

Diagnosis Miskonsepsi Siswa SMA di Kota Malang pada Konsep Suhu dan Kalor Menggunakan *Three Tier Test*

Sri Nurul Wahidah Silung^{1,*}, Sentot Kusairi², Siti Zulaikah³

Pascasarjana Program Studi Pendidikan Fisika.

Universitas Negeri Malang.

Malang, Indonesia.

Email : wahidah.srinurul@gmail.com

Abstract - *Misconception is one of the cause of students' learning difficulties, especially on physics. Misconceptions experienced by students needs to be diagnosed and its results used to improve learning. Its result should be delivered to students to help them learn better, so that these misconceptions can be corrected. In this regard, it should be developed diagnostic instruments which can provide information quickly and accurately one of them is a three-tier test. The aim of this study was to investigate whether the three-tier test able to identify student misconceptions. The sample of this study was 136 students of senior high school in Malang. Besides using written tests, interviews were conducted on several students to verify the results of the three-tier test. Conclusions of this study is the three-tier test that has been developed on Temperature and Heat topic is able to identify misconceptions students quickly and accurately.*

Keywords: *diagnosis, misconceptions, temperature and heat, three-tier test*

PENDAHULUAN

Para pendidik fisika sering menemukan bahwa siswa memiliki miskonsepsi, yakni konsep yang berbeda dengan konsep yang diyakini para ahli. Miskonsepsi terjadi hampir dalam semua konsep fisika (Wandersee dkk., 1994). Miskonsepsi juga dialami siswa pada materi tentang Hukum I Newton (Isllyanti & Kurniadi, 2011), usaha dan energi (Khasanah, 2010; Ratnasari, 2014; Susanti, 2014) gaya apung (Cepni&Sahin, 2012), serta suhu dan kalor (Alwan, 2011; Hafizah, dkk., 2014; Maunah, dkk., 2014; Alfiani, 2015; Silung, 2015). Adanya miskonsepsi siswa akan menghambat proses penerimaan pengetahuan baru yang berusaha dikonstruksi melalui pembelajaran di kelas sehingga akan menghalangi siswa dalam proses belajar (Alfiani, 2015). Dalam beberapa kajian lain, miskonsepsi juga sering dikenal dengan istilah konsep alternatif (Suparno, 2013: 6).

Siswa berdasarkan usia, *gender*, dan kemampuan cenderung membawa miskonsepsi yang berasal dari pengalaman pribadi maupun hasil interaksi sosial. Miskonsepsi dapat terjadi akibat keterbatasan dalam pengamatan dan pengalaman di lingkungan sehari-hari (Yin, dkk., 2014). Miskonsepsi juga dapat diperoleh dari pengalaman yang berbeda-beda dan sumber informasi yang tidak akurat. Hal ini menjadi dasar yang buruk bagi siswa dalam mengkonstruksi pengetahuan. Siswa dapat dengan baik menggunakan satu konsep pada konsteks tertentu, tetapi dapat pula mengalami miskonsepsi pada konsep yang sama namun pada konteks yang berbeda. Mereka memerlukan bantuan secara tepat dan sedini mungkin agar dapat mengatasi

miskonsepsi tersebut (Susanti, 2014). Mengingat hal tersebut, identifikasi miskonsepsi siswa melalui penelitian sering dilakukan oleh para pendidik dan peneliti. Hal ini penting agar dapat menjadi sumber informasi bagi para pendidik dan peneliti dalam mengupayakan pengembangan pembelajaran di kelas untuk mengatasi dan memperbaiki miskonsepsi.

Salah satu konsep fisika yang erat kaitannya dengan kehidupan siswa dan siswa sering mengalami miskonsepsi adalah konsep suhu dan kalor. Beberapa peneliti menemukan bahwa siswa berpendapat suhu dan kalor adalah hal yang sama (Alwan, 2011; Suparno, 2013: 19; Alfiani, 2015; Silung, 2015). Peneliti lain mencatat pemikiran siswa bahwa suhu suatu benda bergantung pada besar/massa dimana bila benda besar maka suhunya pun besar, dan sebaliknya (Suparno, 2013: 20; Maunah, dkk., 2014), suhu benda terus meningkat saat mengalami perubahan wujud (Suparno, 2013: 20; Hafizah dkk., 2014; Maunah, dkk., 2014; Alfiani, 2015), jika massa kecil maka kalor yang akan diserap lebih besar sehingga suhunya cepat naik (Silung, 2015), dan jika kapasitas kalor besar maka suhu benda akan cepat naik (Hafizah, dkk., 2014).

