

Identifikasi miskonsepsi teori kinetik gas pada siswa Kelas XI MA Nurul Ummah Yogyakarta

Wildan Navisa Barra

Pendidikan Fisika, Program Pascasarjana, Universitas Negeri Yogyakarta
Jl. Colombo No. 1, Caturtunggal, Depok, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281

E-mail: wildanbarra@gmail.com

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengungkap miskonsepsi siswa pada topik teori kinetik gas. Rancangan penelitian adalah penelitian survei yang melibatkan 14 siswa kelas XI-IPA MA Nurul Ummah Yogyakarta tahun akademik 2014/2015 dengan menggunakan instrumen berupa soal pilihan ganda beralasan terbuka yang berjumlah 21 butir. Pengumpulan data menggunakan metode kuesioner dan dianalisis menggunakan teknik analisis deskriptif kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa miskonsepsi terbanyak dialami 28,57% siswa dengan bentuk miskonsepsi, yaitu partikel gas ideal selalu bergerak secara teratur dengan kecepatan tetap setiap saat. Selanjutnya diikuti oleh miskonsepsi-miskonsepsi seperti tekanan partikel gas hanya bergantung pada temperatur gas (14,29%); karakteristik partikel gas tidak ideal adalah sukar bergerak bebas (14,29%) atau partikel gas yang selalu diam (14,29%); kesamaan jumlah molekul setiap jenis zat gas karena besar massa, temperatur dan tekanan gas yang sama (14,29%) dan kesamaan besar massa setiap jenis gas di setiap molnya karena kesamaan dari tekanan dan temperature gas (14,29%). Miskonsepsi siswa dipengaruhi oleh pengetahuan siswa yang kurang lengkap karena kegagalan dalam mengaktivasi satu atau beberapa pengetahuan dan penalaran yang salah.

1. Pendahuluan

Salah satu bentuk kontribusi lembaga pendidikan kepada masyarakat adalah menyelenggarakan pendidikan sains dalam rangka menciptakan sumber daya manusia yang handal dalam bidang sains sehingga diharapkan kelangsungan hidup manusia dapat terjamin [1]. Salah satu cabang ilmu sains adalah fisika. Fisika melatih masyarakat agar mampu menemukan prinsip sains melalui korelasi antar fenomena alam fisis sehingga untuk memahaminya, tidak cukup hanya sekedar dibaca, tetapi harus dipahami, dihafal dan dipraktikkan dalam kehidupan sehari-hari [2-3]. Tujuan pembelajaran fisika, khususnya di tingkat pendidikan menengah antara lain memahamkan siswa akan fakta dan konsep keterpaduan, melatih kemampuan analisis dan pemecahan masalah supaya mampu mendeskripsikan

gejala-gejala alam fisis dan mencari solusi permasalahan fisika secara kualitatif maupun kuantitatif [4-6].

Umumnya, siswa tidak masuk ke ruang kelas dengan kondisi kepala yang kosong, tetapi mereka sudah membawa sejumlah konsep fisika tertentu dari pengalamannya (prakonsepsi) [7]. Tetapi, prakonsepsi yang mereka bawa terkadang tidak ilmiah sehingga menjadi penghambat bagi siswa dalam proses penerimaan pengetahuan baru [8-10]. Konsepsi fisika siswa yang tidak ilmiah atau memiliki pertentangan dengan konsep yang disepakati para ahli disebut sebagai miskonsepsi [6,10-15]. Senada dengan pendapat tersebut, miskonsepsi dianggap sebagai representasi yang salah terhadap suatu konsep [16,17]. Miskonsepsi adalah skema pemikiran atau gagasan spontan seseorang yang tidak memiliki kekonsistenan dengan pengetahuan ilmiah [9]. Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa miskonsepsi adalah representasi dari suatu ide atau gagasan yang bertentangan dengan konsep yang disepakati ahli atau tidak santifik.

