



Pengembangan Instrumen MW4T (*Mechanic Wave Four Tier*) *Diagnostic Test* Untuk Mengukur Pemahaman Konsep Gelombang Mekanik

Hidayati Roistiya¹, Ino Angga Putra^{1*}, Novia Ayu Sekar Pertiwi¹

¹Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas KH. A. Wahab Hasbullah, Jombang, Indonesia

*e-mail korespondensi: inoanggaputra@unwaha.ac.id

(masuk: 05-12-2019; revisi: 20-12-2019; diterima:27-12-2019)

Abstrak: Penelitian ini dilakukan berdasarkan ketertarikan penulis terhadap adanya indikasi peserta didik yang memiliki kelemahan dalam menentukan jenis-jenis gelombang, makna fisis dari representasi fungsi gelombang, serta pengaruh perubahan medium pada perambatan gelombang mekanik. Pemahaman konsep dasar tentang gelombang penting karena terkait dengan penerapannya pada teknologi modern. Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan instrumen MW4T *diagnostic test* untuk mengukur pemahaman konsep gelombang mekanik yang valid dan reliabel. Penelitian adalah penelitian pengembangan yang menggunakan model 4-D. Submateri yang diukur pada instrumen ini adalah jenis-jenis gelombang, perambatan gelombang, gelombang tegak, dan superposisi gelombang. Hasil uji coba menunjukkan indeks validitas rata-rata instrumen adalah 0,30, indeks reliabilitas adalah 0,617, dan hasil indeks kesukaran item dalam rentang 0,16 sampai 0,65. Walau beberapa indeks validitas item dan indeks reliabilitas item masih di bawah indeks minimum, MW4T *Diagnostic Test* masih bisa digunakan untuk menilai konsep peserta didik mengenai gelombang mekanik.

Kata kunci: instrumen MW4T, tes diagnostik, pemahaman konsep, gelombang mekanik

Pendahuluan

Aspek pemahaman konsep Fisika merupakan salah satu kemampuan yang penting untuk dimiliki oleh peserta didik. Konsep-konsep yang ada dalam materi Fisika bukan hanya untuk dihafalkan tetapi perlu untuk dipahami dan diterapkan oleh peserta didik. Pendidikan Fisika yang dapat dikatakan berkualitas dipengaruhi oleh lima ranah, yaitu pemahaman konsep, keterampilan proses, kreativitas, pengembangan sikap, dan penggunaan konsep dalam kehidupan sehari-hari (Iriyanti, 2012). Proses pembelajaran Fisika yang mendukung pengembangan kemampuan pemahaman konsep (berpikir kritis) peserta didik dapat dipandang dari beberapa teori belajar, salah satu teori belajar adalah

teori konstruktivisme. Berdasarkan teori konstruktivisme, pembelajaran Fisika meliputi empat kegiatan, antara lain (1) berkaitan dengan pengetahuan awal (*prior knowledge*) peserta didik, (2) mengandung kegiatan pengalaman nyata (*experiences*), (3) terjadi interaksi sosial (*social interaction*) dan (4) terbentuknya kepekaan terhadap lingkungan (*sense of making environment*) (Ananda, 2014).

Berdasarkan teori konstruktivisme, kemampuan awal yang dimiliki oleh peserta didik akan menjadi dasar dalam mengonstruksi pengetahuan baru. Hal ini menegaskan bahwa peserta didik sudah memiliki pengetahuan awal atau konsepsi terhadap suatu konsep, bahkan sebelum mereka belajar secara formal di sekolah. Menurut Budiningsih (2005), paradigma

konstruktivistik memandang siswa sebagai pribadi yang sudah memiliki kemampuan awal sebelum mempelajari sesuatu. Akan tetapi, seringkali konsep yang dimiliki peserta didik tersebut berbeda dengan konsep para ahli yang telah diyakini kebenarannya (Karlina, 2016).