Identifikasi miskonsepsi merupakan hal yang penting dilakukan dalam proses pembelajaran fisika. Pengidentifikasian dapat dilakukan sebelum, selama, dan setelah proses pembelajaran serta perlu ditindaklanjuti dengan upaya agar siswa terlepas dari miskonsepsinya (Silung, 2015). Upaya pengidentifikasian miskonsepsi harus dilakukan secara tepat agar terhindar dari kesalahan tindak lanjutnya. Kesalahan pengidentifikasian akan menyebabkan kesalahan dalam cara mengatasinya, dan hasilnya pun tidak akan memuaskan (Tayubi, 2005). Oleh karena itu, sebelum melangkah lebih

jauh pada upaya penanggulangannya, terlebih dahulu para pengajar harus memiliki pengetahuan dan kemampuan mengidentifikasi miskonsepsi secara tepat, sehingga setiap saat dapat digunakan dalam pembelajaran. Oleh karenanya, para peneliti dan pendidik dituntut untuk terus mengembangkan berbagai upaya untuk mengatasi miskonsepsi meskipun hasilnya belum menggembirakan.

Salah satu cara yang dipandang efektif dalam mengidentifikasi miskonsepsi siswa adalah tes diagnostik miskonsepsi dalam bentuk tertulis. Tes diagnostik miskonsepsi dimaksudkan untuk mengetahui kesulitan belajar yang dialami oleh siswa berkaitan dengan adanya miskonsepsi. Diperlukan tes diagnostik miskonsepsi dalam mengidentifikasi miskonsepsi yang dialami siswa (Susanti, 2014). Berbagai jenis penilaian sebagai tes diagnostik digunakan dalam pendidikan sains untuk mengidentifikasi miskonsepsi siswa antara lain *open-ended questions* (Calik&Ayas, 2005; Chou, 2002; Tsaparlis&Papaphotis, 2002), peta konsep (Goh&Chia, 1991), pilihan ganda (Schmidt, 1997; Uzuntiryaki&Geban, 2005). Beberapa penelitian telah berhasil mengembangkan instrumen diagnostik miskonsepsi yang hasilnya dapat diketahui dengan cepat dan akurat, diantaranya pilihan ganda bertingkat dua (*two-tier*) (Chandrasegan, dkk., 2007; Chou&Chiu, 2004; Svandova, 2014) dan pilihan ganda bertingkat tiga (*three-tier*) (Caleon&Subramaniam, 2010; Dindar, 2011; Arslan, 2012; Kusumah, 2013; Gulcay&Gulbas, 2015; Syahrul&Setyarsih, 2015;).

Instrumen diagnostik *three tier test* diprediksi dapat mengidentifikasi miskonsepsi siswa lebih akurat dibandingkan dengan tes diagnostik *one tier* atau *two tier* (Arslan dkk, 2012). *Three tier test* akan memungkinkan guru dan siswa mengidentifikasi miskonsepsi sehingga memberikan gambaran kepada guru tentang penguasaan siswa terhadap materi yang telah disampaikan, dan siswa akan memperbaiki miskonsepsi mereka dengan konsepsi ilmiah atau terjadi perubahan konsep yang salah menuju konsep yang benar. Pesman dan Eryilmaz (2010) menyatakan bahwa *three tier test* dapat dianggap sebagai instrumen yang lebih valid dan dapat diandalkan untuk penilaian prestasi atau miskonsepsi. Penelitian yang relevan dan telah menggunakan instrumen diagnostik *three tier test* adalah Arslan dkk. (2012), menyimpulkan bahwa instrumen diagnostik *three tier test* yang valid dan reliabel tidak hanya bisa mengidentifikasi miskonsepsi guru dalam mengajar tetapi juga miskonsepsi siswa dalam belajar. Taslidere (2016) dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa *three tier test* yang dikembangkan adalah alat ukur yang reliabel dan valid untuk menginvestigasi pemahaman konseptual dan miskonsepsi siswa.

Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki apakah instrumen diagnostik *three tier test* yang dikembangkan benar-benar mampu mengidentifikasi miskonsepsi siswa. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi referensi dan sumber informasi bagi para peneliti dan pendidik guna mengatasi dan menindaklanjuti miskonsepsi yang dimiliki siswa pada setiap konsep suhu dan kalor. Oleh karena itu, peneliti menganggap perlunya dilakukan pengidentifikasian miskonsepsi siswa pada konsep suhu dan kalor menggunakan *three tier test*.

METODE PENELITIAN

Berdasarkan pada tujuan penelitian yang ingin dicapai, penelitian ini merupakan penelitian deskriptif menggunakan metode deskriptif kualitatif dalam menjelaskan hasil penelitian. Teknik pengumpulan data melalui tes yaitu menggunakan instrumen diagnostik berbentuk *three tier test* dan wawancara terbuka. Data hasil diagnostik dinyatakan dalam bentuk persentase kategori konsepsi siswa.

