



Eksplorasi Penguasaan Konsep Gelombang Mekanik Mahasiswa Pendidikan Fisika Tahun Pertama Semester Genap Universitas Nusa Cendana Kupang

Received

31 Mei 2020

Revised

15 Juni 2020

Accepted for Publication

31 Agustus 2020

Published

03 September 2020

W Kameo^{1*}, S K Handayanto², dan A Taufiq²

1. Jurusan Fisika, FKIP, Universitas Nusa Cendana Kupang, Jl. Adi Sucipto Penfui No. 85001, Lasiana, Klp. Lima, Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur, 85228, Indonesia
2. Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang 5, Malang, 65145, Indonesia

*E-mail: wenak61@gmail.com



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Abstract

In contrast to the field of Newtonian mechanics which has been the concern of many researchers, mechanical wave material is a material that is still under research. This study aims to explore students' mastery of the concept of mechanical waves. The research subjects consisted of 46 first-year students majoring in physics UNDANA Kupang who are currently taking Basic Physics II courses in the 2016/2017 academic year. The analysis was carried out based on students' answers to the question indicators which were arranged in a multiple choice form. The results showed that the students' mastery of concepts was low with an average of 10.13% mastery of concepts. Very low control of the sub-material occurs in the tension of the wire in stationary waves. So it is suggested to do further research to explore deeper and more authentic causes of the low concept mastery of the material.

Keywords: Concept mastery mechanical waves.

Abstrak

Berbeda dengan bidang mekanika Newton yang telah banyak menjadi perhatian peneliti, materi gelombang mekanik merupakan materi yang masih kurang diteliti. Penelitian ini bertujuan mengeksplorasi penguasaan konsep mahasiswa pada materi gelombang mekanik. Subjek penelitian terdiri atas 46 mahasiswa tahun pertama jurusan fisika UNDANA Kupang yang sedang menempuh mata kuliah Fisika Dasar II tahun akademik 2016/2017. Analisis dilakukan berdasarkan jawaban mahasiswa terhadap indikator soal yang disusun dalam bentuk pilihan ganda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penguasaan konsep mahasiswa tergolong rendah dengan rata-rata penguasaan konsep sebesar 10,13%. Penguasaan sub materi yang sangat rendah terjadi sub materi gaya tegang kawat pada gelombang stasioner. Sehingga disarankan untuk dilakukan penelitian lanjutan untuk mengeksplorasi lebih dalam dan lebih autentik penyebab rendahnya penguasaan konsep pada materi tersebut.

Kata Kunci: Penguasaan konsep gelombang mekanik.

1. Pendahuluan

Salah satu tujuan pembelajaran fisika adalah membantu mahasiswa mampu menguasai konsep-konsep dasar fisika secara mendalam sehingga mahasiswa mampu menerapkannya untuk memecahkan permasalahan [1], [2]. Penelitian pada topik materi gelombang mekanik belum banyak dilakukan jika dibandingkan dengan bidang mekanika Newton. Hal ini didasari oleh pemikiran bahwa mekanika Newton merupakan cabang fisika yang sangat esensial sekaligus dasar mempelajari cabang fisika lainnya. Namun perlu disadari bahwa pemahaman mahasiswa tentang konsep gelombang mekanik sama pentingnya dengan pemahaman mahasiswa dalam bidang mekanika.

Gelombang mekanik merupakan salah satu topik fisika yang fundamental, namun sulit untuk dipahami oleh mahasiswa [3]. Pemahaman konsep gelombang mekanik yang baik akan sangat membantu mahasiswa dalam mempelajari materi fisika lainnya seperti optik dan mekanika kuantum [4]. Bahkan konsep gelombang juga diperlukan untuk mempelajari spektroskopi dan seismologi. Hal tersebut menunjukkan bahwa pemahaman siswa dalam materi gelombang sangatlah penting [5].

Materi gelombang mekanik merupakan materi yang abstrak [6]. Sifat materi yang abstrak ini membuat siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep [7], [8]. Selain itu, penelitian sebelumnya [9] menemukan adanya kesulitan yang dialami mahasiswa dalam memahami bentuk umum gelombang berjalan dan gerakan partikel medium. Sedangkan penelitian yang lain [10] menunjukkan bahwa mahasiswa sulit mengalami kesulitan dalam memahami konsep superposisi pada gelombang.