Upaya untuk mengetahui konsep awal peserta didik dapat dilakukan melalui penilaian yang berupa penilaian tes diagnostik. Menurut Perwitasari (2015) tes diagnostik adalah tes yang digunakan untuk mengetahui kelemahan-kelemahan peserta didik sehingga hasil tersebut dapat digunakan sebagai dasar untuk memberikan tindak lanjut berupa perlakuan yang tepat dan sesuai dengan kelemahan yang dimiliki peserta didik. Selain untuk mengetahui kelemahan-kelemahan, tes diagnostik bagi pendidik, tes diagnostik merupakan informasi yang digunakan untuk memperbaiki proses pembelajaran, sedangkan bagi siswa dapat digunakan untuk memperbaiki proses belajar (Ismail, 2015). Penilaian tes diagnostik oleh pendidik dilakukan secara berkesinambungan, yang bertujuan untuk memantau proses dan kemajuan belajar peserta didik serta untuk meningkatkan efektivitas kegiatan pembelajaran.

Penilaian tes diagnostik yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah bentuk instrumen empat tingkat (*four-tier*) yaitu MW4T (*Mechanic Wave Four Tier diagnostic test*). Pengembangan instrumen tes diagnostik bentuk *four-tier* didasarkan pada pola Pesman (2005) yang menyusun instrumen soal dengan bentuk pengembangan dari *three-tier test* tipe semi tertutup pada pilihan jawaban bagian argumen. Pengembangan bentuk *four-tier* model Pesman dipilih karena untuk mengetahui tingkat keyakinan terhadap jawaban dan argumen yang mendasari jawaban serta mewadahi argumen lain dari peserta didik dengan model pilihan ganda semi tertutup.

MW4T (*Mechanic Wave Four Tier diagnostic test*) terdiri atas empat tingkat. Tingkat pertama berupa soal dan opsi jawaban. Tingkat kedua berupa keyakinan terhadap jawaban tingkat pertama.

Tingkat yang ketiga berupa alasan-alasan terhadap jawaban tingkat satu. Tingkat keempat berupa keyakinan terhadap jawaban tingkat ketiga.

Materi dalam instrumen yang dikembangkan adalah materi gelombang mekanik karena penelitian terkait topik gelombang mekanik belum banyak dilakukan. Kennedy (2011) menyatakan bahwa masih sedikit penelitian Pendidikan Fisika yang membahas kesulitan pemahaman peserta didik dalam materi gelombang. Penelitian pemahaman konsep fisika masih dominan dilakukan di materi mekanika, elektronika, gas ideal (Kautz, et. al., 2005), kemagnetan (Caleon & Subramaniam, 2010), dan suhu & kalor (Leinonen, et.al., 2013).

Penelitian pada materi gelombang mekanik sudah dilakukan oleh beberapa peneliti. Wittmann dkk (1999) mengungkap kesulitan peserta didik dalam menentukan besaran apa yang nilainya bergantung pada cara suatu gelombang dibangkitkan dan besaran apa yang nilainya bergantung pada karakteristik medium di mana gelombang merambat. Caleon dan Subramaniam (2010) mengembangkan tes diagnostik untuk mengungkap pemahaman peserta didik tentang karakteristik gelombang berjalan. Tongchai dkk (2009) mengembangkan instrumen *Mechanical Waves Conceptual Survey* untuk menilai pemahaman peserta didik sekaligus miskonsepsi yang umum dialami peserta didik terkait gelombang mekanik. Kryjevskaja dkk, (2014) menyelidiki pemahaman siswa tentang perilaku gelombang ketika menjumpai permukaan batas antara dua medium yang berbeda, termasuk hubungan antara frekuensi, panjang gelombang, dan cepat rambat gelombang.

Hasil penelitian oleh Amina dkk. (2017) menunjukkan bahwa peserta didik masih memiliki kelemahan dalam menentukan jenis gelombang yang merupakan contoh dari gelombang berjalan dan stasioner, merepresentasi makna fisis persamaan dasar $v = \lambda f$, serta menentukan pengaruh perubahan medium

pada cepat rambat gelombang mekanik. Menurut Sutopo (2015), pemahaman peserta didik tentang hubungan $v = \lambda f$ merupakan isu yang banyak diperhatikan para peneliti, hal ini mengindikasikan bahwa hubungan tersebut sangat penting untuk dipahami dengan baik oleh peserta didik. Pada umumnya, siswa maupun guru dapat menyebutkan rumusan tersebut dengan cepat dan benar. Namun guru dan peserta didik belum memiliki pemahaman yang benar. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Istiqomah (2017) menunjukkan bahwa terjadinya miskonsepsi yang dialami peserta didik dalam gelombang mekanik di antaranya: a) definisi dari besaran-besaran yang terdapat pada gelombang mekanik, b) hubungan dari besaran yang terdapat pada gelombang mekanik, c) pemahaman peserta didik dalam menjelaskan satu gelombang, d) menafsirkan simbol dan satuan dari besaran fisika, dan e) menggambarkan grafik hubungan antar besaran fisika.

