

# Pengembangan *Four-Tier Multiple Choice Test* untuk Mengukur Kemampuan Multirepresentasi Siswa pada Materi Gerak Harmonik Sederhana

Anisa Furtakhul Janah\*, Budi Naini Mindyarto, Ellianawati

Physics Education Postgraduate  
Program Universitas Negeri  
Semarang, Semarang, Indonesia

\*Corresponding Author  
E-mail: [furtakhuljanah.anisa@gmail.com](mailto:furtakhuljanah.anisa@gmail.com)  
doi:

**Abstract-** *Most of the evaluation tools available in high schools still prioritize mathematical analysis, and give less attention to the students. As a result, it causes mathematics anxiety among students. A multi-representation based four-tier multiple choice test can help students with mathematics anxiety to use other representational abilities, such as pictures, verbal, graphs and tables. The research objective was to develop an evaluation tool that was used to determine the characteristics of the instrument, the quality of the instrument, and to measure the multirepresentasis abilities of students on simple harmonic motion material. This research was a Research and Development (R & D) type. Sampling was carried out at three SMAN 1 in Tegal Regency, with a total of 315 students as respondents. The four-tier multiple choice test consists of 27 items covering four representations, namely mathematics, tables, verbal and pictures/graphics. The average result of validity by experts is 86.21% with very good category. The reliability value in the field test were 0.890 at SMAN 1 ); 0.885 at SMAN 1 Q; and 0.887 at SMAN 1 R. The distinguishing power test showed that 74.08% of the items were accepted (SMAN 1 P); 59.26% of questions were accepted (SMAN 1 Q); and 66.67% of the questions were accepted (SMAN 1 R). The difficulty level of the questions shows that 14.81% of the questions are difficult; 66.67% medium questions; and 18.52% easy questions. If the questions used table representations, 52.44% of students were able to convert them to graphs. Meanwhile questions with verbal representations found that most students were able to convert them to tables (52.85%). However, for questions with image representations, most students were able to convert them to verbal with 53.23% and questions with mathematical representations, so most students were able to convert them to verbal, with 49.84%.*

**Keywords:** *Four-Tier Multiple Choice Test, Multirepresentation, Mathematics Anxiety*

## I. PENDAHULUAN

Fisika merupakan salah satu cabang IPA yang dipandang penting untuk menumbuhkan kemampuan berpikir dan memecahkan masalah [1]. Tujuan dari pembelajaran fisika, yaitu menghantarkan siswa dalam menguasai konsep dan menghubungkan sekumpulan konsep dengan fenomena-fenomena yang terdapat dalam kehidupan sehari-hari [2].

Sebagian besar siswa menganggap bahwa pelajaran fisika termasuk mata pelajaran yang sulit, karena berisi konsep-konsep yang hanya

divisualisasikan dalam persamaan matematis saja. Kondisi ini menunjukkan bahwa guru lebih banyak menggunakan pendekatan matematik dalam pembelajaran fisika. Hal ini dapat menyebabkan siswa mengalami *mathematics anxiety* sehingga siswa kesulitan untuk memahami makna fisis sebuah konsep dengan menggunakan berbagai bentuk representasi.

Menurut pakar dalam beberapa penelitian lebih baik menekankan kepada siswa untuk menggunakan representasi serta membangun representasi dari berbagai konsep sains [3]. Mereka sepakat bahwa untuk mempelajari

konsep dan metode sains perlu pemahaman secara konseptual yang berhubungan dengan berbagai bentuk representasi. Pemahaman dapat diartikan sebagai suatu bentuk pengetahuan atau persepektif seseorang dalam melihat sebuah permasalahan [4]. Siswa dianggap memahami konsep apabila mampu menarik makna dari sebuah pesan atau petunjuk yang terdapat di dalam soal [5].

Pelajaran fisika seharusnya tidak hanya memvisualisasikan masalah dalam bentuk matematis saja, tetapi harus memvisualisasikan masalah ke dalam format lain [6]. Seharusnya, pelajaran fisika mampu menuntut siswa untuk menguasai representasi yang berbeda (grafik, konseptual/verbal, rumus, diagram/gambar) secara bersamaan dan mengelola perubahan diantara representasi tersebut. Pemahaman terhadap berbagai macam representasi sering dikenal dengan istilah multirepresentasi. Multirepresentasi terdiri dari dua kata, yakni multi dan representasi. Multi berarti berbagai atau macam, sedangkan representasi berarti sebuah cara dalam menggambarkan sebuah objek atau proses [7].

Representasi juga dapat diartikan sebagai salah satu aspek psikologi yang digunakan untuk menjelaskan beberapa fenomena penting tentang cara berpikir seseorang [8]. Alasan pentingnya representasi agar diterapkan dalam pembelajaran, yaitu multikecerdasan dan visualisasi bagi otak. Multikecerdasan yaitu kemampuan siswa untuk belajar dengan cara yang berbeda sehingga memberikan kesempatan agar memperoleh hasil yang optimal. Visualisasi bagi otak yaitu konsep yang bersifat fisik untuk ditampilkan dengan representasi yang konkret [9].

Keberhasilan suatu proses pembelajaran dilihat dari kemampuan siswa dalam merepresentasikan sesuatu yang telah mereka pahami. Siswa yang memahami konsep dengan benar, maka dapat merepresentasikan pemahaman konsepnya dengan berbagai cara, sedangkan siswa yang tidak memahami konsep dengan baik akan kesulitan merepresentasikan pemahamannya dalam berbagai bentuk representasi [10]. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa multirepresentasi sangat penting diterapkan dalam proses pembelajaran.

Multirepresentasi memiliki definisi sebagai suatu penyampaian informasi dari sebuah masalah yang diwakili menjadi berbagai macam bentuk, misalnya penyampaian informasi dalam bentuk visual, yaitu video dan simulasi, verbal berupa tulisan kalimat, matematik ditampilkan

dalam bentuk simbol-simbol, gambar dan grafik ketika menyampaikan suatu informasi data hasil penelitian [11]. Proses pembelajaran fisika akan bermakna apabila siswa dituntut mampu menguasai representasi yang berbeda-beda, misalnya grafik, konseptual, rumus, gambar, diagram, dan hasil percobaan [12].

Kemampuan multirepresentasi terbagi menjadi tiga kategori dalam proses kognitif, yaitu membedakan, mengorganisasi, dan mengatribusikan [13]. Standar kemampuan multirepresentasi terbagi menjadi tiga, yakni: (1) membuat dan menggunakan representasi untuk mengorganisasikan, mencatat, serta mengkomunikasikan ide-ide matematika; (2) memilih, menggunakan, dan menerjemahkan antar representasi untuk menyelesaikan masalah; serta (3) menggunakan representasi untuk membuat model dan menginterpretasi fenomena matematis, fisik, dan sosial [14].

Kelebihan menerapkan multirepresentasi pada proses pembelajaran, antara lain: (1) membantu siswa untuk membentuk pengetahuan, (2) menguasai konsep, dan (3) memecahkan masalah [15]. Representasi memiliki peran sebagai pembangun pemahaman untuk mendorong siswa mengkonstruksi pemahaman secara mendalam [7]. Langkah yang harus dilakukan guru untuk mendorong siswa agar memiliki kemampuan representasi yang baik, yakni pembelajaran fisika seharusnya tidak hanya menyajikan ide-ide baru tetapi menuntut siswa untuk mampu mengubah ide-ide lama yang telah dimiliki.