Sampel penelitian ini adalah siswa yang telah menerima materi suhu dan kalor, baik kelas X maupun kelas XI. Sampel berjumlah 136 siswa dari 5 sekolah berbeda di kota Malang, yaitu SMAN 1, SMAN 2, SMAN 3, SMAN 5, dan SMAN 9 Malang.

Instrumen penelitian yang digunakan berupa instrumen diagnostik dan pedoman wawancara siswa. Instrumen diagnostik dikembangkan berdasarkan miskonsepsi-miskonsepsi pada konsep suhu dan kalor yang dirujuk dari beberapa jurnal terkait. Setiap butir soal mengandung satu miskonsepsi. Pedoman wawancara dikembangkan sesuai dengan hasil diagnosis miskonsepsi. Pertanyaan wawancara sama dengan pertanyaan yang ada pada instrumen diagnostik. Berikut disajikan konsep dan miskonsepsi yang terkandung dalam setiap butir soal instrumen diagnostik.

Instrumen diagnostik berbentuk *three tier* terdiri dari 20 soal. Setiap soal terdiri dari tiga tingkatan, yakni tingkat pertama adalah pilihan jawaban biasa, tingkat kedua adalah pilihan alasan, dan tingkat ketiga adalah tingkat keyakinan atas jawaban dan alasan. Delapan kemungkinan kombinasi jawaban siswa dan pedoman pengkategorian jawaban untuk soal penguasaan konsep *three tier* dapat dilihat di tabel 2.

Validitas dan reliabilitas instrumen *three tier test* juga ditentukan. Validitas diperoleh dari dua dosen ahli materi dan bahasa. Validitas instrumen terdiri dari validitas isi dan validitas konstruk. Validitas isi diperoleh sebesar 70, 35% yang termasuk kategori tinggi, dan validitas konstruk diperoleh sebesar 75,50% yang termasuk kategori tinggi. Reliabilitas instrumen ditentukan melalui uji

coba instrumen pada 70 siswa SMA yang telah menerima materi suhu dan kalor. Reliabilitas instrumen diperoleh sebesar 0,54 yang termasuk kategori sedang atau cukup. Sehingga dapat

dikatakan bahwa instrumen diagnostik *three tier test* yang digunakan telah memenuhi syarat untuk dapat digunakan dalam penelitian.

Tabel 1. Konsep dan miskonsepsi dalam instrumen diagnostik

Konsep yang terkait	Miskonsepsi	Nomor butir soal
Suhu	Pembagian suatu zat yang berbeda ukurannya mengakibatkan masing-masing bagian memiliki suhu yang berbeda	9, 10, 11
Kalor	Suhu dan kalor dianggap dua hal yang sama	1,2
Pemuaian	Pemuaian zat padat lebih besar daripada zat cair	12
	Pemuaian benda tidak dipengaruhi oleh koefisien pemuaian	13
	Pemuaian benda hanya terjadi pada satu dimensi linier saja	14
	Massa benda yang memuai bertambah besar	15
	Pemuaian dikarenakan pertambahan jumlah partikel	16
Pengaruh kalor terhadap benda	Kalor jenis zat yang tinggi akan mempercepat zat tersebut menyerap kalor	3
	Warna benda yang lebih terang akan bersifat menyerap cahaya	17
Perubahan wujud	Suhu akan naik saat air mengalami perubahan wujud (menguap)	4
	Suhu akan turun saat air mengalami perubahan wujud (membeku)	5
	Suhu akan naik saat zat mengalami perubahan wujud	6, 7
	Zat mengalami perubahan wujud ketika dicampurkan dengan zat lain	8
Perpindahan kalor	Perpindahan kalor secara konduksi menyebabkan ukuran partikel membesar	18
	Partikel bahan dalam perpindahan kalor secara konduksi ikut bergerak sesuai aliran kalor	19
	Suhu dingin lingkungan ditransfer ke badan	20

Siswa mengerjakan *three tier test* selama 45 menit. Setelah itu peneliti melakukan wawancara terkait pendapat siswa mengenai *three tier test* yang telah mereka kerjakan. Hasil pengerjaan siswa dikodekan dan dikategorikan. Setelah pengkodean dan pengelompokan kriteria siswa, selanjutnya

dihitung persentase siswa yang menguasai konsep, miskonsepsi, menebak/tidak percaya, dan tidak tahu konsep untuk setiap butir soal, menggunakan rumus:

$$persentasi = \frac{\text{jumlah skor konsepsi}}{\text{jumlah skor maksimal}} \times 100\%$$