Kesulitan pemahaman konsep gelombang mekanik tentu menghambat penguasaan konsep siswa. Penguasaan konsep yang baik sangat diperlukan terutama pada topik yang fundamental, seperti gelombang mekanik. Pemahaman konsep merupakan dasar bagi mahasiswa mengembangkan dan menghubungkan antara konsep yang satu dengan yang lain sehingga mampu memecahkan masalah dalam kehidupan [2], [11], [12]. Namun survei yang dilakukan oleh *Division of Undergraduate Education of the National Science Foundation* menyatakan bahwa lebih dari 5000 siswa di 30 lembaga memiliki penguasaan konsep fisika yang tidak memuaskan pada level memahami hingga menguasai [13].

Hasil penelitian terkait identifikasi kesulitan fisika menunjukkan bahwa 46,42% siswa kesulitan dalam memahami dan menyelesaikan masalah fisika yang kompleks yang disebabkan rendahnya penguasaan konsep fisika siswa. Hasil observasi pada permasalahan penguasaan konsep fisika pada 90 siswa dari tiga SMA berbeda di Kota Malang, Kota Batu, dan Kota Blitar [14], menunjukkan bahwa 87,7% siswa dari total 90 siswa memiliki penguasaan konsep fisika yang rendah. Berdasarkan uraian latar belakang yang telah disampaikan, penelitian ini bertujuan mengeksplorasi penguasaan konsep gelombang mekanik mahasiswa pendidikan fisika tahun pertama semester genap Universitas Nusa Cendana Kupang.

2. Metode

Penelitian ini dilakukan di Universitas Nusa Cendana Kupang pada mahasiswa tahun pertama semester genap, tahun ajaran 2016/2017. Subyek penelitian ini adalah mahasiswa pendidikan fisika yang sedang menempuh mata kuliah Fisika Dasar II. Sesuai dengan kurikulum yang berlaku di Jurusan Fisika UNDANA, pembahasan topik gelombang mekanik ditekankan pada aspek kualitatif di mana matematika digunakan lebih sebagai alat bantu untuk merepresentasikan hasil pengamatan atau penalaran mahasiswa tentang fenomena gelombang dalam bentuk persamaan matematik; bukan untuk menurunkan persamaan gelombang dengan pendekatan formal-matematis. Misalnya dengan menggunakan persamaan diferensial yang diterapkan pada matakuliah lanjut yang khusus mendalami gelombang, yaitu mata kuliah gelombang dan optik.

Jumlah responden sebanyak 46 mahasiswa program studi pendidikan fisika yang tersebar dalam dua kelas yang dibina oleh dua dosen yang berbeda. Kedua dosen tersebut menggunakan buku Halliday & Resnick edisi 7 jilid 1 sebagai acuan utama perkuliahan dengan strategi mengajar yang berbeda, sesuai dengan gaya mengajarnya masing-masing. Selain melalui perkuliahan di kelas, mahasiswa juga mempelajari topik gelombang mekanik melalui kegiatan praktikum di laboratorium. Salah satu topik praktikumnya adalah percobaan Melde. Data yang dibahas dalam artikel ini diperoleh melalui tes penguasaan konsep materi gelombang mekanik. Soal tes terdiri atas 10 pertanyaan bentuk pilihan ganda. Namun, artikel ini juga dibahas mendalam jawaban mahasiswa terhadap pertanyaan-pertanyaan yang sesuai dengan fokus penelitian ini sebagaimana yang telah disebutkan.