Selain itu, proses pembelajaran fisika juga memiliki beberapa kendala, yakni miskonsepsi dan instrumen yang digunakan guru cenderung monoton, sehingga diperlukan suatu cara untuk mengetahui miskonsepsi dan mengukur kemampuan multirepresentasi siswa, yaitu dengan cara menggunakan *four-tier multiple choice test* atau pilihan ganda empat tingkat. *Four-tier multiple choice test* merupakan salah satu tes diagnostik yang digunakan untuk mengetahui secara tepat miskonsepsi yang dialami siswa serta memastikan kelemahan dan kekuatan siswa pada konsep yang telah diterimanya [16]. Tes diagnostik yang baik, yakni tes yang mampu memberikan gambaran miskonsepsi yang dialami siswa secara akurat serta mampu mengungkap konsep-konsep yang belum dipahami dan yang telah dipahami [17].

*Four-tier multiple choice test* terdiri dari: (1) soal pilihan ganda, (2) tingkat keyakinan siswa dalam memilih jawaban, (3) alasan siswa menjawab pertanyaan, (4) tingkat keyakinan

siswa dalam memilih alasan [18]. Keunggulan yang dimiliki *four-tier multiple choice test*, yaitu guru dapat membedakan tingkat keyakinan jawaban dan tingkat keyakinan alasan yang dipilih siswa sehingga dapat menggali pemahaman konsep yang lebih mendalam, mendiagnosis miskonsepsi yang dialami siswa secara lebih mendalam, menentukan bagian materi yang membutuhkan penekanan yang lebih mendalam, serta merencanakan pembelajaran yang lebih efektif untuk mengurangi miskonsepsi siswa [19]. Tujuan penelitian ini terbagi menjadi tiga, yaitu mendeskripsikan karakteristik instrumen, menentukan kualitas instrumen, serta mengukur kemampuan multirepresentasi siswa pada materi gerak harmonik sederhana.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada tiga sekolah di Kabupaten Tegal, dengan total responden sebanyak 315 siswa SMA kelas XI jurusan IPA. Subjek yang digunakan pada uji coba skala kecil, yaitu 36 siswa kelas X jurusan IPA, sedangkan uji coba skala luas melibatkan sejumlah 72 siswa kelas X jurusan IPA. Adapun jenis penelitian yang digunakan, yakni *Research and Development* (R & D). Menurut Borg dan Gall (1989) terdapat 10 langkah dalam penelitian *Research and Development*, meliputi: (1) studi literatur, (2) desain produk, (3) validasi produk, (4) uji coba skala kecil, (5) revisi tahap 1, (6) uji coba skala luas, (7) revisi tahap 2, (8) uji lapangan, (9) revisi tahap akhir, (10) diseminasi.

Dalam penelitian ini, produk yang dikembangkan adalah *four-tier multiple choice test* yang digunakan untuk mengukur kemampuan multirepresentasi siswa pada materi gerak harmonik sederhana. Pengembangan instrumen dimaksudkan sebagai sarana untuk memecahkan masalah dan menemukan cara untuk menjawab soal yang telah diberikan [20].

Metode pengumpulan data dalam penelitian, meliputi observasi, tes, angket, wawancara, dan dokumentasi. Kegiatan awal pada penelitian ini yaitu melakukan observasi untuk mengetahui pemahaman konsep siswa terkait representasi yang digunakan dalam proses pembelajaran, serta mencari potensi yang dapat menimbulkan miskonsepsi pada materi gerak harmonik sederhana. Observasi dilakukan dengan cara meninjau perangkat pembelajaran yang digunakan guru dalam memberikan materi dan mengidentifikasi instrumen yang digunakan

untuk menilai hasil belajar siswa. Data yang diperoleh selanjutnya digunakan sebagai acuan untuk merancang *four-tier multiple choice test* pada materi gerak harmonik sederhana. Setelah selesai dirancang, *four-tier multiple choice test* selanjutnya diberikan kepada siswa kelas XI jurusan IPA yang sebelumnya telah memperoleh materi tersebut. Subjek yang dilibatkan pada tahap uji lapangan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Subjek pada uji lapangan

No	Nama Sekolah	Kelas	Jumlah
1	SMAN 1 P	XI IPA 1	35 orang
		XI IPA 2	35 orang
		XI IPA 3	35 orang
2	SMAN 1 Q	XI IPA 3	35 orang
		XI IPA 4	35 orang
		XI IPA 5	35 orang
3	SMAN 1 R	XI IPA 2	35 orang
		XI IPA 3	35 orang
		XI IPA 5	35 orang

Data yang diperoleh, selanjutnya dianalisis untuk mengetahui karakteristik instrumen, menentukan kualitas instrumen, kemampuan multirepresentasi siswa, dan interpretasi *four-tier multiple choice test*. Nilai validitas diperoleh berdasarkan hasil penilaian validator menggunakan lembar angket yang telah disediakan. Lembar validasi mencakup 3 aspek, yaitu materi, konstruksi, dan bahasa. Validator yang dilibatkan untuk menilai instrumen yang telah dikembangkan berjumlah delapan orang, meliputi lima orang tenaga dosen ahli dan tiga orang guru fisika yang telah berpengalaman. Data validator yang dilibatkan dalam uji pengembangan instrumen dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data validator

No.	Pekerjaan	Pendidikan	Kode
1	Dosen	S2	V-01
2	Guru	S3	V-02
3	Guru	S1	V-03
4	Dosen	S3	V-04
5	Dosen	S3, Prof	V-05
6	Guru	S2	V-06
7	Dosen	S3, Prof	V-07
8	Dosen	S3	V-08

Hasil penilaian validator digunakan untuk mengukur tingkat kelayakan instrumen dan menentukan nilai validitas. Validitas yang dihasilkan dari penilaian validator dikenal dengan istilah validitas isi. Validitas isi berfungsi untuk memeriksa item dan menentukan relevansi konten pada suatu instrumen [21]. Nilai validitas isi ditentukan berdasarkan hasil analisis koefisien Aiken. Uji reliabilitas ditentukan berdasarkan rumus *Kuder Richadson-20* menggunakan software *IBM*

*Statistic 22*. Uji reliabilitas berfungsi untuk mengetahui sejauh mana hasil pengukuran memiliki keterpercayaan, keterandalan, keajegan, konsistensi, dan kestabilan yang dapat dipercaya [22]. Hasil uji validitas dan reliabilitas digunakan untuk mengetahui karakteristik instrumen yang telah dikembangkan.