Tabel 2. Kategori jawaban *three tier test*

Tier 1	Tier 2	Tier 3	Kategori
Benar	Benar	Yakin	Menguasai Konsep (MK)
Benar	Salah	Yakin	Miskonsepsi (MS)
Salah	Benar	Yakin	Miskonsepsi (MS)
Salah	Salah	Yakin	Miskonsepsi (MS)
Benar	Benar	Tidak Yakin	Menebak, tidak ada keyakinan diri (MB)
Benar	Salah	Tidak Yakin	Tidak tahu konsep (TT)
Salah	Benar	Tidak Yakin	Tidak tahu konsep (TT)
Salah	Salah	Tidak Yakin	Tidak tahu konsep (TT)

Arslan, dkk. (2012).

Hasil pengkategorian siswa kemudian digunakan sebagai dasar wawancara untuk mengetahui apakah *three tier test* yang digunakan benar-benar mampu mengidentifikasi miskonsepsi siswa yang telah diperoleh. Wawancara juga dilakukan untuk mengetahui penyebab siswa menguasai konsep, miskonsepsi, menebak/tidak percaya diri, dan tidak tahu konsep. Dilakukan pula analisis persentase untuk konsepsi siswa sehingga diperoleh konsepsi siswa secara umum pada instrumen diagnostik dan persentase konsepsi siswa pada subkonsep suhu dan kalor. Hasil analisis ini kemudian diserahkan kepada guru pengampuh mata pelajaran supaya dapat dijadikan sumber perbaikan konsep siswa pada materi suhu dan kalor.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsepsi Siswa secara Keseluruhan Konsep dalam Instrumen Diagnostik

Hasil analisis data dari instrumen diagnostik *three tier test* siswa menunjukkan bahwa dari 136 siswa yang menjadi objek penelitian, 47% termasuk kriteria menguasai konsep, sedangkan sisanya 38% mengalami miskonsepsi, 5% termasuk kriteria menebak atau tidak percaya diri atas jawaban, dan 10% siswa tidak tahu konsep (Grafik 1). Hafizah, dkk. (2014) dalam penelitiannya tentang analisis miskonsepsi siswa menggunakan CRI (Certainty of Response is Index) pada konsep suhu dan kalor menemukan bahwa sekitar 49,69% siswa teridentifikasi miskonsepsi, siswa tahu konsep 41,62%, dan tidak tahu konsep (kurang pengetahuan) sekitar 9,00%.

Grafik 1 menunjukkan bahwa secara garis besar siswa yang mengalami miskonsepsi lebih sedikit dibanding siswa yang menguasai konsep. Tingginya siswa yang menguasai konsep karena siswa telah menerima pembelajaran yang membahas konsep-konsep yang diujikan dalam instrumen diagnostik. Cukup tingginya persentase siswa yang mengalami miskonsepsi disebabkan karena siswa sendiri, intuisi siswa yang salah terhadap konsep (39%). Dimana siswa tidak mampu mengabstraksikan konsep dengan tepat dan sebagian besar siswa sudah melupakan materi yang sebelumnya mereka telah pelajari atau retensi siswa lemah terhadap konsep-konsep tertentu (25%). Lemahnya retensi (daya ingat) siswa terhadap materi yang telah dipelajari menyebabkan siswa akan cepat melupakan materi dan rumus yang telah mereka hafal (Kurniawan, 2013). Siswa dalam memahami konsep juga dipengaruhi oleh pendapat temannya (22%) saat berdiskusi dalam kelompok, metode pembelajaran yang kurang sesuai dengan materi fisika (11%), dan buku pelajaran (3%).



Grafik 1. Konsepsi Siswa Keseluruhan

Persentase siswa yang menebak atau tidak percaya diri lebih sedikit daripada siswa yang tidak tahu konsep, yaitu berturut-turut 6% dan 10%. Ketidakpercayaan diri siswa atau menebak dalam menjawab soal disebabkan karena minimnya pemahaman siswa terhadap konsep suhu dan kalor sehingga siswa merasa tidak yakin atas jawaban mereka yang sudah benar. Siswa yang tidak tahu konsep disebabkan siswa belum pernah menerima atau mempelajari konsep yang diujikan dalam instrumen tersebut atau konsep tersebut asing bagi mereka sehingga siswa merasa sulit mengabstraksikan konsep dalam soal.

Saat belajar, siswa menentukan, menafsirkan dan menyimpan sendiri konsep yang masuk ke otaknya (Murni, 2013). Siswa yang pasif dalam pembelajaran akan menyusun kembali pengetahuannya secara tidak maksimal sedangkan siswa yang aktif menyusun kembali pengetahuannya secara maksimal ketika ikut terlibat dalam pembelajaran, sehingga pemahaman konsepnya semakin baik. Miskonsepsi juga dapat terjadi saat proses pembelajaran, dimana metode pembelajaran yang digunakan kurang sesuai dengan konsep yang diajarkan.