3. Hasil dan Pembahasan

Soal tes yang digunakan mencakup beberapa sub materi yang dapat menggambarkan penguasaan konsep mahasiswa mengenai penguasaan konsep untuk materi gelombang mekanik. Hasil analisis data penguasaan konsep materi gelombang mekanik pada mahasiswa ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data penguasaan konsep mahasiswa materi gelombang mekanik

Sub Materi	Butir soal	Persentase mahasiswa mampu menjawab dengan benar
Jenis gelombang berdasarkan medium dan arah rambatnya	1	13,07%
Hubungan antara besaran-besaran fisis gelombang berjalan	2	15,03%
	3	5,22%
Hubungan kecepatan perambatan pulsa pada tali yang ditentukan oleh karakteristik medium	4	2,61 %
Gelombang stasioner	5	13,07%
	6	1,30%
Kecepatan pembiasan gelombang	7	13,72%
	8	9,15%
Sudut pada pemantulan gelombang	9	13,72 %
	10	14,37%
Rata-rata		10,13%

3.1. Penguasaan Konsep Mahasiswa tentang Jenis Gelombang Berdasarkan Medium dan Arah Rambatnya

Butir soal yang mengungkapkan penguasaan konsep mahasiswa tentang jenis gelombang berdasarkan medium dan arah rambatnya yaitu soal nomor 1. Berdasarkan data hanya 13,07% (20 orang) mahasiswa yang menjawab dengan benar yang berarti bahwa mahasiswa tersebut memiliki penguasaan konsep tentang jenis gelombang berdasarkan medium dan arah rambatnya dengan baik. Untuk dapat menjawab dengan benar pertanyaan tersebut, mahasiswa dituntut (1) mampu mengaktivasi pengetahuan mereka tentang karakteristik gelombang berdasarkan arah perambatannya yaitu tegak lurus terhadap arah gerak medium; (2) mengaktivasi pengetahuan tentang partikel medium bergerak naik turun dalam arah tegak lurus dengan arah gelombang. Sebanyak 6 mahasiswa yang memilih jawaban A, sebanyak 2 mahasiswa memilih jawaban B, sebanyak 4 mahasiswa memilih jawaban C, sebanyak 20 mahasiswa menjawab D yang merupakan jawaban yang benar, dan 14 mahasiswa menjawab E. Mahasiswa yang menjawab selain jawaban yang benar berarti mahasiswa tersebut hanya memiliki sebagian atau tidak memiliki penguasaan konsep tentang karakteristik perambatan gelombang secara umum. Keadaan ini juga ditemukan pada penelitian sebelumnya yang mengungkapkan bahwa siswa kesulitan dalam menemukan besaran yang terkait dengan cara pembentukan gelombang dan karakteristik medium gelombang tersebut [15].

3.2. Penguasaan Konsep Mahasiswa tentang Analisis Hubungan Antara Besaran-Besaran Fisis Gelombang Berjalan

Pertanyaan untuk mengungkapkan penguasaan konsep mahasiswa tentang menganalisis hubungan antara besaran-besaran fisis gelombang berjalan yaitu pertanyaan nomor 2 dan 3. Berdasarkan data hasil tes penguasaan konsep maka terdapat 15,03% (23 orang) mahasiswa yang menjawab benar pada soal nomor 2 dan 5,22% (8 orang) mahasiswa yang menjawab benar pada soal nomor 3. Pada pertanyaan nomor 2 mahasiswa di berikan persamaan gelombang berjalan dan diminta untuk menentukan panjang gelombang dan kecepatan rambatnya berdasarkan persamaan tersebut. Sedangkan pertanyaan nomor 3 mahasiswa diberikan pertanyaan dalam konteks perambatan gelombang tali dan dikemas dalam formal representasi verbal. Agar dapat menjawab dengan benar pertanyaan-pertanyaan tersebut mahasiswa perlu memiliki pengetahuan mengenai (1) frekuensi f , panjang gelombang λ , dan kecepatan rambat gelombang v yang memenuhi hubungan $v = \lambda f$; (2) persamaan umum gelombang berjalan yang menyatakan amplitudo dan fase gelombang tersebut; (3) hubungan antara tegang tali dan massa persatuan panjang tali terhadap cepat rambat gelombang [10].