Kualitas instrumen yang telah dikembangkan ditentukan berdasarkan analisis tingkat kesukaran dan daya pembeda soal [23]. Tingkat kesukaran dan daya pembeda soal dianalisis menggunakan software *IBM Statistic 22*. Profil kemampuan multirepresentasi siswa dianalisis dengan cara menghitung persentase jawaban benar pada setiap representasi soal. Kemampuan multirepresentasi ditentukan dari hasil siswa mengerjakan *four-tier multiple choice test*, yang dikategorikan menjadi tiga yaitu paham, tidak paham, dan miskonsepsi [17]. Interpretasi hasil *four-tier multiple choice test* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Interpretasi *four-tier multiple choice test*

Kriteria	Jawaban	Tingkat	Alasan	Tingkat
		Keyakinan Jawaban		Keyakinan Alasan
Paham	Benar	Tinggi	Benar	Tinggi
	Benar	Rendah	Benar	Rendah
	Benar	Tinggi	Benar	Rendah
Tidak Paham	Benar	Rendah	Benar	Tinggi
	Salah	Rendah	Salah	Rendah
	Salah	Rendah	Benar	Rendah
	Benar	Tinggi	Salah	Rendah
	Salah	Tinggi	Salah	Rendah
	Salah	Rendah	Benar	Tinggi
Miskonsepsi	Benar	Rendah	Salah	Tinggi
	Benar	Tinggi	Salah	Tinggi
	Salah	Tinggi	Benar	Rendah
	Salah	Tinggi	Salah	Rendah
	Salah	Rendah	Salah	Tinggi
	Salah	Tinggi	Salah	Tinggi

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Penelitian

##### 1. Studi Literatur dan Observasi

Langkah awal yang dilakukan dalam penelitian, meliputi analisis kebutuhan, studi pustaka, studi literatur, dan observasi.

##### 2. Desain Produk

Produk yang dihasilkan dalam penelitian, meliputi kisi-kisi tes, tes pilihan ganda empat tingkat (*four-tier test*), kunci jawaban, lembar jawab, pedoman penskoran, pedoman interpretasi hasil *four-tier test*, dan daftar komposisi konsep.

##### 3. Validasi produk

Kelayakan suatu instrumen diketahui melalui lembar validasi. Hasil uji kelayakan instrumen oleh ahli diperoleh data pada Tabel 4.

Tabel 4. Uji kelayakan instrumen

No.	Penilai	Pekerjaan	Persentase Validasi	Kategori
1	V-01	Dosen	91,18%	Sangat Tinggi
2	V-02	Guru	94,12%	Sangat Tinggi
3	V-03	Guru	95,59%	Sangat Tinggi
4	V-04	Dosen	92,65%	Sangat Tinggi
5	V-05	Dosen	79,41%	Tinggi
6	V-06	Guru	85,29%	Sangat Tinggi
7	V-07	Dosen	83,82%	Sangat Tinggi
8	V-08	Dosen	67,75%	Tinggi
Rata-Rata			86,21%	Sangat Tinggi

Hasil validasi instrumen oleh ahli selanjutnya dianalisis menggunakan persamaan Aiken. Nilai validitas berdasarkan koefisien Aiken dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Validitas instrumen berdasarkan koefisien aiken

No.	Aspek Penilaian	Koefisien Aiken	Kriteria
1	Materi	0,76	Valid
2	Konstruksi	0,85	Valid
3	Bahasa	0,80	Valid
Rata-Rata		0,80 (Tinggi)	Valid

##### 4. Uji Coba Skala Kecil

Tujuan pengujian skala kecil yaitu mengetahui waktu yang diperlukan siswa untuk mengerjakan *four-tier test*.

##### 5. Revisi Tahap 1

Langkah ini merupakan perbaikan model atau desain berdasarkan uji coba skala kecil. Perbaikan produk lebih banyak dilakukan secara kuantitatif.

##### 6. Uji Coba Skala Luas

Tingkat kevalidan instrumen pada uji coba skala luas diperoleh data pada Tabel 6.

Tabel 6. Validitas soal pada uji coba skala luas

No.	Kriteria	Nomor Soal	Persentase
1	Valid	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27	90%
2	Tidak Valid	28, 29, 30	10%

Selanjutnya, pada uji coba skala luas dilakukan analisis untuk menentukan nilai reliabilitas, daya beda, dan tingkat kesukaran soal. Nilai reliabilitas pada uji coba skala luas dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Reliabilitas pada uji coba skala luas

Sekolah	Jenis Tier	$r_{11}$	Rata-Rata	Kategori
SMAN 1 A	Tier-1	0,879	0,881	Sangat Tinggi
	Tier-3	0,883		
SMAN 1 B	Tier-1	0,879	0,878	Sangat Tinggi
	Tier-3	0,877		

Hasil daya beda soal pada uji coba skala luas dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Daya beda soal pada uji coba skala luas

Sekolah	Kriteria	Nomor Soal	Persentase (%)
SMAN 1 A	Diterima	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 16, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27	70
	Diterima dengan revisi	3, 12, 15, 17, 19, 26	20
	Direvisi	-	-
	Ditolak	28, 29, 30	10
SMAN 1 B	Diterima	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 16, 18, 20, 21, 22, 24, 25, 27	66,67
	Diterima dengan revisi	3, 12, 15, 17, 19, 23, 26	23,33
	Direvisi	-	-
	Ditolak	28, 29, 30	10

Hasil tingkat kesukaran soal pada uji coba skala luas dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Tingkat kesukaran soal pada uji coba skala luas

Sekolah	Kriteria	Nomor Soal	Persentase (%)
SMAN 1 A	Sukar	12, 15, 19	10
	Sedang	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 16, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30	73,33
	Mudah	1, 2, 17, 18, 23	16,67
	Sukar	11, 15, 19	10
SMAN 1 B	Sedang	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 16, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30	76,67
	Mudah	1, 17, 18, 23	13,33

## 7. Revisi Tahap II

Langkah ini digunakan untuk menentukan kualitas instrumen yang dikembangkan.

## 8. Uji Lapangan

Dalam uji lapangan, instrumen *four-tier test* selanjutnya diberikan kepada siswa di tiga sekolah yang berbeda. Nilai reliabilitas instrumen pada uji lapangan dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Reliabilitas instrumen pada uji lapangan

Sekolah	Tipe Tier	$r_{11}$	Rata-Rata	Kriteria
SMAN 1 P	Tier-1	0,889	0,890	Sangat Tinggi
	Tier-3	0,891		
SMAN 1 Q	Tier-1	0,886	0,885	Sangat Tinggi
	Tier-3	0,883		
SMAN 1 R	Tier-1	0,889	0,887	Sangat Tinggi
	Tier-3	0,885		

Selanjutnya, dilakukan analisis pada kualitas sekolah yang digunakan dalam uji lapangan. Kualitas sekolah ditentukan berdasarkan rata-rata hasil UN siswa. Rata-rata hasil UN siswa tahun pelajaran 2018/2019 dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Rata-rata hasil UN siswa tp 2018/2019

No.	Sekolah	Rata-Rata UN	Kategori
1	SMAN 1 P	59,65	Tinggi
2	SMAN 1 Q	49,80	Rendah
3	SMAN 1 R	53,49	Sedang

Kualitas suatu instrumen ditentukan dari nilai daya beda dan tingkat kesukaran soal. Persentase tingkat kesukaran soal pada uji lapangan dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Tingkat kesukaran instrumen