Sebuah instrumen dapat dikatakan layak digunakan apabila instrumen itu telah memenuhi syarat yang telah ditentukan. Menurut Arikunto (2013), syarat instrumen penilaian yang baik memiliki ciri-ciri dan harus memenuhi beberapa kaidah berikut ini: validitas, reliabilitas, dan tingkat kesukaran. Instrumen MW4T *diagnostic test* dianalisis menggunakan *classical test theory*. Instrumen MW4T *diagnostic test* perlu validasi ahli, uji validitas, uji reliabilitas, dan uji tingkat kesukaran.

Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan, mendeskripsikan pengembangan, dan mengevaluasi MW4T *diagnostic test* sehingga memenuhi kriteria valid dan reliabel. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan terhadap proses pembelajaran dengan memperhatikan *resource* pengetahuan, kesulitan, atau miskonsepsi pada topik gelombang. Selain itu, hasil pengembangan ini diharapkan berguna bagi pendidik untuk mengetahui pemahaman konsep peserta didiknya dalam mempelajari konsep-konsep di

dalam materi gelombang mekanik dan dapat memotivasi pendidik untuk mengembangkan instrumen pemahaman konsep pada materi fisika lain

Metode Penelitian

Penelitian ini dikategorikan sebagai penelitian dan pengembangan (*Research and Development*). Perangkat pembelajaran yang dikembangkan adalah tes diagnostik berbentuk MW4T *diagnostic test* untuk mengukur pemahaman konsep peserta didik pada materi Gelombang Mekanik. Model yang digunakan adalah pengembangan model 4D yang merupakan model pengembangan perangkat pembelajaran. Model ini dikembangkan oleh Thiagarajan dkk, (1974). Model ini dipilih karena sesuai dengan karakter pengembangan instrumen penilaian. Instrumen yang dikembangkan kemudian diuji kelayakan dengan uji validitas, reliabilitas, dan tingkat kesukaran.

Instrumen pengumpulan data yang digunakan adalah (1) lembar konstruk materi gelombang mekanik untuk memperoleh data tentang konstruk konsep dan subkonsep materi gelombang mekanik. (2) Soal dalam bentuk esai untuk menjaring jawaban yang akan dijadikan distraktor pada instrument MW4T *diagnostic test*. (3) lembar validasi yang diisi oleh validator ahli yang digunakan untuk memperbaiki instrumen.

Proses inti pengembangan instrumen diawali dengan membuat konstruk materi gelombang mekanik, mendaftar konsep yang akan dievaluasi, dan menyusun soal model esai. Partisipan sebagai subjek untuk mendapatkan jawaban soal model esai adalah 5 peserta didik SMA yang telah mendapat pembelajaran gelombang mekanik dan telah menjalani Ujian Nasional tahun ajaran 2017/2018. Sementara itu, subjek uji coba instrumen MW4T *diagnostic test* adalah peserta didik SMA kelas 11 tahun ajaran 2017/2018 sebanyak 37 siswa. Sebanyak 2 dosen pembimbing, 1 dosen, dan 1 Guru terlibat dalam proses mengevaluasi instrumen yang dikembangkan.