Respon mahasiswa terhadap butir soal nomor 2 tentang menentukan panjang gelombang dan kecepatan rambat gelombang berdasarkan persamaan gelombang berjalan yang diberikan. Sebanyak 5 orang mahasiswa yang memilih jawaban A, 8 mahasiswa memilih jawaban B, 23 mahasiswa memilih jawaban C, 4 mahasiswa memilih jawaban D, dan 6 mahasiswa memilih jawaban E. Jawaban yang

tepat untuk pertanyaan ini yaitu pilihan C. Dari data ini terlihat bahwa sebagian besar mahasiswa sudah memiliki penguasaan konsep yang baik mengenai persamaan umum gelombang berjalan yang digunakan untuk menentukan panjang gelombang dan cepat rambat gelombang.

Respon mahasiswa terhadap butir soal nomor 3 tentang waktu yang dibutuhkan untuk perambatan gelombang yaitu sebanyak 8 mahasiswa yang memilih jawaban A, 5 mahasiswa memilih jawaban B, 9 mahasiswa memilih jawaban C, 4 mahasiswa memilih jawaban D, dan 1 mahasiswa memilih jawaban E. Jawaban yang tepat untuk pertanyaan ini yaitu pilihan A. dari data ini terlihat bahwa banyak mahasiswa yang menjawab salah. Hal ini disebabkan karena penguasaan konsep mahasiswa mengenai perambatan gelombang melalui medium yang sama dengan frekuensi yang berbeda masih sangat kurang. Mahasiswa berasumsi bahwa ketika frekuensi diperbesar maka cepat rambat gelombang akan berubah. Seharusnya konsep yang benar yaitu ketika frekuensi diperbesar maka cepat rambat gelombang akan tetap karena pada medium yang tetap (tali) dan yang berubah hanya panjang gelombangnya yang menjadi lebih kecil.

3.3. Penguasaan Konsep Mahasiswa tentang Hubungan Kecepatan Perambatan Pulsa pada Tali yang Ditentukan oleh Karakteristik Medium

Penguasaan konsep mahasiswa tentang hubungan kecepatan perambatan pulsa pada tali yang ditentukan oleh karakteristik medium dijabarkan melalui pertanyaan nomor 4. Berdasarkan data hasil tes penguasaan konsep maka terdapat 2,61% (4 orang) mahasiswa yang menjawab benar. Hasil presentase ini menggambarkan tingkat penguasaan konsep yang masih rendah pada topik ini. Respon mahasiswa terhadap butir soal nomor 4 yaitu sebanyak 16 mahasiswa memilih pilihan A, 17 mahasiswa memilih jawaban B, 5 mahasiswa memilih jawaban C, dan 4 mahasiswa yang memilih jawaban D, dan E.

Hasil tes penguasaan konsep ini menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa memilih jawaban yang salah yaitu ketika tali yang terikat pada kayu dan digerakan naik turun maka yang dilakukan agar pulsa yang terbentuk membutuhkan waktu lebih lama untuk mencapai kayu adalah dengan mengurangi besar tegangan dan tetap mempertahankan simpangan, massa jenis, dan panjang tali. Sedangkan cara yang benar agar pulsa lebih lama untuk mencapai kayu yaitu dengan menggantikan tali dengan massa yang lebih berat, namun panjang dan tegangan tetap sama. Massa tali yang lebih berat dengan panjang tali yang tetap menandakan bahwa massa jenis tali lebih besar. Semakin besar massa jenisnya maka semakin tinggi kerapatannya sehingga dapat mempengaruhi kerapatan perambatan pulsa pada tali. Kecepatan perambatan tali menjadi semakin kecil sehingga membutuhkan waktu lebih lama dalam mencapai kayu.

3.4. Penguasaan Konsep Mahasiswa tentang Gelombang Stasioner

Butir soal yang terkait konteks gelombang stasioner dijabarkan melalui butir soal nomor 5 dan 6. Berdasarkan data hasil tes penguasaan konsep materi gelombang stasioner maka terdapat 13,07% (20 orang) yang menjawab benar pada butir soal nomor 5 dan 1,30% (2 orang) yang menjawab benar butir soal nomor 6. Pada pertanyaan nomor 5 mahasiswa untuk menganalisis cepat rambat gelombang dari data yang diberikan, sedangkan pada pertanyaan nomor 6 mahasiswa menentukan gaya tegang kawat.