Sekolah	Kriteria	Nomor Soal	Persentase (%)
SMAN 1 P	Sukar	2, 5, 12, 25	14,81
	Sedang	3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 20, 22, 24, 26, 27	66,67
	Mudah	1, 18, 19, 21, 23	18,52
	Sukar	2, 5, 12, 27	14,81
SMAN 1 Q	Sedang	3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 20, 22, 24, 25, 26	66,67
	Mudah	1, 18, 19, 21, 23	18,52
	Sukar	2, 5, 12, 27	14,81
	Sedang	3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 20, 22, 24, 25, 26	66,67
SMAN 1 R	Sedang	3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 20, 22, 24, 25, 26	66,67
	Mudah	1, 18, 19, 21, 23	18,52

Persentase daya beda soal dalam uji lapangan dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Daya pembeda instrumen

Sekolah	Kriteria	Nomor Soal	Persentase (%)
SMAN 1 P	Diterima	1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 26	74,08
	Diterima dengan revisi	4, 8, 10	11,11
	Direvisi	17, 22, 25, 27	14,81
	Ditolak	-	-

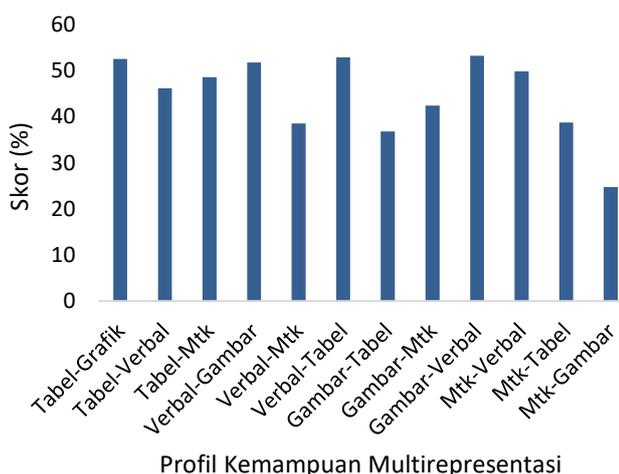
Sekolah	Kriteria	Nomor Soal	Persentase (%)
SMAN 1 Q	Diterima	1, 3, 6, 7, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 24, 26	59,26
	Diterima dengan revisi	2, 5, 8, 12, 21, 22, 23, 25	29,63
	Direvisi Ditolak	4, 17, 27	11,11
SMAN 1 R	Diterima	1, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 24, 26	66,67
	Diterima dengan revisi	2, 8, 12, 17, 22, 23, 25	25,93
	Direvisi Ditolak	4, 27	7,40

Selanjutnya, untuk mengetahui kemampuan yang diukur dalam *four-tier multiple choice test* dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Kemampuan siswa yang diukur dalam tes

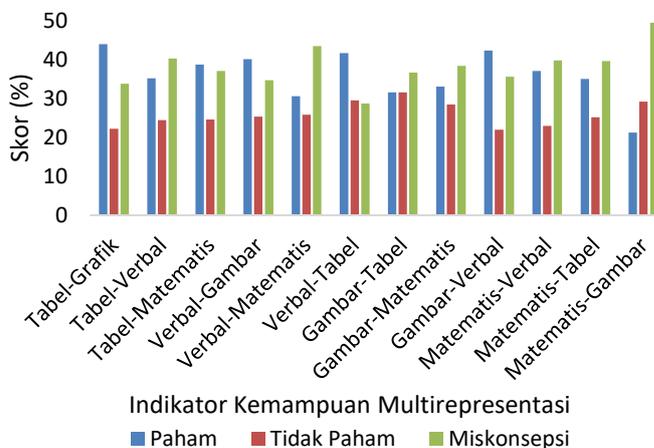
No	Kemampuan Siswa yang Diukur
1	Mampu mengubah representasi tabel ke grafik
2	Mampu mengubah representasi tabel ke verbal
3	Mampu mengubah representasi tabel ke matematis
4	Mampu mengubah representasi verbal ke gambar
5	Mampu mengubah representasi verbal ke matematis
6	Mampu mengubah representasi verbal ke tabel
7	Mampu mengubah representasi gambar ke tabel
8	Mampu mengubah representasi gambar ke matematis
9	Mampu mengubah representasi gambar ke verbal
10	Mampu mengubah representasi matematis ke verbal
11	Mampu mengubah representasi matematis ke tabel
12	Mampu mengubah representasi matematis ke gambar

Setelah siswa mengerjakan *four-tier test*, maka dapat diketahui profil kemampuan multirepresentasi siswa pada konsep gerak harmonik sederhana. Persentase kemampuan multirepresentasi siswa disajikan pada Gbr 1.



Gbr 1. Profil Kemampuan Multirepresentasi Siswa pada Konsep Gerak Harmonik Sederhana

Kemampuan multirepresentasi juga dianalisis berdasarkan pemahaman konsepsinya. Pemahaman konsep siswa dibedakan menjadi tiga kategori, yaitu paham, tidak paham, dan miskonsepsi. Kemampuan multirepresentasi berdasarkan pemahaman konsep siswa dapat dilihat pada Gbr 2.



Gbr 2. Kemampuan Multirepresentasi Siswa Berdasarkan Pemahaman Konsepsi

## B. Pembahasan

### 1. Studi Literatur

Studi literatur yang dilakukan, meliputi pengenalan produk yang dikembangkan dan mengumpulkan temuan riset serta informasi lain yang bersangkutan dengan pengembangan produk yang direncanakan. Observasi dilakukan kepada guru fisika dengan cara meninjau perangkat pembelajaran yang digunakan untuk menyampaikan materi dan mengidentifikasi instrumen yang digunakan untuk menilai hasil belajar siswa.

### 2. Desain Produk

Produk yang dikembangkan dalam penelitian, yaitu *four-tier multiple choice test* atau pilihan ganda empat tingkat. Instrumen tersebut digunakan untuk mengukur kemampuan multirepresentasi siswa pada konsep gerak harmonik sederhana. *Four-tier multiple choice test* terdiri dari 30 butir soal yang mencakup empat representasi, yakni matematis, tabel, verbal, dan gambar/grafik. Contoh soal format *four-tier multiple choice test* dapat dilihat pada Appendix.

### 3. Validasi Produk

Sebelum digunakan untuk uji coba dan uji lapangan, instrumen divalidasi terlebih dahulu

oleh ahli. Validasi instrumen dilakukan oleh lima orang dosen dan tiga orang guru mata pelajaran Fisika. Validasi ahli bertujuan untuk mengukur tingkat kelayakan instrumen serta menentukan nilai validitas. Hasil validasi produk digunakan untuk mengetahui karakteristik instrumen yang dikembangkan. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa persentase rata-rata kelayakan instrumen yang divalidasi oleh delapan orang tenaga ahli yakni sebesar 86,23% dengan kategori sangat baik. Hal ini menunjukkan bahwa instrumen *four-tier test* layak digunakan untuk kegiatan evaluasi pada proses pembelajaran fisika.