Miskonsepsi fisika pernah ditemukan pada topik: (a) astronomi, contohnya matahari mengelilingi bumi [10,14]; (b) kelistrikan, contohnya elektron bergerak dari kutub negatif ke positif saat medan listrik non-aktif [17]; (c) momentum, contohnya besar kecilnya momentum suatu partikel tidak bergantung pada massa partikel [18]; (d) mekanika, yaitu bola yang berat jatuh lebih cepat dan menyentuh tanah lebih dulu daripada bola yang ringan [9]; (e) gerak, contohnya gaya mesin roket yang menyebabkan kecepatan roket meningkat untuk sementara, namun lama kelamaan akan mencapai kecepatan terminal, kemudian kecepatannya akan konstan [19].

Kontras dengan topik astronomi, mekanika dan kelistrikan, topik fisika yang jarang diangkat dalam penelitian miskonsepsi adalah teori gas. Barangkali belum banyak yang menyadari bahwa kokohnya proses kognitif siswa tentang teori kinetik gas diperlukan untuk menguasai topik fisika lanjut seperti termodinamika. Teori kinetik gas adalah salah satu topik fisika yang mempelajari tentang gas dalam skala makroskopik ditinjau dari sifat-sifat mikroskopik gas seperti perilaku dari partikel-partikel gas itu sendiri [2,19].

Studi pendahuluan yang dilakukan terhadap siswa-siswi MA Nurul Ummah, Kotagede, Yogyakarta melalui kuesioner memberikan informasi bahwa mereka sukar menguasai konsep teori kinetik gas karena gas bersifat abstrak sehingga menjadi penghalang bagi siswa untuk memperdalam konsep fisis. Penyebab lainnya adalah prakonsepsi siswa yang tidak utuh dan banyaknya penggunaan persamaan matematis. Jika hal ini dibiarkan berlanjut, maka dapat mengakibatkan terjadinya miskonsepsi. Siswa yang mengalami miskonsepsi tentang teori kinetik gas, dipastikan akan mengalami kesulitan dalam memahami konsep termodinamika. Oleh karena itu, miskonsepsi harus dideteksi sedini mungkin.

Pertanyaan penelitian dalam artikel ini adalah apakah siswa mengalami miskonsepsi mengenai teori kinetik gas? Untuk menjawab pertanyaan tersebut, beberapa instrumen yang dapat digunakan dalam menjangkau miskonsepsi siswa adalah soal pilihan ganda, peta konsep, soal uraian, soal pilihan ganda dengan alasan yang sudah ditentukan dan soal pilihan ganda beralasan terbuka. Soal pilihan ganda tidak dipilih karena dinilai belum mampu memberikan ruang bagi siswa untuk mengungkapkan gagasan atau ide sebebas-bebasnya [8]. Peta konsep juga tidak dipilih karena tidak semua siswa mampu mengungkapkan hubungan antar konsep dalam bentuk peta konsep [20]. Begitupula dengan soal uraian dan soal pilihan ganda dengan alasan sudah ditentukan. Umumnya, soal uraian cenderung membuat para siswa resisten untuk menuliskan jawaban dan alasan yang jelas sehingga membuat tingkat responnya relatif kecil [21]. Soal pilihan ganda dengan alasan yang ditentukan memiliki keterbatasan, yaitu membatasi siswa dalam mengungkapkan alasan diluar pilihan alasan yang telah disediakan dan alasan mereka dapat bersifat spekulatif atau untung-untungan [22]. Kontras dengan keempat instrumen lainnya, soal pilihan ganda beralasan terbuka dipilih karena dapat meminimalisir jawaban tebakan siswa, misalnya jika siswa menjawab benar namun tidak memberikan alasan, maka dapat dipastikan bahwa dia hanya menebak.