Respon mahasiswa untuk pertanyaan nomor 5 yaitu sebanyak 8 mahasiswa yang memilih jawaban A, 7 mahasiswa memilih jawaban B, 19 mahasiswa memilih jawaban C, 6 mahasiswa memilih jawaban D dan E. Pilihan jawaban yang benar yaitu C. Berdasarkan hasil respon mahasiswa menunjukkan bahwa sebagian mahasiswa memilih jawaban yang benar sehingga dapat dikatakan bahwa penguasaan konsep mahasiswa mengenai cepat rambat gelombang stasioner sudah baik.

Respon mahasiswa untuk pertanyaan nomor 6 yaitu sebanyak 2 mahasiswa yang memilih jawaban A, 13 mahasiswa yang memilih jawaban B, 5 mahasiswa yang memilih jawaban C, 2 mahasiswa yang memilih jawaban D, dan 24 mahasiswa yang memilih jawaban E. Sedangkan pilihan jawaban yang benar yaitu A. Dari hasil ini menunjukkan bahwa penguasaan konsep mahasiswa pada materi gaya tegangan kawat masih sangat rendah. Hal ini disebabkan karena mahasiswa salah atau bahkan tidak paham dalam menurunkan persamaan untuk mencari gaya tegang kawat dari persamaan umum cepat rambat gelombang stasioner.

3.5. Penguasaan Konsep Mahasiswa tentang Kecepatan Pembiasan Gelombang

Pertanyaan yang menjabarkan penguasaan konsep tentang kecepatan pembiasan gelombang terdapat pada butir soal nomor 7. Berdasarkan hasil tes menunjukkan 13,72% (21 orang) mahasiswa yang memilih jawaban benar. Hasil presentase ini menggambarkan tingkat penguasaan konsep mahasiswa yang baik mengenai kecepatan pembiasan gelombang. Dengan respon mahasiswa yaitu sebanyak 21 mahasiswa yang memilih jawaban A, sebanyak 20 mahasiswa yang memilih jawaban B, tidak ada mahasiswa yang memilih pilhan jawaban C, 11 mahasiswa memilih jawaban D, dan 5 mahasiswa yang memilih jawaban E. Dimana pilihan jawaban yang benar yaitu jawaban A. Kemungkinan mahasiswa yang memilih pilihan jawaban yang benar karena mahasiswa memiliki penguasaan konsep mengenai hubungan antara sudut datang dan sudut bias yaitu berbanding terbalik dan sebanding dengan kecepatan. Dengan kecepatan gelombang pada air yang dalam lebih kecil di bandingkan dengan air yang dangkal.

3.6. Penguasaan Konsep Mahasiswa tentang Gelombang Bidang

Butir soal yang menjabarkan mengenai materi sudut pada pemantulan gelombang yaitu soal nomor 8. Dengan hasil presentase sebanyak 9,15% (14 orang) mahasiswa yang memilih jawaban yang benar. Dimana respon dari mahasiswa yaitu sebanyak 9 mahasiswa memilih pilihan jawaban A, sebanyak 14 mahasiswa memilih jawaban B, 7 mahasiswa memilih jawaban C, 3 mahasiswa memilih jawaban D, dan 13 mahasiswa yang memilih jawaban E. Respon ini menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa memiliki penguasaan konsep yang kurang dalam menentukan sudut gelombang pantul. Kemungkinan mahasiswa memilih jawaban yang salah disebabkan karena mahasiswa belum memahami cara menentukan sudut yang dibuat oleh gelombang datang terhadap permukaan pantul sama dengan sudut yang dibuat oleh gelombang pantul.