Selain itu, instrumen juga dianalisis menggunakan persamaan Aiken untuk menentukan nilai validitasnya. Validasi produk dilakukan dengan cara memberikan lembar validasi kepada delapan orang tenaga ahli. Dalam lembar validasi terdapat tiga aspek penilaian, yaitu materi, konstruksi, dan bahasa. Aspek materi terdapat 4 item pernyataan, sedangkan aspek konstruksi terdapat 9 item pernyataan, dan aspek bahasa terdapat 4 item pernyataan. Hasil analisis validitas berdasarkan koefisien Aiken diketahui bahwa aspek materi menghasilkan koefisien Aiken paling rendah dibandingkan aspek konstruksi dan bahasa. Meskipun menghasilkan nilai paling rendah, aspek materi tetap termasuk dalam kriteria valid, karena  $r_{hitung}$  lebih besar dibandingkan  $r_{tabel}$ . Rata-rata nilai validitas berdasarkan koefisien Aiken mencapai 0,80 dengan kategori validitas tinggi. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa *four-tier multiple choice test* dapat digunakan dalam kegiatan evaluasi untuk mengukur kemampuan multirepresentasi siswa. Hal ini sesuai dengan fungsi uji validitas yang digunakan untuk memastikan suatu instrumen apakah relevan dengan tujuan yang diharapkan atau tidak [24].

#### 4. Uji Coba Skala Kecil

Uji coba skala kecil dilakukan pada salah satu SMA Negeri di Kabupaten Tegal dengan total responden sebanyak 36 orang siswa kelas X jurusan IPA. Tujuan dari uji coba skala kecil yaitu mengetahui manajemen waktu serta teknis yang diperlukan siswa dalam mengerjakan *four-tier multiple choice test*.

#### 5. Revisi Tahap I

Penyempurnaan produk lebih banyak dilakukan dengan pendekatan kualitatif,

sehingga perbaikan yang dilakukan lebih menitikberatkan pada proses. Dengan demikian, penyempurnaan produk lebih banyak dilakukan secara internal.

#### 6. Uji Coba Skala Luas

Uji coba skala luas dilakukan pada dua sekolah yang berbeda letak dan kualitasnya. Jumlah responden yang dilibatkan pada uji coba skala luas yaitu sebanyak 72 orang siswa kelas X jurusan IPA. Berdasarkan hasil analisis validitas diketahui bahwa terdapat 3 butir soal masuk dalam kriteria tidak valid, yakni soal pada nomor 28, 29, dan 30. Hal ini dikarenakan  $r_{hitung}$  lebih kecil dibandingkan  $r_{tabel}$ , sehingga ketiga butir soal tersebut tidak dapat digunakan pada uji lapangan.

Selanjutnya, dilakukan uji reliabilitas, daya beda, dan tingkat kesukaran soal. Hasil uji reliabilitas menunjukkan bahwa soal yang diujikan di SMAN 1 A dan SMAN 1 B reliabel untuk digunakan pada uji lapangan, karena  $r_{11}$  lebih besar dibandingkan  $r_{tabel}$ . Harga  $r_{tabel}$  untuk  $N=36$  dengan taraf signifikansi 5% adalah 0,329.

Setelah dilakukan analisis daya beda pada instrumen *four-tier test* diketahui bahwa persentase soal dengan kriteria diterima sebesar 70% dan 66,67% sedangkan soal dengan kriteria diterima dengan revisi sebesar 20% dan 23,33%. Selanjutnya, soal dengan kriteria ditolak hanya sebesar 10%. Apabila soal masuk dalam kategori ditolak, maka soal tersebut tidak dapat digunakan dalam uji lapangan karena nilai yang dihasilkan berada pada interval  $0,00 \leq DP \leq 0,20$ .

Selain itu, instrumen *four-tier test* juga dianalisis berdasarkan tingkat kesukarannya. Hasil analisis menunjukkan bahwa soal dengan kriteria sukar yakni sebesar 10%, soal dengan kriteria sedang sebesar 73,33% dan 76,67% sedangkan soal dengan kriteria mudah sebesar 16,67% dan 13,33%. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar butir soal dalam *four-tier multiple choice test* memiliki tingkat kesukaran sedang, karena nilai yang dihasilkan berada pada interval  $0,30 \leq TK < 0,70$ .

#### 7. Revisi Tahap II

Hasil uji coba skala luas digunakan untuk menentukan kualitas instrumen yang telah dikembangkan. Jika instrumen yang berada dalam kategori sangat baik, baik, dan cukup maka instrumen dapat digunakan tanpa harus

dilakukan revisi terlebih dahulu. Namun, jika instrumen berada dalam kategori kurang baik dan tidak baik maka perlu dilakukan revisi terlebih dahulu sebelum digunakan dalam uji lapangan.

#### 8. Uji Lapangan

Langkah ini merupakan uji produk yang dilakukan pada tiga sekolah di Kabupaten Tegal. Tujuan dari langkah ini, yaitu mengetahui karakteristik instrumen, kualitas instrumen, dan profil kemampuan multirepresentasi siswa.

Karakteristik suatu instrumen ditentukan dari hasil uji reliabilitas instrumen. Uji reliabilitas mampu menyatakan sejauh mana hasil suatu pengukuran dapat dipercaya [25]. Instrumen dikatakan *reliable* jika memberikan hasil yang tetap saat digunakan berkali-kali.

Hasil uji reliabilitas menunjukkan bahwa koefisien reliabilitas butir soal yang diujikan di SMAN 1 P memiliki nilai rata-rata  $r_{11}$  paling besar dibandingkan koefisien reliabilitas butir soal yang diujikan di SMAN 1 Q dan SMAN 1 R. Siswa yang dilibatkan pada masing-masing sekolah sebanyak 105 orang siswa kelas XI jurusan IPA, sehingga harga  $r_{tabel}$  untuk  $N=105$  dengan taraf signifikansi 5% adalah 0,1918. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa *four-tier multiple choice test* reliabel dengan kategori sangat tinggi karena nilai rata-rata  $r_{11} > r_{tabel}$ .

Selain itu, juga dilakukan analisis pada kualitas sekolah yang digunakan dalam uji lapangan. Hasil analisis menunjukkan bahwa sekolah yang memiliki kualitas tinggi yaitu SMAN 1 P, sedangkan sekolah yang memiliki kualitas sedang yaitu SMAN 1 R, dan sekolah yang memiliki kualitas rendah yaitu SMAN 1 Q. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa sekolah yang memiliki kualitas tinggi maka koefisien rata-rata reliabilitas yang diperoleh juga lebih besar dibandingkan sekolah yang memiliki kualitas rendah. Selisih yang dihasilkan dari koefisien rata-rata reliabilitas tergolong sangat kecil, sehingga dapat disimpulkan bahwa *four-tier multiple choice test* memiliki tingkat konsistensi jawaban yang sangat tinggi.

Selanjutnya, untuk mengetahui kualitas suatu instrumen dapat dilihat dari hasil uji tingkat kesukaran dan daya pembeda soal [23]. Uji tingkat kesukaran instrumen berfungsi untuk mengkategorikan apakah soal tergolong sukar, sedang, atau mudah. Data yang digunakan untuk melakukan analisis yakni hasil siswa mengerjakan *four-tier multiple choice test* pada uji lapangan.

Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa persentase tingkat kesukaran soal menunjukkan hasil yang sama pada masing-masing sekolah, yakni 14,81% soal dalam kriteria sukar, 66,67% soal dalam kriteria sedang, dan 18,52% soal dalam kriteria mudah. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar butir soal pada *four-tier multiple choice* memiliki tingkat kesukaran sedang, karena persentase yang dihasilkan paling tinggi dibandingkan persentase butir soal dengan kriteria sukar atau mudah. Butir soal dikatakan baik, apabila tidak terlalu sulit dan tidak terlalu mudah, sehingga soal dengan tingkat kesukaran sedang sangat diperlukan agar siswa yang kurang pandai tidak terlalu kesulitan dalam mengerjakannya.

Kualitas suatu instrumen juga ditentukan dari hasil uji daya bedanya. Uji daya beda berfungsi untuk mengetahui apakah soal dapat membedakan tingkat pemahaman konsep siswa. Butir soal dinyatakan baik, jika mampu membedakan siswa yang benar-benar menguasai konsep dengan yang tidak [26].

Hasil uji daya beda menunjukkan bahwa persentase daya beda soal dengan kriteria diterima memiliki nilai yang paling besar saat diberikan kepada siswa di SMAN 1 P, dibandingkan persentase daya pembeda soal yang diberikan kepada siswa di SMAN 1 Q dan SMAN 1 R. Kualitas suatu instrumen dilihat dari persentase butir soal yang masuk dalam kriteria diterima, semakin besar persentase butir soal dengan kriteria diterima maka semakin baik kualitas instrumen tersebut.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa sekolah yang memiliki kualitas baik akan menghasilkan persentase yang tinggi untuk butir soal dengan kriteria diterima, sedangkan sekolah yang memiliki kualitas rendah akan menghasilkan persentase yang kecil untuk butir soal dengan kriteria diterima. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa kualitas sekolah dapat berpengaruh pada kemampuan siswa dalam menguasai konsep, karena kualitas sekolah tidak hanya ditentukan dari hasil belajar siswa tetapi juga dilihat dari sarana dan prasarana yang digunakan untuk proses pembelajaran. Selain itu, kemampuan guru dalam menyampaikan materi juga dapat berpengaruh pada pemahaman konsep siswa.

Setelah siswa mengerjakan *four-tier multiple choice test* kemudian dilakukan analisis untuk mengukur kemampuan multirepresentasi siswa pada konsep gerak harmonik sederhana. Kemampuan multirepresentasi sangat penting dimiliki siswa, karena memiliki tiga fungsi utama

yaitu sebagai pelengkap informasi, pembatas kesalahan siswa dalam menginterpretasikan konsep, serta dapat membantu siswa untuk membangun pemahaman yang mendalam [27]. Kemampuan representasi siswa merupakan kemampuan untuk mengambil informasi, membuat representasi, memilih representasi yang tepat, serta membangun representasi yang dapat membantu siswa untuk memaknai simbol dan konsep yang dihubungkan dengan fenomena-fenomena fisika dalam kehidupan sehari-hari [28].

Dalam *four-tier multiple choice test* mencakup empat representasi, yakni tabel, gambar/grafik, verbal, dan matematis. Kemampuan multirepresentasi siswa diukur dengan cara memberikan soal kepada siswa dalam uji lapangan. Soal yang diberikan kepada siswa berjumlah 27 butir soal. Instrumen *four-tier* terdiri dari empat tingkat pertanyaan. Tingkat pertama berupa soal pilihan ganda dengan lima pengecoh dan satu kunci jawaban benar. Tingkat kedua merupakan tingkat keyakinan siswa menjawab pertanyaan pada tingkat pertama. Tingkat ketiga yaitu alasan siswa menjawab pertanyaan pada tingkat pertama. Tingkat keempat yaitu tingkat keyakinan siswa dalam memberikan alasan [29].

Jumlah siswa yang mengikuti tes pada tahap uji lapangan sebanyak 315 orang siswa kelas XI jurusan IPA yang telah memperoleh materi gerak harmonik sederhana. Kemampuan multirepresentasi dianalisis berdasarkan jenis representasi yang digunakan di dalam soal. Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa soal yang diberikan kepada siswa dengan representasi asal berbentuk tabel, maka sebagian besar siswa mampu mengubahnya menjadi representasi grafik. Hal ini ditunjukkan dari persentase kemampuan siswa mengubah representasi tabel menjadi grafik lebih tinggi dibandingkan kemampuan siswa mengubah representasi tabel menjadi verbal atau matematis. Persentase kemampuan siswa mengubah representasi tabel menjadi grafik yakni sebesar 52,54% sedangkan kemampuan siswa mengubah representasi tabel menjadi verbal yakni sebesar 46,19% dan kemampuan siswa mengubah representasi tabel menjadi matematis yakni sebesar 48,57%.

Selanjutnya, soal dengan representasi asal berbentuk verbal diketahui bahwa sebagian besar siswa mampu mengubahnya menjadi representasi tabel. Hal ini ditunjukkan dari persentase kemampuan siswa mengubah representasi verbal menjadi tabel lebih tinggi

dibandingkan kemampuan siswa mengubah representasi verbal menjadi gambar atau matematis. Persentase kemampuan siswa mengubah representasi verbal menjadi tabel yakni sebesar 52,85% sedangkan kemampuan siswa mengubah representasi verbal menjadi gambar yakni sebesar 51,75% dan kemampuan siswa mengubah representasi verbal menjadi matematis yakni sebesar 38,57%.

Soal dengan representasi asal berbentuk gambar diketahui bahwa sebagian besar siswa mampu mengubahnya menjadi representasi verbal. Hal ini ditunjukkan dari persentase kemampuan siswa mengubah representasi gambar menjadi verbal lebih tinggi dibandingkan kemampuan siswa mengubah representasi gambar menjadi tabel atau matematis. Persentase kemampuan siswa mengubah representasi gambar menjadi verbal yakni sebesar 53,23% sedangkan kemampuan siswa mengubah representasi gambar menjadi tabel yakni sebesar 36,82% dan kemampuan siswa mengubah representasi gambar menjadi matematis yakni sebesar 42,44%.

Selanjutnya, soal dengan representasi asal berbentuk matematis diketahui bahwa sebagian besar siswa mampu mengubahnya menjadi representasi verbal. Pernyataan ini didukung oleh persentase kemampuan siswa mengubah representasi matematis menjadi verbal lebih tinggi dibandingkan kemampuan siswa mengubah representasi matematis menjadi tabel atau gambar. Persentase kemampuan siswa mengubah representasi matematis menjadi verbal yakni sebesar 49,84% sedangkan kemampuan siswa mengubah representasi matematis menjadi tabel yakni 38,73% dan kemampuan siswa mengubah representasi matematis menjadi gambar yakni sebesar 24,76%.