Soal pilihan ganda beralasan terbuka tergolong *two-tier item* yang disusun melalui dua tahapan. Tahap pertama menyusun pokok soal dan pilihan jawab. Sedangkan tahap kedua, memberikan suatu pernyataan suruhan yang mengendaki alasan atau gagasan dari siswa secara terbuka (*open-ended*) ketika memilih jawaban dari pokok soal [23]. Jawaban siswa terhadap soal pilihan ganda beralasan terbuka akan terbagi menjadi empat kelompok (jawaban yang benar dengan alasan yang ilmiah, jawaban yang benar dengan alasan tidak ilmiah atau tanpa alasan, jawaban yang salah karena alasan yang tidak ilmiah, dan *non-response*). Oleh karena itu, artikel ini dimaksudkan untuk mengungkap miskonsepsi siswa pada topik teori kinetik gas.

2. Metode Penelitian

Jenis penelitian adalah penelitian survei. Penelitian survei adalah penelitian yang dimaksudkan untuk mengidentifikasi suatu kondisi tertentu yang terdiri dari tiga langkah utama: (a) menentukan tujuan survei berdasarkan studi pendahuluan; (b) memilih subjek penelitian; (c) mengumpulkan data dengan metode kuesioner [24]. Subjek penelitian adalah seluruh siswa kelas XI IPA Madrasah Aliyah (MA) Nurul Ummah, Kotagede, Yogyakarta yang berjumlah 14 orang. Penelitian dilaksanakan pada semester genap tahun akademik 2014/2015. Pengumpulan data menggunakan metode nontes karena bersifat menghimpun informasi [25]. Metode nontes yang dipilih adalah kuesioner. Metode kuesioner dilakukan dengan cara memberikan seperangkat daftar pertanyaan kepada responden untuk menghimpun informasi [26].

Instrumen yang digunakan untuk menjangring miskonsepsi siswa adalah soal pilihan beralasan terbuka yang memuat konten materi: (a) konsep mol; (b) hukum Boyle dan Gay-Lussac; (c) persamaan keadaan gas, (d) karakteristik partikel gas ideal dan tidak ideal; (e) kelajuan, derajat kebebasan dan energi kinetik rata-rata dari partikel gas. Contoh soal pilihan ganda beralasan terbuka dapat dilihat pada Gambar 1. Soal dapat digunakan setelah dinyatakan lolos pengujian validitas isi. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kelayakan isi butir soal terhadap interpretasi data di lapangan berdasarkan analisis rasional dari para ahli [26,27]. Validitas isi soal ditentukan oleh tiga orang ahli bidang fisika. Hasil pengujian validitas isi menggunakan formulasi Aiken's-V menunjukkan bahwa 21 butir soal mempunyai nilai koefisien 0,67-1,00 sehingga dapat dikatakan memiliki validitas isi yang baik dan layak secara konten untuk menjangring miskonsepsi siswa.

Soal No. 1

Dua buah tabung gas masing-masing berisi zat gas yang berbeda jenis, yaitu gas A dan gas B. Apabila kedua zat gas mempunyai tekanan dan temperatur gas yang sama. Pernyataan berikut ini yang benar adalah....