Konsepsi Siswa tentang Hubungan Kalor dengan Perubahan Suhu

Butir soal untuk mengungkapkan konsepsi siswa tentang hubungan kalor dengan perubahan suhu benda disajikan pada nomor 3. Jawaban yang tepat dari pertanyaan tersebut pada *tier* pertama adalah E dan pada *tier* kedua adalah C. Berdasarkan data tersebut tampak bahwa sebagian besar siswa (55,9%) teridentifikasi miskonsepsi, hanya sekitar 35,3% siswa yang teridentifikasi menguasai konsep, 4,4% siswa teridentifikasi menebak atau tidak yakin dengan jawaban mereka dan 4,4% siswa teridentifikasi tidak tahu konsep. Sekitar 47% siswa teridentifikasi miskonsepsi dalam menjelaskan besaran yang mempengaruhi suhu benda ketika diberi kalor, sisanya 41% tahu konsep, dan 13% tidak tahu konsep (Hafizah, dkk.).

Untuk dapat menjawab pertanyaan tersebut, siswa dituntut mampu menguasai dan

menghubungkan keempat besaran yang ada dalam persamaan pengaruh kalor terhadap suhu benda ($Q = mc\Delta T$). Siswa harus tahu mana besaran yang berbanding lurus dan mana besaran yang berbanding terbalik. Kategori konsepsi siswa tentang hubungan kalor dengan perubahan suhu benda disajikan pada Tabel 3.

Siswa A menjawab soal disajikan pada Gambar 1. Menurut jawaban siswa tersebut diketahui bahwa siswa mengalami miskonsepsi. Siswa menganggap bahwa benda dengan kalor jenis yang besar akan menyebabkan benda tersebut cepat panas. Siswa belum memahami dengan benar apa yang dimaksud dengan kalor jenis (c), dan belum bisa menghubungkannya dengan perubahan suhu (ΔT). Hasil diagnosis ini sejalan dengan temuan Hafizah, dkk. (2014) yang menyebutkan bahwa jika kapasitas kalor besar maka suhu benda akan cepat naik, dan Alwan (2012) dalam penelitiannya menemukan bahwa siswa tidak mempertimbangkan nilai kalor jenis dan kapasitas kalor sebagai sebuah faktor yang mempengaruhi perubahan suhu.

3. Tabel berikut ini menunjukkan kalor jenis beberapa bahan.

Zat	Kalor jenis (J/kgK)
Aluminium	900
Gelas kaca	670
Besi	460
Tembaga	390
Perak	230

Jika suhu awal kelima zat tersebut sama kemudian kamu memasukkannya ke dalam air mendidih, maka zat yang paling cepat panas adalah ...

- A. aluminium
- B. gelas
- C. besi
- D. tembaga
- E. perak

Apakah alasan dari jawaban Anda?

- A. Jika semakin tinggi kalor jenis suatu zat maka semakin tidak dapat menyerap kalor.
- B. Jika semakin tinggi kalor jenis suatu zat maka semakin kecil kemampuan menyerap kalor.
- C. Jika semakin rendah kalor jenis suatu zat maka semakin cepat perubahan suhu yang dialami zat.
- D. Jika semakin rendah kalor jenis suatu zat maka semakin lama perubahan suhu yang dialami zat.

Apakah Anda yakin dengan jawaban Anda?

- A. Ya
- B. Tidak

Gambar 1. Jawaban miskonsepsi siswa

Dari jawaban siswa tersebut, dilakukan wawancara untuk mengkonfirmasi jawaban siswa tersebut. Berikut deskripsi wawancara peneliti dengan siswa A.

- Peneliti : aluminium dan perak merupakan logam yang baik untuk menghantarkan panas. Jika kalor jenis aluminium lebih besar daripada perak, logam manakah yang akan lebih cepat panas?
- Siswa A : aluminium Bu.
- Peneliti : alasanmu apa?
- Siswa A : karena kalor jenisnya lebih besar sehingga benda akan cepat panas Bu.
- Peneliti : kamu yakin dengan jawabanmu?
- Siswa A : iya, saya yakin Bu.
- Peneliti : sekarang, coba kamu tuliskan persamaan pengaruh kalor terhadap perubahan suhu! (peneliti menyodorkan bolpoin dan kertas, kemudian siswa menuliskan persamaan $Q = mc\Delta T$).