Profil kemampuan multirepresentasi siswa juga ditinjau berdasarkan pemahaman konsepnya. Kemampuan multirepresentasi siswa diukur dengan menggunakan instrumen *four-tier*, sehingga diperoleh interpretasi terhadap kombinasi jawaban siswa yang digolongkan menjadi tiga kategori, yakni paham, tidak paham, dan miskonsepsi [17]. Indikator kemampuan multirepresentasi siswa terbagi menjadi 12 kriteria yang diukur.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan siswa mengubah representasi tabel ke grafik pada kategori paham yaitu sebanyak 43,97% sedangkan kemampuan mengubah representasi tabel ke verbal sebanyak 35,24% dan kemampuan mengubah representasi tabel

ke matematis sebanyak 38,73%. Hal ini dapat dikatakan bahwa apabila soal yang disajikan menggunakan representasi tabel, maka sebagian besar siswa paham dengan kategori cukup tinggi untuk mengubah representasi tabel ke grafik.

Soal yang disajikan dengan menggunakan representasi verbal, maka kemampuan siswa mengubah representasi verbal ke gambar yaitu sebanyak 40,16% sedangkan kemampuan siswa mengubah representasi verbal ke matematis sebanyak 30,63% dan kemampuan siswa mengubah representasi verbal ke tabel sebanyak 41,74%. Hal ini dapat dikatakan bahwa sebagian besar siswa paham dengan kategori cukup tinggi untuk mengubah representasi verbal ke tabel.

Namun, apabila soal yang disajikan menggunakan representasi gambar, maka kemampuan siswa mengubah representasi gambar ke tabel yaitu sebanyak 31,64% sedangkan kemampuan siswa mengubah representasi gambar ke matematis sebanyak 33,12% dan kemampuan siswa mengubah representasi gambar ke verbal sebanyak 42,33%. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa sebagian besar siswa paham dengan kategori cukup tinggi untuk mengubah representasi gambar ke verbal. Hal ini sesuai dengan hasil wawancara kepada guru fisika, yang menyebutkan bahwa dalam proses pembelajaran fisika terutama materi gerak harmonik sederhana guru lebih banyak menampilkan fenomena-fenomena yang terdapat pada kehidupan sehari-hari dalam bentuk gambar atau animasi, selain itu guru juga menuntut siswa mampu menjelaskan makna dari gambar yang ditampilkan secara verbal.

Selanjutnya, untuk soal yang disajikan menggunakan representasi matematis, diketahui bahwa kemampuan siswa mengubah representasi matematis ke verbal yaitu sebanyak 37,14% sedangkan kemampuan siswa mengubah representasi matematis ke tabel sebanyak 35,08% dan kemampuan siswa mengubah representasi matematis ke gambar sebanyak 21,27%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar siswa mengalami kesulitan saat menyelesaikan soal yang disajikan dalam representasi matematis, karena persentase yang dihasilkan masuk dalam kategori rendah. Hal ini sesuai dengan hasil wawancara yang dilakukan kepada guru fisika, yang menyebutkan bahwa sebagian besar siswa mengalami kesulitan saat menyelesaikan soal yang menggunakan persamaan matematis karena hampir semua siswa tidak mampu

menghafalkan rumus serta tidak dapat memahami makna fisisnya.

#### 9. Revisi Tahap Akhir

Hasil analisis pada uji lapangan dijadikan sebagai pedoman untuk melakukan revisi tahap akhir. Langkah ini merupakan penyempurnaan produk yang telah diperoleh efektivitasnya serta dapat dipertanggungjawabkan.

#### 10. Diseminasi

Diseminasi hasil penelitian dilakukan dengan cara melakukan publikasi pada seminar internasional, seminar nasional, dan penulisan artikel dalam jurnal ilmiah.

### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

*Four-tier multiple choice test* merupakan salah satu alat evaluasi yang dapat digunakan untuk mengukur kemampuan multirepresentasi siswa pada materi gerak harmonik sederhana. Dalam *four-tier test* terdiri dari 27 butir soal yang mencakup empat representasi, yakni matematis, tabel, verbal, dan gambar/grafik. Hasil rata-rata validitas oleh ahli sebesar 86,21% dengan kategori sangat baik. Tingkat kesukaran soal menunjukkan bahwa 14,81% soal sukar; 66,67% soal sedang; dan 18,52% soal mudah. Profil multirepresentasi siswa ditentukan dari kemampuan siswa memvisualisasikan masalah ke dalam format lain. Apabila soal menggunakan representasi tabel, maka sebagian besar siswa mampu mengubahnya ke grafik yaitu 52,44% sedangkan soal dengan representasi verbal diketahui bahwa sebagian besar siswa mampu mengubahnya ke tabel yaitu 52,85%. Namun, untuk soal dengan representasi gambar maka sebagian besar siswa mampu mengubahnya ke verbal yaitu 53,23% dan soal dengan representasi matematis maka sebagian besar siswa mampu mengubahnya ke verbal yaitu 49,84%.