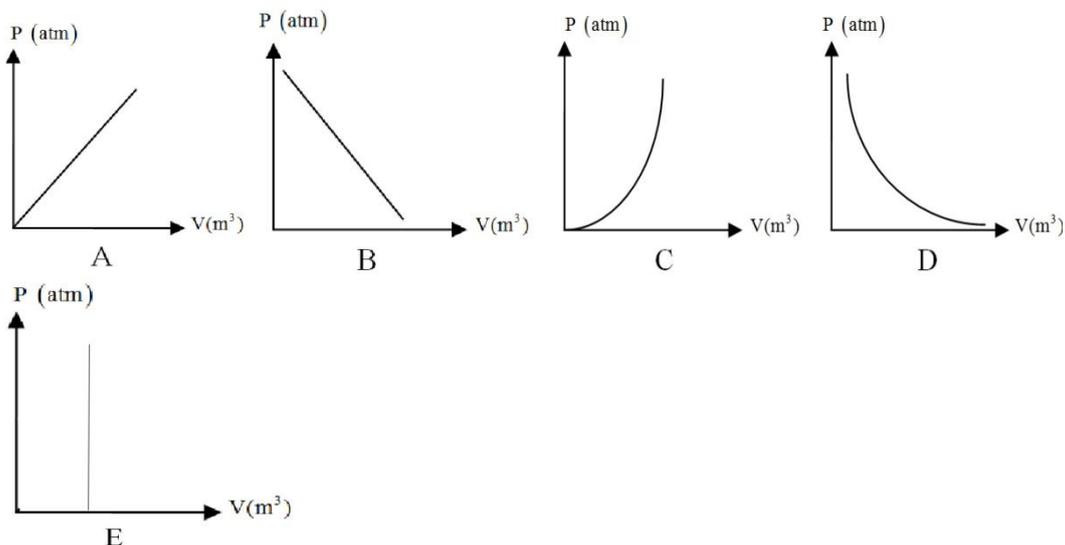
- A. Jumlah molekul dalam 1 mol gas A dengan 1 mol gas B adalah sama.
- B. Jumlah molekul dalam 1 kilogram gas A dengan 1 kilogram gas B adalah sama.
- C. Besar massa yang dimiliki oleh 1m^3 gas A dengan 1m^3 gas B adalah sama.
- D. Besar massa yang dimiliki oleh 1 mol gas A dengan 1 mol gas B adalah sama.
- E. Jumlah molekul dalam 1m^3 gas A dengan 1m^3 gas B pasti selalu sama.

Berikan alasan Anda memilih jawaban tersebut!

.....

Soal No. 6

Grafik yang menyatakan hubungan variabel tekanan dan volume gas ideal selama proses *isothermal* adalah....



Berikan alasan Anda memilih jawaban tersebut!

Soal No. 12

Pernyataan berikut ini yang sesuai dengan ciri gas ideal adalah....

- A. Partikel gas bergerak bebas dan teratur.
- B. Gaya tarik-menarik antar partikel gas sangat kuat.
- C. Gaya tarik-menarik antar partikel gas dianggap bernilai nol.
- D. Gaya tolak-menolak antar partikel gas tidak dapat diabaikan.
- E. Partikel-partikel gas kadang diam dan kadang bergerak.

Berikan alasan Anda memilih jawaban tersebut!

Gambar 1. Contoh soal pilihan ganda beralasan terbuka tentang: konsep mol (No.1), hukum Boyle (No. 6) dan ciri partikel gas ideal (No. 12).

Data yang diperoleh dari soal pilihan ganda beralasan terbuka diolah dengan menggunakan analisis isi, melalui 2 tahap, yaitu: (a) penentuan status konsepsi siswa pada setiap subtopik teori kinetik gas (miskonsepsi atau tidak) dan (b) perhitungan persentase siswa dengan miskonsepsi. Miskonsepsi ditentukan dengan cara mengorganisir jawaban beserta alasan siswa menggunakan kategori pemahaman guna menjaring miskonsepsi dan mengkuantifikasi data miskonsepsi siswa yang sudah terjaring dalam bentuk persentase. Ketentuan akan kategori pemahaman siswa dapat dilihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Kategori pemahaman siswa yang diadaptasi dari Zainuddin dan Harizal (2012) [12].