Hasil dan Pembahasan

Pengembangan Instrumen

Tahapan awal yang dilakukan pada penelitian ini adalah menelaah artikel penelitian pendidikan fisika terkait dengan pemahaman konsep pada materi gelombang mekanik, buku fisika tingkat universitas, dan menelaah kurikulum terkait dengan topik gelombang mekanik, serta melakukan diskusi dengan dosen pembimbing 1 dan dosen pembimbing 2. Penggunaan studi artikel penelitian bertujuan untuk memperoleh informasi terbaru tentang kesulitan yang dialami peserta didik pada topik gelombang. Buku Fisika tingkat universitas digunakan, karena memaparkan secara konseptual yang menyeluruh dan terstandar. Telaah kurikulum fisika dilakukan terhadap Kurikulum 2013 tingkat SMA pada Kompetensi Dasar 3.9. Buku fisika tingkat universitas karangan Serway & Jewett (2004) dan Young & Freedman (2012) sebagai salah satu sumber informasi konsep yang relevan yang membentuk konstruk topik gelombang.

Pembuatan konstruk materi gelombang mekanik, yang melibatkan dosen Fisika sebanyak 3 dosen. Dosen diminta untuk membuat daftar secara urut dari yang terpenting tentang subtopik yang membentuk konstruk materi gelombang mekanik. Selain itu juga dilakukan diskusi dengan pembimbing 1 dan pembimbing 2. Berdasarkan daftar yang dibuat para dosen dan hasil diskusi, submateri dalam daftar teratas adalah karakteristik gelombang mekanik (3 dosen), besaran-besaran pada gelombang mekanik (2 dosen). Selanjutnya adalah gelombang stasioner dan gelombang berjalan (2 dosen) serta superposisi gelombang (2 dosen).

Daftar submateri yang diusulkan oleh dosen yaitu gelombang longitudinal dan gelombang transversal, persamaan gelombang mekanik, dan grafik pada gelombang mekanik. Berdasarkan hasil diskusi maka gelombang longitudinal dan gelombang transversal diubah menjadi

jenis-jenis gelombang. Persamaan gelombang mekanik dan grafik pada gelombang mekanik tidak dimasukkan karena sudah termasuk di dalam gelombang berjalan dan gelombang stasioner. Konstruk topik gelombang yang dihasilkan ditunjukkan oleh Tabel 1.

Setelah konstruk materi telah ditentukan, selanjutnya menentukan konsep yang akan dievaluasi. Konsep yang akan dievaluasi berasal dari studi terhadap artikel penelitian miskonsepsi pada materi gelombang mekanik yaitu pada artikel (Sutopo, 2016 dan Kryjevskaja dkk., 2012) dan mengacu pada instrumen penilaian konsep yang telah ada sebelumnya (Tongchai dkk., 2009). Konsep-konsep yang akan dinilai ditampilkan pada Tabel 2.

Langkah selanjutnya adalah pembuatan instrumen soal MW4T *diagnostic test*. Soal yang dibuat mengacu pada konsep yang dinilai pada Tabel 2 dan disajikan dalam bentuk esai terlebih dahulu. Soal esai dibuat supaya dapat menjangring jawaban-jawaban yang bervariasi dari peserta didik. Sebelum soal esai digunakan, soal tersebut didiskusikan dengan dosen pembimbing 1 dan pembimbing 2. Hasil atau jawaban yang diperoleh dari uji coba beberapa peserta didik dapat dijadikan pilihan jawaban dan distraktor dalam pembuatan soal pilihan ganda. pilihan jawaban dan distraktor juga dikembangkan dari kajian penelitian sebelumnya dan kajian buku Fisika tingkat universitas.

Tabel 1. Konstruk Materi Gelombang Mekanik

Materi	Submateri
Jenis-jenis gelombang	Gelombang transversal Gelombang longitudinal
Perambatan gelombang	Besaran-besaran gelombang Cepat rambat gelombang pada tali
Gelombang tegak/stasioner	Gelombang tegak pada tali
Superposisi gelombang	Superposisi konstruktif dan destruktif