Butir soal yang menjabarkan mengenai inteferensi gelombang yaitu soal nomor 9 dengan presentase sebanyak 13,72% (21 orang) mahasiswa yang memilih pilihan jawaban yang benar. Respon mahasiswa yaitu 1 mahasiswa yang memilih pilihan jawaban A, tidak ada mahasiswa yang memilih pilihan jawaban B, 2 mahasiswa yang memilih pilihan jawaban C, sebanyak 23 mahasiswa yang memilih pilihan jawaban D, dan 21 mahasiswa yang memilih pilihan jawaban E. Alasan mahasiswa yang banyak memilih pilihan jawaban yang salah yaitu karena mahasiswa-mahasiswa tersebut memiliki penguasaan konsep yang relatif masih kurang atau bahkan salah mengenai pola interferensi gelombang. Dimana mahasiswa beranggapan bahwa jika jarak dua sumber diperbesar maka jumlah titik-titik yang mengalami interferensi semakin banyak dan jika panjang gelombang dijadikan setengah maka jumlah titik-titik yang mengalami interferensi semakin sedikit. Namun konsep yang benar yaitu jika panjang gelombang dijadikan setengah maka jumlah titik-titik yang mengalami interferensi akan semakin banyak.

Pertanyaan yang menjabarkan penguasaan konsep tentang difraksi gelombang yaitu pertanyaan nomor 10, dengan presentase sebanyak 14,37% (22 orang) yang memilih jawaban yang benar. Dimana respon mahasiswa yaitu sebanyak 9 mahasiswa yang memilih pilihan jawaban A, 22 mahasiswa yang memilih pilihan jawaban B, 4 mahasiswa yang memilih pilihan jawaban C, 8 mahasiswa yang memilih jawaban D, dan tidak ada mahasiswa yang memilih pilihan jawaban E. Dari respon ini menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa sudah memilih pilihan jawaban yang benar, sehingga dapat dikatakan bahwa sebagian besar mahasiswa telah memiliki penguasaan konsep yang baik pada materi difraksi gelombang.

Indikator penguasaan konsep yang digunakan dalam menyusun soal materi gelombang mekanik mengacu pada taksonomi *Bloom* yang telah direvisi yaitu pada ranah kognitif C3 dan C4. Mengaplikasi (C3) terjadi ketika menggunakan satu atau lebih prosedur dalam memecahkan masalah dan mengerjakan tugas. Mengaplikasi melibatkan penggunaan prosedur dan berhubungan erat dengan pengetahuan prosedural untuk memecahkan masalah. Mengaplikasi adalah proses kognisi yang tidak hanya menuntut kemampuan menerapkan prosedur, tetapi juga mengandalkan penguasaan konsep dan prosedur.

Menganalisis (C4) terjadi ketika membedakan kesesuaian dan ketidaksesuaian dari materi, menentukan sudut pandang dan menentukan kesesuaian fungsi atau unsur dalam suatu struktur. Menganalisis melibatkan bagaimana bagian-bagian terkait satu sama lain struktur keseluruhan, serta mencakup proses kognisi yaitu membedakan, mengorganisasikan, dan menghubungkannya.

Berdasarkan analisis yang telah dipaparkan sebelumnya maka dapat disimpulkan bahwa penguasaan konsep mahasiswa yang masih sangat kurang pada materi gaya tegang kawat pada gelombang stasioner. Sebagian besar mahasiswa yang terindikasi kurang memahami gaya tegang kawat disebabkan karena mahasiswa bergantung pada konteks persoalan dan format representasi yang digunakan. Soal dengan konteks gaya tegang kawat lebih sulit bagi mahasiswa daripada soal dengan konteks cepat rambat gelombang stasioner, walaupun kedua model soal ini diselesaikan menggunakan persamaan yang sama.

Ada beberapa kemungkinan penyebab rendahnya penguasaan konsep mahasiswa yaitu: pertama, mereka memiliki pemahaman yang kurang mengenai materi gelombang mekanik atau bahkan memiliki pemahaman yang salah. Kedua, mereka telah memiliki semua konsep sains yang berkaitan dengan persoalan yang dipecahkan, namun saat mencoba memecahkan persoalan tersebut mereka gagal mengaktivaasi pengetahuan yang paling relevan ke dalam *working memory*. Ketiga, mereka berhasil mengaktivasi potongan-potongan pengetahuan ke dalam *working memory* namun gagal memilih pengetahuan tersebut untuk membuat kesimpulan yang tepat. Keempat, mereka tidak memiliki pengetahuan yang relevan sehingga hanya mengandalkan intuisi naifnya.