#### B. Saran

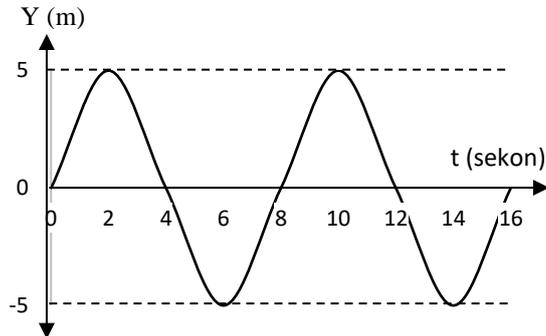
Adapun saran untuk penelitian selanjutnya yaitu perlu mengadakan remediasi untuk beberapa konsep gerak harmonik sederhana yang belum dipahami siswa serta mampu menimbulkan miskonsepsi. Selain itu, instrumen *four-tier test* perlu dikembangkan lebih lanjut untuk mengukur kemampuan multirepresentasi siswa selain konsep gerak harmonik sederhana.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Depdiknas, *Model pembelajaran terpadu IPA SMP/Mts*, Jakarta. Pusat Kurikulum Balitbang Diknas, 2006.
- [2] I. Kaniawati, "Pengaruh simulasi komputer terhadap peningkatan penguasaan konsep impuls-momentum siswa SMA", *Jurnal Pembelajaran Sains*, vol.1, no. 1, pp. 24-26, 2017.
- [3] B. Waldrip, V. Prain, & J. Carolan, "Using multi-modal representations to improve learning in junior secondary science", *Res. Science Education*, vol. 40, pp. 65-80, 2010.
- [4] S. Ainsworth, "Deft: a conceptual framework for considering learning with multiple representations, learning, and instruction", *Journal Learning and Instruction*, vol. 16, no. 3, pp. 183-198, 2006.
- [5] Suwanto, *Pembangan bahan ajar tematik (tinjauan teoritis dan praktis)*, Jakarta. Kencana, 2014.
- [6] L. Ulfarina, "Penggunaan multi representasi pada pembelajaran konsep gerak untuk meningkatkan pemahaman konsep dan memperkecil kuantitas miskonsepsi siswa SMP", Bandung. Pascasarjana UPI, 2011.
- [7] A. Doyan, M. Taufik, & R. Anjani, "Pengaruh pendekatan multirepresentasi terhadap hasil belajar ditinjau dari motivasi belajar peserta didik", *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, vol. 4, no. 1, pp. 35-45, 2018.
- [8] A.J. Dahlan & D. Juandi, "Analisis representasi matematik siswa sekolah dasar dalam penyelesaian masalah matematika kontekstual," *Jurnal Pengajaran MIPA*, vol. 16, no. 1, pp. 128-138, 2011.
- [9] S. Syahril, M. Sahal, & F. Fakhrudin, "Efektivitas pembelajaran fisika berbasis lesson study dengan multirepresentasi untuk melatih keterampilan proses mahasiswa pada mata kuliah fisika dasar I", *Jurnal Geliga Sains*, vol. 5, no. 1, pp. 54-64, 2017.
- [10] P.N. Malasari, H. Nindiasari, & Jaenudin, "A development of mathematical connecting ability of students in junior high school through a problem-based learning with course review horay method", IOP Conf. Series: *Journal of Physics: Conf. Series* 812 (2017) 012025, 2017.
- [11] Hasbullah & L. Nazriana, "Peningkatan kemampuan interpretasi grafik melalui pendekatan multi representasi pada materi gerak lurus," Aceh. Universitas Serambi Mekkah, 2017.
- [12] I.K. Mahardika, "Penerapan model pembelajaran interaktif berbasis konsep untuk meningkatkan kemampuan representasi verbal, matematik, dan gambar fisika siswa kelas VIII-A MTs N 1 Jember tahun pelajaran 2012/2013", *Jurnal Pendidikan Fisika*, vol. 2, no. 3, pp. 272-277, 2013.
- [13] E. Marthinu & Nadiroh, "Pengaruh experiential learning dan pengetahuan pembangunan berkelanjutan terhadap berpikir analitik masalah lingkungan", *Pendidikan Lingkungan dan Pembangunan Berkelanjutan*, vol. 18, no. 2, pp. 38-52, 2017.
- [14] NCTM, *Principles and standards for school mathematics*, USA. Association Drive, 2000.
- [15] A. Suhandi & F.C. Wibowo, "Pendekatan multirepresentasi dalam pembelajaran usaha-energi dan dampak terhadap pemahaman konsep mahasiswa", *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, vol. 8, no. 1, pp. 1-7, 2012.
- [16] Zaleha, A. Samsudin, & M.G. Nugraha, "Pengembangan instrumen tes diagnostik VCCI bentuk four-tier test pada konsep getaran", *Jurnal Pendidikan Fisika dan Keilmuan*, vol. 3, no. 1, pp. 36-42, 2017.
- [17] Q. Fariyani, A. Rusilowati, & Sugianto, "Pengembangan four-tier diagnostic test untuk mengungkap miskonsepsi fisika siswa SMA kelas X", *Journal of Innovative Science Education*, vol. 4, no. 2, pp. 152-162, 2016.
- [18] I.S. Caleon & R. Subramaniam, "Do students know what they know and what they don't know? using a four-tier diagnostic test to assess the nature of students' alternative conceptions", *Research in Science Education*, vol. 40, no. 3, pp. 313-337, 2010.
- [19] A. Rusilowati, "Pengembangan tes diagnostik sebagai alat evaluasi kesulitan belajar fisika", Semarang. FMIPA UNNES, 2015.
- [20] G. Liu & N. Fang, "Student misconceptions about force and acceleration in physics and engineering mechanics education", *International Journal of Engineering Education*, vol. 32, no. 1, pp. 19-29, 2016.
- [21] D.N. Kowsalya, H.V. Lakshmi, & K.P. Suresh, "Development and validation of a scale to assess emotional maturity in mild intellectually disabled children. *Language in India*, 12 (6). Landis, J. R., Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data," *Biometrics*, vol. 33, pp. 159-174, 2012.
- [22] S. Azwar, *Reliabilitas dan validitas*, Yogyakarta. Pustaka Belajar, 2011.
- [23] A. Rusilowati, *Pengembangan instrumen penilaian*, Semarang. Unnes, 2014.
- [24] Hendryadi, "Validitas isi: tahap awal pengembangan kuesioner", *Jurnal Riset Manajemen dan Bisnis FE-UNIAT*, vol. 2, no. 2, pp. 169-178, 2017.
- [25] Z. Matondang, "Validitas dan reliabilitas suatu instrumen penelitian", *Jurnal Tabularasa PPS UNIMED*, vol. 6, no. 1, pp. 87-97, 2009.
- [26] D. Nugraeni, Jamzuri, & Sarwanto, "Penyusunan tes diagnostik fisika materi listrik dinamis", *Jurnal Pendidikan Fisika*, vol. 1, no. 2, pp. 12-16, 2013.
- [27] S. Ainsworth, "The functions of multiple representations", *Journal Computers and Education*, vol. 33, no. 1, pp. 131-152, 1999.
- [28] A. Purwanti, Sutopo, & H. Wisodo, "Penguasaan konsep dan kemampuan representasi materi gerak lurus siswa SMA kelas XII," Malang. Pascasarjana UM, 2016.
- [29] N.J. Fratiwi, I. Kaniawati, E. Suhendi, I. Suyana, & A. Samsudin, "The transformation of two-tier test into four-tier test on Newton's laws concepts", *AIP Conference Proceeding*, pp. 1-5, 2017.

APPENDIX

Perhatikan gambar di bawah ini!



Sebuah benda yang bergetar secara harmonik menghasilkan gelombang seperti gambar di bawah, maka besarnya simpangan pada saat  $t = 11$  sekon adalah ....

- A.  $5\sqrt{2}$  meter
- B.  $5/2\sqrt{2}$  meter
- C.  $2\sqrt{2}$  meter
- D.  $\sqrt{2}$  meter
- E.  $1/2\sqrt{2}$  meter

Tingkat keyakinan terhadap pilihan jawaban

- 1. Yakin
- 2. Tidak Yakin

Alasan terhadap pilihan jawaban

- A. Simpangan  $Y$  berbanding lurus dengan amplitudo  $A$  dan waktu  $t$  serta berbanding terbalik dengan sinus ( $Y = \frac{At}{\sin \omega}$ ).
- B. Simpangan  $Y$  berbanding lurus dengan sinus  $\omega$  serta berbanding terbalik dengan amplitudo  $A$  dan waktu  $t$  ( $Y = \frac{\sin \omega}{At}$ ).
- C. Simpangan  $Y$  berbanding lurus dengan amplitudo  $A$ , sinus  $\omega$ , dan waktu getar benda  $t$  ( $Y = A \sin \omega t$ ).
- D. Simpangan  $Y$  berbanding lurus dengan amplitudo  $A$  dan berbanding terbalik dengan sinus  $\omega$  dan waktu  $t$  ( $Y = \frac{A}{\sin \omega t}$ ).
- E. Simpangan  $Y$  berbanding lurus dengan sinus  $\omega$  dan waktu  $t$  serta berbanding terbalik dengan amplitudo  $A$  ( $Y = \frac{\sin \omega t}{A}$ ).

Tingkat keyakinan terhadap pilihan alasan:

- 1. Yakin
- 2. Tidak Yakin