Ketepatan jawaban	Ketentuan alasan (penjelasan) siswa	Justifikasi
a) Benar	a) Lengkap dan sesuai konsep ilmiah.	a) <i>Scientific Understanding</i>
b) Benar	b) Kurang lengkap dan sesuai konsep ilmiah.	b) <i>Partial Understanding</i>
c) Salah	c) Kurang lengkap dan sesuai konsep ilmiah, tetapi disertai kesalahan menulis rumus atau kesalahan dalam perhitungan.	c) <i>Partial Understanding</i>
d) Benar	d) Kurang lengkap dan sesuai konsep ilmiah, tetapi disertai dengan penjelasan yang tidak ilmiah.	d) <i>Partial Understanding with misconception</i>
e) Salah	e) Kurang lengkap, tetapi sebagian alasan benar secara ilmiah dan sebagian alasan yang lain tidak ilmiah.	e) <i>Partial Understanding with misconception</i>
f) Benar	f) Tidak sesuai dengan konsep ilmiah.	f) <i>Misconception</i>
g) Salah	g) Tidak sesuai dengan konsep ilmiah.	g) <i>Misconception</i>
h) Benar	h) Tidak diisi.	h) <i>No Understanding</i>
i) Salah	i) Tidak diisi.	i) <i>No Understanding</i>
j) Tidak diisi	j) Tidak diisi.	j) <i>Non Response</i>

Miskonsepsi yang akan diidentifikasi minimal dialami oleh 10% siswa karena nilai 10% adalah nilai minimum tertinggi yang dianggap mampu mengungkap satu miskonsepsi yang valid [28].

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Penelitian

Berdasarkan analisis terhadap jawaban beserta alasan 14 siswa kelas XI IPA Madrasah Aliyah (MA) Nurul Ummah, Yogyakarta tahun akademik 2014/2015 dalam menjawab soal, teridentifikasi 6 miskonsepsi fisika pada topik teori kinetik gas dengan persentase siswa lebih dari 10%. Bentuk-bentuk miskonsepsi siswa ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Miskonsepsi siswa dalam memahami konsep teori kinetik gas

Subkonsep	Nomor Soal	Miskonsepsi (Pilihan Jawab Siswa)	Frekuensi (Persentase)
Konsep mol	1	1. Jumlah molekul setiap jenis gas adalah sama, jika massa, temperatur dan tekanan dari masing-masing gas juga sama (B).	2 (14,29)
		2. Besar massa 1 mol setiap jenis gas adalah sama, jika temperatur dan tekanan gas juga sama (D).	2 (14,29)
Ciri partikel gas tidak ideal	11	3. Karakteristik partikel gas tidak ideal adalah sukar untuk bergerak bebas (D).	2 (14,29)
		4. Partikel gas tidak ideal adalah partikel gas yang selalu diam (E).	2 (14,29)

Identifikasi miskonsepsi teori kinetik gas pada siswa Kelas XI MA Nurul Ummah Yogyakarta

Karakteristik partikel gas ideal	12	5. Partikel gas ideal selalu bergerak teratur dengan kecepatan tetap (A).	4 (28,57)
Energi kinetik translasi partikel gas	19	6. Pada temperatur yang sama, setiap jenis gas memiliki besar tekanan partikel gas yang sama pula (E).	2 (14,29)

Berdasarkan informasi dalam Tabel 2, diketahui miskonsepsi terbanyak adalah pemahaman siswa mengenai ciri partikel gas ideal yaitu bergerak secara teratur dengan kecepatan tetap setiap saat (28% siswa).

3.2. Pembahasan

Analisis miskonsepsi menunjukkan bahwa siswa belum mampu mengaktivasi pengetahuan mereka terhadap konsep teori kinetik gas secara ilmiah dan komprehensif. Berikut dipaparkan lebih lanjut mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya miskonsepsi siswa dalam beberapa kategori.