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil analisis diperoleh penguasaan konsep mahasiswa tergolong rendah dengan rata-rata mahasiswa yang mampu menjawab dengan benar sebesar 10,13%. Penguasaan konsep tertinggi sebesar 15,03% pada sub materi hubungan antara besaran-besaran fisis gelombang berjalan. Namun pada materi yang lain seperti pada materi gaya tegang kawat pada gelombang stasioner dan kecepatan perambatan pulsa pada tali yang ditentukan oleh karakteristik medium, tingkat penguasaan konsep mahasiswa masih sangat rendah yaitu 1,30% dan 2,61%.

Daftar Rujukan

- [1] S. P. Astuti, "Pengaruh Kemampuan Awal dan Minat Belajar terhadap Prestasi Belajar Fisika," *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, vol. 5, no. 1, 2015.
- [2] B. R. Kurniawan, S. K. Handayanto, and Parno, "Profil Kemampuan Pemecahan Masalah Mahasiswa Fisika Universitas Negeri Malang," in *Prosiding Sem. Nas Pendidikan IPA Pascasarjana UM*, 2016, pp. 105–111.
- [3] A. Küçüközer, "Prospective Science Teachers' Misconceptions Concerning Wave," *Journal of Turkish Science Education*, vol. 7, no. 2, pp. 66–75, 2010.
- [4] M. C. Wittmann, E. F. Redish, and R. N. Steinberg, "Understanding and Addressing Student Reasoning About Sound Waves," *International Journal of Science Education*, vol. 25, no. 8, pp. 991–1013, 2003.
- [5] P. Barniol and G. Zavala, "The Mechanical Waves Conceptual Survey: An Analysis of University Students' Performance, and Recommendations for Instruction," *Eurasia. J. Math. Sci. T.*, vol. 13, no. 3, 2016.
- [6] Serway and Jewett, *Physics for Scientists and Engineers*, 6th Ed. Stamford: Thomson, 2013.
- [7] L. Jumadin, A. Hidayat, and S. Sutopo, "Perlunya Pembelajaran Modelling Instruction pada Materi Gelombang," *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, vol. 2, no. 3, pp. 325–330, 2017.
- [8] S. K. Şengören, R. Tanel, and N. Kavcar, "Students' Difficulties About The Wave Pulses Propagating on A Rope," *Journal of Turkish Science Education*, vol. 6, no. 1, pp. 50–59, 2009.
- [9] S. Sutopo, "Students' Understanding of Fundamental Concepts of Mechanical Wave," *Indonesian Journal of Physics Education*, vol. 12, no. 1, pp. 41–53, 2016.
- [10] M. Kryjevskaja, M. R. Stetzer, and P. R. Heron, "Student Understanding of Wave Behavior at A Boundary: The Limiting Case of Reflection at Fixed and Free Ends," *American Journal of Physics*, vol. 79, no. 5, pp. 508–516, 2011.
- [11] J. L. Docktor, N. E. Strand, J. P. Mestre, and B. H. Ross, "Conceptual Problem Solving in High School Physics," *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, vol. 11, no. 2, p. 020106, 2015.
- [12] B. Ibrahim and N. S. Rebello, "Representational Task Formats and Problem Solving Strategies in Kinematics and Work," *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, vol. 8, no. 1, p. 010126, 2012.

- [13] D. P. Maloney, T. L. O’Kuma, C. J. Hieggelke, and A. Van Heuvelen, “Surveying Students’ Conceptual Knowledge of Electricity and Magnetism,” *American Journal of Physics*, vol. 69, no. S1, pp. S12–S23, 2001.
- [14] F. B. B. Sukma, S. Koes, and S. Kusairi, “Identifikasi Penguasaan Konsep Siswa pada Materi Usaha dan Energi,” in *Pros. Semnas Pend. IPA Pascasarjana UM*, vol. 1, pp. 208–212, 2018.
- [15] M. C. Wittmann, R. N. Steinberg, and E. F. Redish, “Making Sense of How Students Make Sense of Mechanical Waves,” *The physics teacher*, vol. 37, no. 1, pp. 15–21, 1999.