Tabel 2. Konsep yang Dievaluasi

Submateri	Konsep yang Dievaluasi
Gelombang transversal Gelombang longitudinal	<ul style="list-style-type: none"> • Gelombang transversal yang dapat terpolarisasi
Besaran-besaran gelombang	<ul style="list-style-type: none"> • Hubungan antara panjang gelombang, cepat rambat, dan frekuensi dalam gelombang tali • Interpretasi amplitudo dan frekuensi dalam gelombang bunyi
Cepat rambat gelombang pada tali	<ul style="list-style-type: none"> • Hubungan cepat rambat tali dengan gaya tegang tali • Ketidakterkaitan cepat rambat gelombang tali dengan frekuensi sumber getar • Pemantulan gelombang tali pada ujung bebas • Arah perambatan gelombang dalam representasi
Gelombang tegak pada tali	<ul style="list-style-type: none"> • Frekuensi gelombang berbanding lurus dengan panjang gelombang pada gelombang tegak • Tegangan tali berbanding lurus dengan panjang gelombang pada gelombang tegak • Kerapatan tali berbanding terbalik dengan panjang gelombang pada gelombang tegak • Kerapatan tali berbanding lurus dengan cepat rambat gelombang pada gelombang tegak
Superposisi konstruktif dan destruktif	<ul style="list-style-type: none"> • Superposisi saat <i>overlap</i> • Superposisi setelah <i>overlap</i>

Instrumen tes diagnostik MW4T, merupakan soal yang dibuat dalam empat tingkat, yaitu tingkat pertama berupa soal dan opsi jawaban. Tingkat kedua berupa keyakinan terhadap jawaban tingkat pertama, ada dua pilihan yaitu, yakin dan tidak yakin. Tingkat yang ketiga berupa alasan-alasan terhadap jawaban tingkat satu, opsi alasan dibuat 4 pilihan dan satu opsi kosong. Opsi kosong disajikan jika peserta didik merasa tidak ada jawaban yang sesuai. Tingkat keempat berupa keyakinan terhadap tingkat alasan atau tingkat ketiga.

Sebelum instrumen MW4T *diagnostic test* digunakan untuk uji coba lapangan secara terbatas, instrumen MW4T divalidasi terlebih dahulu oleh ahli dan diperbaiki sebelum digunakan. Setelah validasi sudah dilakukan dan sudah diperbaiki, maka instrumen tes diagnostik MW4T yang berjumlah 17 soal siap untuk digunakan uji coba terbatas.

Evaluasi Instrumen

Hasil pengembangan instrumen berupa instrumen MW4T *diagnostic test* materi gelombang mekanik yang terdiri dari 17 soal. Soal disajikan telah melalui validasi ahli yang terdiri dari 1 dosen dan 1 orang guru SMA. Hasil dari validasi ahli

secara kualitatif berupa saran dan ditindaklanjuti yaitu menghindari pilihan “semua salah”, atau “semua benar”, menggunakan bahasa sederhana, mudah dipahami, menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia yang disempurnakan dan memperjelas representasi gambar yang disajikan dalam pertanyaan. Sebaran konsep yang dinilai oleh instrumen yang dikembangkan ditampilkan Tabel 3.

Hasil uji validitas dan tingkat kesukaran disajikan pada Tabel 4. Hasil rata-rata uji validitas instrumen MW4T *Diagnostic Test* adalah 0,30. Berdasarkan hasil tersebut, hanya 7 soal dari 17 soal yang dapat dikatakan valid. Indeks validitas tertinggi adalah 0,55 dan terendah 0,03. Indeks validitas dari 7 soal yang valid, indeks tertingginya 0,55 dan nilai terendahnya 0,36. Indeks validitas yang rendah menyatakan bahwa konsep-konsep yang diukur oleh suatu instrumen penilaian tidak saling berkorelasi. Menurut McKagan dkk. (2010) batas indeks terendah validitas untuk instrumen tes yang digunakan untuk mengukur pemahaman di satu konsep adalah $\geq 0,2$. Namun, indeks validitas kurang dari 0,2 bisa diterima untuk instrumen yang mengukur lebih dari satu

konsep, seperti instrumen yang dikembangkan dalam penelitian ini. Adams dan Wieman (2010) serta McKagan dkk. (2010) menyatakan bahwa instrumen penilaian yang mengukur berbagai konsep, nilai validitas yang rendah tidak selalu buruk, namun hal itu dinyatakan sebagai indikator penting dari sebuah konsep, yaitu konsep itu lebih sulit dipelajari dari konsep lain. Jadi 10 soal yang tidak valid masih tetap bisa dipergunakan dalam instrumen tersebut.