- Peneliti : dari persamaan tersebut, cepat panas berhubungan dengan besaran apa?
- Siswa A : dengan besaran ΔT Bu.
- Peneliti : jadi, jawabanmu yang tadi akan berubah atau tidak?
- Siswa A : tidak Bu, jawaban saya tetap lebih cepat aluminium karena lebih besar kalor jenisnya.
- Peneliti : coba perhatikan persamaan yang kamu tulis. Besaran kalor jenis (c) dan perubahan suhu (ΔT) berbanding lurus atau berbanding terbalik?
- Siswa A : berbanding lurus Bu.
- Peneliti : kamu yakin? Coba perhatikan posisi dua besaran tersebut.
- Siswa A : oh iya bu. Dua besaran tersebut sama-sama ada di ruas kanan. Berarti berbanding terbalik Bu.
- Peneliti : sekarang kamu yakin?
- Siswa A : iyah Bu, jawabannya perak berarti Bu. Karena cepat panas berarti perubahan suhunya cepat atau besar sehingga kalor jenisnya harusnya yang kecil.
- Peneliti : iyah, jawaban dan alasanmu sekarang sudah benar.

Dari wawancara tersebut diketahui bahwa siswa A benar-benar mengalami miskonsepsi dalam menghubungkan besaran kalor jenis dan perubahan suhu. Siswa menganggap bahwa cepat panas suatu benda berhubungan dengan kalor yang diterima benda sehingga siswa secara spontan menjawab bahwa benda yang memiliki kalor jenis besar akan cepat panas. Siswa mampu menggunakan persamaan $Q = mc\Delta T$ untuk menentukan jumlah kalor, namun siswa tidak mampu menghubungkan keempat besaran dalam persamaan tersebut (Alwan, 2012). Siswa benar-benar harus diarahkan untuk dapat menyadari dan memperbaiki miskonsepsinya.

Tabel 3. Kategori konsepsi siswa terkait pertanyaan pada

Kategori Konsepsi Siswa	N	%
Menguasai Konsep (MK)	48	35,3
Miskonsepsi (MS)	76	55,9
Menebak (MB)	6	4,4
Tidak Tahu Konsep (TT)	6	4,4
Total	136	100

Konsepsi Siswa tentang Pemuai Panjang

Butir soal untuk mengungkapkan konsepsi siswa tentang pemuai panjang, terutama hubungan besaran koefisien muai panjang dengan pemuai panjang disajikan pada nomor 13. Jawaban yang tepat dari pertanyaan tersebut pada tier pertama adalah A dan pada tier kedua adalah C. Berdasarkan data tersebut tampak bahwa sebagian besar siswa (72,1%) telah menguasai konsep yang ditanyakan soal, sekitar

16,2% siswa teridentifikasi miskonsepsi, hanya sekitar 6,6% siswa teridentifikasi menebak atau tidak yakin dengan jawaban mereka dan 5,1% siswa teridentifikasi tidak tahu konsep. Teridentifikasi sekitar 47% siswa miskonsepsi dalam menganalisis hubungan besaran yang mempengaruhi pemuaian, 38% siswa tahu konsep dan sisanya 16% siswa tidak tahu konsep (Hafizah, 2014).

Untuk dapat menjawab pertanyaan tersebut, siswa dituntut menghubungkan besaran-besaran yang ada dalam persamaan pemuaian panjang dan mengidentifikasi benda mana yang mengalami pemuaian paling besar. Siswa harus memahami bahwa koefisien muai panjang logam mempengaruhi pemuaian logam benda. Semakin besar koefisien muai panjang benda maka logam akan semakin mudah dan cepat memuai. Kategori konsepsi siswa tentang hubungan disajikan pada Tabel 4.

Gambar 2 merupakan jawaban siswa B terhadap soal nomor 13. Dari jawaban siswa tersebut tampak bahwa siswa menguasai konsep tentang hubungan besaran dalam persamaan pemuaian panjang. Siswa telah memahami bahwa benda yang memiliki koefisien muai panjang tertinggi akan memuai lebih panjang daripada benda yang memiliki koefisien muai panjang lebih rendah.

13. Perhatikan tabel berikut!

Tabel 13. Koefisien muai panjang beberapa zat

Jenis Zat	Koefisien Muai Panjang
Benda 1	0,000019/°C
Benda 2	0,000017/°C
Benda 3	0,000011/°C
Benda 4	0,000009/°C

Seorang tukang kunci ingin membandingkan pertambahan panjang empat benda pada tabel 13. Ia memanaskan keempat benda pada suhu yang sama secara bersamaan, maka pertambahan panjang benda tersebut adalah ...