3.2.1. Pengetahuan yang tidak lengkap

Pengetahuan yang tidak lengkap disebabkan oleh kegagalan siswa dalam mengaktivasi satu atau beberapa pengetahuan yang mengakibatkan ketidakmampuan siswa dalam mengaktivasi pengetahuannya secara holistik. Kurang lengkapnya pengetahuan siswa disinyalir menjadi faktor terkonstruknya miskonsepsi [10,14]. Hal ini ditunjukkan dengan adanya sebagian siswa yang berpikir bahwa dengan kondisi tekanan gas dan temperatur yang sama, dua jenis gas dalam sistem tertutup: (i) memiliki jumlah molekul gas yang sama, dengan syarat besar massa masing-masing gas juga sama; (ii) memiliki besar massa yang sama dalam setiap mol gas. Dengan kata lain, mereka gagal mengaktivasi pengetahuan mereka bahwa setiap jenis partikel penyusun molekul-molekul gas memiliki besar massa yang berbeda-beda.) Dengan kondisi tekanan gas dan temperature yang sama, setiap jenis zat gas hanya akan memiliki kesamaan pada jumlah molekul gas dalam 1 molnya, yaitu $6,022 \times 10^{23}$ molekul gas/mol [29-31]. Jadi, dapat disimpulkan bahwa pengetahuan siswa yang kurang lengkap mengenai konsep mol dan bilangan Avogadro disinyalir menjadi penyebab miskonsepsi.

Pengetahuan yang tidak lengkap juga menjadi penyebab siswa kelas XI MA Nurul Ummah tahun akademik 2014/2015 mengalami miskonsepsi pada subkonsep energi kinetik translasi partikel gas. Siswa memahami bahwa pada temperatur yang sama, maka setiap jenis gas memiliki besar tekanan partikel yang sama pula. Siswa gagal mengaktivasi pengetahuan tentang pengaruh massa jenis gas terhadap tekanan partikel gas. Setiap jenis gas memiliki perbedaan massa partikel penyusunnya. Dalam kondisi temperatur yang sama, partikel gas yang ringan akan mempunyai nilai kecepatan rata-rata yang lebih besar daripada partikel gas dengan massa yang lebih besar [32]. Oleh karena itu, perbedaan massa partikel gas berpengaruh terhadap perbedaan besar kecepatan, momentum, gaya rata-rata, dan tekanan dari partikel gas sekalipun temperatur gas dikondisikan sama.

3.2.2. Penalaran yang tidak tepat

Penalaran yang tidak tepat mempengaruhi terjadinya miskonsepsi siswa dalam fisika [8]. Sebagai contoh, sebagian siswa yang menjadi subjek penelitian berpikir bahwa partikel gas ideal adalah partikel gas yang mencerminkan sifat-sifat dari gas, yaitu: bergerak bebas dengan kecepatan tetap atau teratur (14,29% siswa). Sedangkan, ciri partikel gas tidak ideal adalah partikel zat gas yang sukar bergerak bebas (14,29% siswa) atau selalu diam (14,29% siswa). Tentunya, ciri partikel gas

baik yang ideal dan tidak ideal memiliki kesamaan karakteristik, yaitu keduanya sama-sama bergerak secara bebas dengan kecepatan yang berbeda-beda di setiap saat. Apabila partikel gas menumbuk dinding ruang, maka kecepatan dan arah vektornya akan berubah. Sementara, ciri khusus partikel gas tidak ideal adalah ketika gas dimampatkan pada temperatur di bawah temperatur kritis, maka akan terjadi gaya tarik-menarik antar partikel gas tidak ideal (sejati) akan sangat kuat sehingga membuat partikel-partikel gas menjadi lebih dekat satu dengan lain dan pada akhirnya dapat menyebabkan pencairan [32]. Disisi lain, siswa masih belum mengetahui bahwa gas tidak ideal adalah gas sejati. Ini juga menjadi faktor terbentuknya miskonsepsi.

4. Kesimpulan

Miskonsepsi terbanyak dimiliki oleh 28,57% siswa kelas XI MA Nurul Ummah tahun akademik 2014/2015 dengan bentuk miskonsepsi, yaitu partikel gas ideal selalu bergerak secara teratur dengan kecepatan tetap setiap saat. Selanjutnya diikuti oleh miskonsepsi-miskonsepsi seperti tekanan partikel gas hanya bergantung pada temperatur gas (14,29%); karakteristik partikel gas tidak ideal adalah sukar bergerak bebas (14,29%) atau partikel yang selalu diam (14,29%); kesamaan jumlah molekul setiap jenis zat gas karena besar massa, temperatur dan tekanan gas yang sama (14,29%) dan kesamaan besar massa setiap jenis gas di setiap molnya karena kesamaan dari tekanan dan temperature gas (14,29%). Miskonsepsi siswa dipengaruhi oleh pengetahuan siswa yang kurang lengkap karena kegagalan dalam mengaktivasi satu atau beberapa pengetahuan dan penalaran yang salah.