Tabel 3. Sebaran Konsep yang Dinilai dalam Instrumen

Submateri	Konsep yang akan dinilai	No. item
Jenis-jenis gelombang	• Gelombang transversal yang dapat terpolarisasi	1
Besaran-besaran gelombang	• Hubungan antara panjang gelombang, cepat rambat, dan frekuensi dalam gelombang tali	2
	• Interpretasi amplitudo dan frekuensi dalam gelombang bunyi	3
Cepat rambat gelombang pada tali	• Hubungan cepat rambat tali dengan gaya tegang tali	4
	• Ketidakterkaitan cepat rambat gelombang tali dengan frekuensi sumber getar	5
	• Pemantulan gelombang tali pada ujung bebas	6
	• Arah perambatan gelombang dalam representasi	7
Gelombang tegak pada tali	• Frekuensi gelombang berbanding lurus dengan panjang gelombang pada gelombang tegak	8
	• Tegangan tali berbanding lurus dengan panjang gelombang pada gelombang tegak	9
	• Kerapatan tali berbanding terbalik dengan panjang gelombang pada gelombang tegak	10
	• Kerapatan tali berbanding lurus dengan cepat rambat gelombang pada gelombang tegak	11
Superposisi konstruktif dan destruktif	• Superposisi saat <i>overlap</i> • Superposisi setelah <i>overlap</i>	12-17

Tabel 4. Indeks Validitas dan Kesukaran

No. item	Indeks Validitas	Indeks Kesukaran
1	0.26	0.59
2	0.55	0.65
3	0.29	0.57
4	0.36	0.46
5	0.26	0.49
6	0.42	0.16
7	0.15	0.30
8	0.55	0.35
9	0.25	0.51
10	0.16	0.32
11	0.38	0.49
12	0.17	0.49
13	0.47	0.41
14	0.21	0.49
15	0.19	0.38
16	0.03	0.51
17	0.39	0.19

Hasil uji reliabilitas mendapatkan nilai 0,617. Hasil ini menunjukkan bahwa instrumen MW4T *diagnostic test* termasuk dalam kategori tinggi, meskipun indeks minimum indeks reliabilitas yang diterima agar instrumen dikatakan reliabel adalah 0,7 (McKagan dkk., 2010). Adam dan Wieman (2010) menyatakan bahwa instrumen penilaian yang digunakan untuk mengukur banyak konsep dimungkinkan memiliki koefisien reliabilitas yang rendah karena konsep-konsep yang diukur itu bisa saja independen. Berdasarkan pernyataan yang diberikan oleh Adam dan Wieman (2010) tersebut dapat disimpulkan bahwa instrumen MW4T *diagnostic test* tetap bisa digunakan sampai ukuran data yang lebih besar telah didapatkan dan dianalisis.

Instrumen MW4T *diagnostic test* memiliki nilai tingkat kesulitan soal antara 0,16 sampai 0,65. Soal yang tersulit terdapat pada no. 6 karena pengetahuan peserta didik tentang pemantulan gelombang tali yang ujungnya bebas berbeda dengan yang ujungnya terikat, jika ujungnya bebas maka tidak terjadi pembalikan fase dan sebaliknya jika ujungnya terikat maka terjadi pembalikan fase. Sedangkan soal yang mudah adalah soal no. 2 yang menilai konsep tentang hubungan antara panjang gelombang, cepat rambat, dan frekuensi dalam gelombang tali.

Penutup

Penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan instrumen MW4T *diagnostic test* pada materi gelombang mekanik. Pengembangan instrumen penilaian ini didasarkan pada pola Pesman (2005) melalui tahap membentuk konstruk materi gelombang mekanik, mendaftar konsep gelombang mekanik yang dievaluasi, membuat soal model esai, menguji soal model esai, membuat konstruksi soal model pilihan ganda empat tingkat, dan menguji soal model pilihan ganda empat tingkat.