- A. benda 1 akan lebih panjang daripada benda 4
 - B. benda 2 akan lebih panjang daripada benda 1
 - C. benda 3 akan lebih panjang daripada benda 3
 - D. benda 4 akan lebih panjang daripada benda 2
13. Apa alasan dari jawaban Anda?
- A. Koefisien pemuaian panjang tidak mempengaruhi pertambahan panjang sebuah batang logam jika dipanaskan.
 - B. Pertambahan panjang pada logam berbanding terbalik dengan besarnya koefisien pemuaian.
 - C. Pertambahan panjang pada logam berbanding lurus dengan besarnya koefisien pemuaian.
13. Apakah Anda yakin dengan jawaban Anda?
- A. Ya
 - B. Tidak

Gambar 2. Jawaban menguasai konsep siswa

Wawancara dilakukan untuk mengkonfirmasi jawaban siswa B. Berikut deskripsi wawancara peneliti dengan siswa B.

(peneliti sebelumnya telah menulis tabel empat benda dengan koefisien muai panjangnya masing-masing)

Peneliti : dari empat benda ini (peneliti menunjukkan tabel), manakah benda yang akan terlebih dahulu memuai? Dan manakah benda yang akan paling lama memuai?

Siswa B : yang memuai pertama benda 1 dan terakhir benda 4 Bu.

Peneliti : mengapa demikian? Alasanmu apa?

Siswa B : karena koefisien benda mempengaruhi pemuaian, koefisien muai panjang besar

maka pertambahan panjangnya juga besar Bu.

Peneliti : kamu yakin dengan jawabanmu?

Siswa B : iya, saya yakin Bu.

Peneliti : sekarang, coba kamu urutkan keempat benda tersebut dari yang paling lama memuai hingga paling cepat memuai!

(peneliti menyodorkan bolpoin dan kertas, kemudian siswa menuliskan jawabannya).

Peneliti : yah, jawabanmu sudah benar.

Dari wawancara tersebut diketahui bahwa siswa B benar-benar telah menguasai konsep dalam menghubungkan koefisien muai panjang dengan pemuaian. Siswa telah memahami bahwa koefisien muai panjang akan mempengaruhi pemuaian benda, dan semakin besar koefisien muai panjang benda maka benda akan memuai semakin panjang.

Tabel 4. Kategori konsepsi siswa terkait pertanyaan pada Gambar 2

Kategori Konsepsi Siswa	N	%
Menguasai Konsep (MK)	98	72,1
Miskonsepsi (MS)	22	16,2
Menebak (MB)	9	6,6
Tidak Tahu Konsep (TT)	7	5,1
Total	136	100

Konsepsi Siswa tentang Mekanisme Pemuaian

Butir soal untuk mengungkapkan konsepsi siswa tentang mekanisme pemuaian disajikan pada nomor 15. Jawaban yang tepat dari pertanyaan tersebut pada tier pertama adalah C dan pada tier kedua adalah C. Berdasarkan data tersebut tampak bahwa sebagian besar siswa (60,3%) teridentifikasi miskonsepsi, 1,7% siswa teridentifikasi menebak atau tidak yakin dengan jawaban mereka hanya sekitar dan siswa yang teridentifikasi tidak tahu konsep cukup banyak (sekitar 21,3%).

Untuk dapat menjawab pertanyaan tersebut, siswa dituntut mampu mengabstraksikan mekanisme pemuaian yang terjadi pada logam. Siswa harus memahami bahwa logam terdiri dari partikel-partikel yang tersusun sangat rapat dan posisi partikel akan berubah ketika terkena panas. Kategori konsepsi siswa tentang hubungan disajikan pada Tabel 5.

Gambar 3 merupakan jawaban siswa B atas soal nomor 15. Menurut jawaban siswa tersebut diketahui bahwa siswa mengalami miskonsepsi. Siswa menganggap bahwa saat bola besi dipanaskan volumenya bertambah karena ukuran partikel-partikel penyusun bola besi akan semakin besar dan sebagian siswa beranggapan bahwa volume besi akan tetap karena jumlah partikel penyusun bola besi tidak berubah. Sedangkan konsep yang sebenarnya adalah volume benda akan bertambah disebabkan jarak antarpartikel penyusun benda bertambah besar. Siswa

mengalami miskonsepsi karena pertanyaan ini berkaitan dengan mekanisme terjadinya pemuaian yang sulit diabstraksikan siswa.