Miskonsepsi siswa dapat diminimalisir dengan melakukan tindakan preventif yaitu memberikan penekanan-penekanan khusus terutama yang berkaitan dengan subkonsep yang ditemukan miskonsepsi dikalangan siswa. Pendidik juga perlu menerapkan pembelajaran yang bermakna (*meaningful learning*) dengan cara mengkorelasikan berbagai konsep fisis serta menggunakan contoh aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari yang dapat dilakukan dengan memberikan kegiatan praktikum atau memberikan visualisasi berupa video, animasi atau gambar sehingga ilmu fisika tidak terkesan abstrak.

5. Daftar Pustaka

- [1] Adodo S O 2013 Effects of Two-Tier Multiple Choice Diagnostic Assessment Items on Students' Learning Outcome in Basic Science Technology (BST) *Academic Journal of Interdisciplinary Studies* **2** 201
- [2] Young H D dan Freedman R A 2002 *Fisika Universitas Edisi Kesepuluh Jilid I* (Jakarta: Erlangga)
- [3] Arida P dan Wasis 2013 Pembelajaran dengan Praktikum Sederhana untuk Mereduksi Miskonsepsi Siswa pada Materi Fluida Statis di Kelas XI SMA Negeri 2 Tuban *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika* **2** 117
- [4] Okimustava, Ishafit, Suwondo, N, Resmiyanto, R 2014 Pengembangan Kuliah Eksperimen Fisika dengan Teknologi Multimedia. *Jurnal Riset dan Kajian Pendidikan Fisika* **1** 1
- [5] Anonim 2006 *Standar Isi untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah: Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar SMA/MA* (Jakarta: Badan Standar Nasional Pendidikan)
- [6] Sutopo 2016 Pemahaman Mahasiswa tentang Konsep-Konsep Dasar Gelombang Mekanik *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia* **12** 41
- [7] Gonen S and Kocakaya S 2010 A Physics Lesson Designed According to 7E Model with the Help of Instructional Technology (Lesson Plan) *Turkish Online Journal of Distance Education* **11** 98

