grafik, akan tetapi tidak mampu mengoperasikan dengan baik persamaan matematis $v = \frac{\lambda}{T}$. Pada sesi wawancara banyak siswa yang mengungkapkan bahwa mereka kesulitan dalam berhitung. Berdasarkan jawaban-jawaban siswa dapat disimpulkan bahwa sekitar 45% siswa telah baik penguasaan konsepnya siswa terkait menentukan hubungan antara cepat rambat gelombang dengan panjang dan frekuensi gelombang dan 55% siswa belum menguasai konsep dengan baik. Penyebabnya diantaranya siswa masih keliru dalam membaca grafik dan belum mampu mengoperasikan persamaan matematis $v = \frac{\lambda}{T}$.

Kesimpulan

Modeling instruction memiliki peranan yang kuat dalam meningkatkan pemahaman konsep IPA siswa. Akan tetapi, peningkatan konsep tersebut masih dalam kategori sedang. Hal ini mengindikasikan bahwa ada konsep pada topik gelombang yang belum dikuasai siswa dengan baik. Konsep yang sulit dipahami siswa yaitu memahami konsep panjang gelombang dan konsep hubungan antara cepat rambat gelombang dengan panjang gelombang dan frekuensi gelombang.

Daftar Pustaka

- Ellis, P. D. (2010). *The Essential Guide to Effect Size: Statistical Power, Meta-analysis, and the Interpretation of Research Results*. New York, Cambridge University Press.
- Fitriani. (2016). Pengembangan Perangkat Pembelajaran IPA Berbasis Masalah Tema Indra Pendengaran dan Indra Penglihatan Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah dan Prestasi Belajar Siswa SMP. Tesis Tidak diterbitkan. Program Studi Pendidikan Dasar Konsentrasi IPA, Pascasarjana Universitas Negeri Malang.
- Hake, R. (1998). Interactive-Engagement Versus Traditional Methods: A Six-Thousand-Student Survey of Mechanics Test Data for Introductory Physics Courses. *American Journal of Physics*, 66 (1), 64-74.
- Helmi, M. L. (2011). Pengaruh Penggunaan Metode Pemodelan terhadap Peningkatan Pemahaman Konsep Fisika Ditinjau dari Pengetahuan Awal Siswa Kelas X SMA Negeri 1 Jember Tahun Pelajaran 2009-2010. Tesis tidak diterbitkan. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Hestenes, D. (1987). "Toward a modeling theory of physics instruction," *Am. J. Phys.* **55**, 440–454.
- Hestenes, D. (1997). Modeling methodology for physics teachers. In E. Redish & J. Rigden (Eds.) *The changing role of the physics department in modern universities. American Institute of Physics*. Part II: 935-957.
- Hubber, P., Tytler, R., & Haslam, F. (2010). Teaching and Learning about Force with a Representational Focus : *Pedagogy and Teacher Change*, 5–28.

- Jackson, J., Dukerich, L., & Hestenes, D. (2008). Modeling instruction: An effective model for science education. *Science Educator*, 17(1): 10-17.
- Kryjevskaja, M., Stetzer, M. R., & Heron, P. R. L. (2012). Student understanding of wave behavior at a boundary: The relationships among wavelength, propagation speed, and frequency. *American Journal of Physics*, 80 (4), 339–347.
- Kryjevskaja, M., Stetzer, M. R., & Heron, P. R. (2013). Student difficulties measuring distances in terms of wavelength: Lack of basic skills or failure to transfer?. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 9 (1), 010106: 1-13.
- Lampiran Permendikbud No.103 Tahun 2014 Tentang Pembelajaran Pada Pendidikan Dasar Dan Pendidikan Menengah. (Online), (<http://pgsd.uad.ac.id>), diakses tanggal 1 Juni 2016.
- Malone, K. L. (2008). Correlations among knowledge structures, force concept inventory, and problem-solving behaviors. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 4 (2), 020107: 1-15.
- Morgan, G. A., Leech, N. L., Gloeckner, G. W. & Barret, K. C. (2004). *SPSS for Introductory Statistics: Use and Interpretation 2nd Edition*. New Jersey, Lawrence Erlbaum Associates Inc.
- NGSS. (2013). *Next Generation Science Standart: For States, By States*: Washington DC: The National Academies Press
- National Research Council (NRC). (2012). *A Framework for K-12 Scieece Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: National Academies Press.
- Şengören, S, K., Tanel, R., & Kavcar, N. (2009). Students' Difficulties About The Wave Pulses Propagating On A Rope. *Journal of Turkish Science Education*, 6 (1), 50-59.
- Sujarwanto, E., Hidayat, A., & Wartono. (2014). Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika pada Modeling instruction pada Siswa SMA Kelas XI. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 3 (1): 65-78.
- Sutopo. (2016). Students ' Understanding Of Fundamental Concepts Of Mechanical Wave. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 12 (1), 41-53.
- Sutopo & Wadrip, B. (2014). Impact of a Representational Approach on Students, Reasoning and Conceptual Understanding in Learning Mechanics. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 12:741-765.
- Wells, M., Hestenes, D., & Swackhamer, G. (1995). A modeling method for high school physics instruction, *American Journal of Physics* 63, 606-619.