Hasil evaluasi terhadap instrumen yang telah dikembangkan menunjukkan

indeks reliabilitas 0,617 dan masih di bawah indeks reliabilitas minimum 0,7. Hasil rata-rata uji validitas instrumen MW4T *Diagnostic Test* adalah 0,30. Berdasarkan hasil tersebut, hanya 7 soal dari 17 soal yang dapat dikatakan valid. Hasil tersebut menunjukkan perlu adanya perbaikan di beberapa item. Namun, mengacu pada Adam dan Wieman (2010) MW4T *Diagnostic Test* masih bisa digunakan untuk menilai konsep peserta didik mengenai gelombang mekanik. Perbaikan yang perlu dilakukan adalah melakukan penambahan soal di tiap submateri. Jumlah subjek yang sedikit dalam uji coba juga menjadi salah satu penyebab rendahnya indeks validitas maka perlu subjek uji coba yang lebih banyak.

Referensi

- Adams, W.K. & Wieman, C. E. (2010). Development and Validation of Instruments to Measure Learning of Expert-Like Thinking. *International Journal of Science Education*, 1–24.
- Ananda, L. J. (2014). Pembelajaran Bermakna dengan Contextual Teaching and Learning Pada Mata Pelajaran IPA. *Elementary School Journal PGSD FIP Unimed*. 2(2),
- Arikunto, S. (2013). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Budiningsih, A. 2005. *Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: PT Rineka Cipta
- Iriyanti, N. P., Mulyani, S., & Ariani, S.R.D. (2012). *Identifikasi Miskonsepsi pada Materi Pokok Wujud Zat Siswa Kelas VIII SMP Negeri 1 Bawang Tahun 2009/2010*. *Jurnal Pendidikan Kimia*. 1(1), 8-13.
- Ismail, I.I, Samsudin, A., Suhendi, E., & Kaniawati, I. (Juni 2015). *Diagnostik Miskonsepsi Melalui Listrik Dinamis Four Tier Test*. Makalah disajikan di Simposium Nasional Inovasi dan

- Pembelajaran Sains, Institut Teknologi Bandung, Indonesia.
- Karlina, A.D., Raharjo, T., & Pujayanto. (2016). *Profil Miskonsepsi Siswa SMA Kelas XI pada Konsep Termodinamika*. Skripsi tidak diterbitkan. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Kryjevskaja, M., Stetzer, M. R., & Heron, P. R. L. (2013). Student Difficulties Measuring Distances in Terms of Wavelength: Lack of Basic Skills or Failure to Transfer?. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*. No. 9, 010106.
- 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, 339.
- McKagan, S. B., Perkins, K. K., & Wieman, E. (2010). Design and Validation of the Quantum Mechanics Conceptual Survey. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*. No. 6, 020121.
- Perwitasari, A.D., Linuwih, S., & Akhlis, I. (2015). *Pengembangan Tes Diagnostik Berbasis WEB pada Materi Termodinamika untuk Mengidentifikasi Tingkat Pemahaman Konsep Siswa*. Skripsi tidak diterbitkan. Fakultas matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Pesman, H. (2005). *Development of A Three-Tier Test to Assess Ninth Grade Students' Misconceptions About Simple Electric Circuits*. Tesis tidak diterbitkan. Ankara: Middle East Technical University.
- Serway, R.A. & Jewett, J.W. (2004). *Physics for Scientists and Engineers (6th Edition)*. Boston: Thomson Brooks/Cole.
- Sutopo. (2016). Pemahaman Mahasiswa Tentang Konsep-Konsep Dasar Gelombang Mekanik. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*. 12 (1), 41-53.
- Tongchai, A., Sharma, M.D., Johnston, I.D., Arayathanitkul, K., & Soankwan, C. (2009). Developing, evaluating and demonstrating the use of a conceptual survey in mechanical waves. *International Journal of Science Education*. 31, 2437.
- Tongchai, A., Sharma, M.D., Johnston, I.D., Arayathanitkul, K., & Soankwan, C. (2011). Consistency of Students' Conceptions of Wave Propagation: Findings from a Conceptual Survey in Mechanical Waves. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*. No. 7, 020101.
- Wittmann, M. C., Steinberg, R. N. & Redish, E. F. (1999). Making sense of how students make sense of mechanical waves. *Physics Teacher*, no. 37 (1), 15–21.
- Young, H.D. & Freedman, R.A. (2012). *Sears and Zemansky's University Physics – with Modern Physics (13th ed.)*. San Francisco: Pearson education.