- [8] Suparno P 2013 *Miskonsepsi dan Perubahan Konsep dalam Pendidikan Fisika* (Jakarta: Gramedia Widiasarana Indonesia)
- [9] Foisy L M B, Potvin P, Riopel M and Masson S 2015 Is inhibition involved in overcoming a common physics misconception in mechanics? *Trends in Neuroscience and Education* **4** 26
- [10] Utami, D N and Wulandari H R T 2016 The use of astronomy questions as an instrument to detect student's misconceptions regarding physics concepts at high school level by using CRI (Certainty of Response Index) as Identification Methods *Journal of Physics: Conference Series* **771** 1
- [11] Bandyopadhyay A and Kumar A 2010 Probing students' understanding of some conceptual themes in general relativity *Physical Review Special Topics - Physics Education Research* **6** 1
- [12] Zainuddin M and Harizal 2012 Analyzing of Students' Misconceptions on Acid-Base Chemistry at Senior High Schools in Medan *Journal of Education and Practice* **3** 65
- [13] Daud N S N, Karim M M A, Hassa S W N W and Rahman, N A 2015 Misconception and Difficulties in Introductory Physics Among High School and University Students: An Overview in Mechanics *Journal of Science, Mathematics and Technology* **2** 34
- [14] Kanli U 2014 A Study on Identifying the Misconceptions of Pre-service and In-service Teachers about Basic Astronomy Concepts *EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education* **10** 471
- [15] Leinonen R, Asikainen M A and Hirvonen P E 2013 Overcoming students' misconceptions concerning thermal physics with the aid of hints and peer interaction during a lecture course *Physical Review Special Topics - Physics Education Research* **2** 1
- [16] Suwanto 2013 *Pengembangan Tes Diagnostik dalam Pembelajaran* (Yogyakarta: Pustaka Pelajar)
- [17] Nelson K G, McKenna A F, Brem S K, Hilpert J, Husman J and Pettinato E 2017 Students' Misconceptions about Semiconductors and Use of Knowledge in Simulations *Journal of Engineering Education* **106** 218
- [18] Dega B G and Govender N 2016 Assessment of Students' Scientific and Alternative Conceptions of Energy and Momentum Using Concentration Analysis *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, **20** 201
- [19] Salameh H N B 2017 How persistent are the misconceptions about force and motion held by college students? *Physics Education* **52** 1
- [19] Kanginan M 2010 *Physics 2B For Senior High School Grade XI 2nd Semester* (Jakarta: Erlangga)
- [20] Zulfa I 201 *Analisi Miskonsepsi Siswa dengan Certanty of Response Index (CRI) dalam Menyelesaikan Soal Cerita Materi Persamaan Linear Dua Variabel Kelas VIII MTs Hasyim Asy'ari* Skripsi (Surabaya: UIN Sunan Ampel)
- [21] Gurel D K, Eryilmaz A, and McDermott L C 2015 A Review and Comparison of Diagnostic Instruments to Identify Students' Misconceptions in Science *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education* **11** 989
- [22] Salirawati D 2010 *Pengembangan Instrumen Pendeteksi Miskonsepsi Kesetimbangan Kimia pada Peserta Didik SMA* Disertasi (Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta)
- [23] Şahin C and Çepni S 2011 Development of a Two Tiered Test for Determining Differentiation in Conceptual Structure related to "Floating-Sinking, Buoyancy and Pressure" Concepts *Journal of Turkish Science Education* **8** 111
- [24] Darmadi H 2011 *Metode Penelitian Pendidikan* (Bandung: Alfabeta)

- [25] Firdaus H 2014 *Proses Perubahan Konsep Berdasarkan Cognitive Reconstruction of Knowledge Model pada Mata Pelajaran Fisika di Kelas XI IPA MAN 1 Garut* Skripsi (Yogyakarta: UIN Sunan Kalijaga)
- [26] Suryani dan Hendryadi 2015 *Metode Riset Kuantitatif: Teori dan Aplikasi pada Penelitian Bidang Manajemen dan Ekonomi Islam* (Jakarta: Prenada Media Group)
- [27] Azwar S 2012 *Reliabilitas dan Validitas Edisi 4* (Yogyakarta: Pustaka Pelajar)
- [28] Treagust D F, Chandrasegaran A L, Crowley J, Yung B H W., Cheong I P A and Othman J 2010 Evaluating Students' Understanding of Kinetic Particle Theory Concepts Relating to The States of Matter, Changes of State and Diffusion: A Cross-National Study *International Journal of Science and Mathematics Education* **8** 141
- [29] Giancoli D C 2001 *Fisika Jilid 1 Edisi Kelima* (Jakarta: Erlangga)
- [30] Chang R 2005 *Kimia Dasar: Konsep-konsep Inti Jilid 1/Edisi Ketiga* (Jakarta: Erlangga)
- [31] Levine I R 2002 *Physical Chemistry Fifth Edition* (New York: Mc Graw Hill)
- [32] Atkins P W 1996 *Kimia Fisika Jilid 1 Edisi Keempat* (Jakarta: Erlangga)

Ucapan Terimakasih

Terimakasih kepada Bapak Joko Purwanto yang telah membimbing dalam penelitian ini sehingga penelitian ini terselesaikan dengan baik. Saya juga mengucapkan terima kasih kepada bapak Mundilarto dan Heru Kuswanto karena telah membimbing Saya dalam menyusun sintesis guna kelengkapan teori dalam artikel ini.