15. Seorang pengrajin besi ingin melubangi bola besi agar bisa memasukkan lonceng kecil ke dalamnya. Pengrajin besi kemudian memanaskan bola besi agar mudah dilubangi. Hal yang terjadi pada bola besi yang dipanaskan adalah ...
- A. massanya bertambah
 - B. massanya berkurang
 - C. massanya tetap
- 0 Apa alasan dari jawaban Anda?
- A. Volume bola besi bertambah karena partikel-partikelnya bertambah pula.
 - B. Volume bola besi bertambah karena ukuran partikel-partikelnya bertambah besar.
 - C. Volume bola besi bertambah karena jarak antar partikel-partikelnya semakin besar.
 - D. Volume bola besi berkurang karena jarak antar partikel-partikelnya semakin kecil.
 - E. Volume bola besi tetap karena jumlah partikel-partikelnya tidak berubah.
- 1 Apakah Anda yakin dengan jawaban Anda?
- Ya

Gambar 3. Jawaban miskonsepsi siswa

Dari jawaban tersebut diketahui bahwa siswa C mengalami miskonsepsi karena tidak mampu mengabstraksikan mekanisme pemuaian yang terjadi pada bola besi. Wawancara dilakukan untuk mengkonfirmasi jawaban siswa C. Berikut deskripsi wawancara peneliti dengan siswa C.

Peneliti : apa yang akan terjadi jika bola besi dipanaskan dengan suhu yang tinggi?

Siswa C : suhunya akan meningkat kemudian memuai Bu.

Peneliti : bagaimanakah dengan massanya? Apakah massa bola besi akan tetap atau bertambah?

Siswa C : bertambah Bu.

Peneliti : mengapa massanya bertambah?

Siswa C : karena panas sehingga partikel-partikel bola besi akan membesar.

Peneliti : kamu yakin dengan jawabanmu?

Siswa C : iya, saya yakin Bu.

Peneliti : sekarang, coba kamu gambarkan bola besi yang di dalamnya terdiri dari partikel-partikel!

(peneliti memberikan bolpoin dan selembar kertas kepada siswa, siswa B kemudian menggambar bola besi dengan partikel-partikelnya).

Peneliti : di antara partikel-partikel tersebut ada jarak atau tidak?

Siswa C : ada Bu. Kan zat ada 3, zat padat, cair, dan gas. Padat partikelnya paling rapat, kemudian cair dan gas jarak antarpartikelnya paling jauh.

Peneliti : nah, ketika zat itu dipanaskan jarak-jarak itulah yang berubah menjadi lebih jauh. Bukan partikelnya yang membesar.

Dari wawancara tersebut diketahui bahwa siswa B benar-benar mengalami miskonsepsi dalam mengabstraksi mekanisme pemuaian pada logam.

Tabel 5. Kategori konsepsi siswa terkait pertanyaan pada Gambar 3

Kategori Konsepsi Siswa	N	%
Menguasai Konsep (MK)	23	16,9
Miskonsepsi (MS)	82	60,3

Menebak (MB)	2	1,7
Tidak Tahu Konsep (TT)	29	21,3
Total	136	100

Konsepsi Siswa tentang Pengaruh Kalor terhadap Perubahan Wujud

Butir soal untuk mengungkapkan konsepsi siswa tentang pengaruh kalor terhadap perubahan wujud disajikan pada nomor 6. Jawaban yang tepat dari pertanyaan tersebut pada tier pertama adalah E dan pada tier kedua adalah B. Berdasarkan data tersebut tampak bahwa sebagian besar siswa (44,1%) teridentifikasi miskonsepsi, hanya sekitar 25,0% siswa yang teridentifikasi menguasai konsep, sekitar 8,1% siswa teridentifikasi menebak atau tidak yakin dengan jawaban mereka dan cukup banyak siswa yang teridentifikasi tidak tahu konsep (sekitar 22,8%). Hal ini sejalan dengan temuan Hafizah, dkk. (2014) bahwa yaitu sebagian besar (56%) siswa teridentifikasi miskonsepsi, hanya sekitar 39% siswa yang tahu konsep, dan sisanya (5%) tidak tahu konsep.

Untuk dapat menjawab pertanyaan tersebut, siswa dituntut mampu membedakan pengaruh kalor terhadap perubahan suhu atau terhadap perubahan wujud. Siswa juga harus memahami grafik hubungan suhu dan kalor yang dapat membedakan dua pengaruh kalor terhadap benda. Kategori konsepsi

6. Azzam menambahkan sejumlah kalor pada suatu zat, tetapi suhu zat tidak naik. Hal ini dikarenakan ...
- A. zat ini pasti berwujud gas
 - B. zat ini memiliki sifat termal yang tidak biasa
 - C. zat ini adalah zat padat yang tidak sempurna
 - D. zat ini lebih dingin daripada lingkungannya
 - E. zat ini mengalami perubahan fase
- 0 Apa alasan dari jawaban Anda?
- A. Suhu uap air tidak dapat naik lagi setelah berubah wujud dari air.
 - B. Kalor yang diserap zat digunakan untuk merubah wujud zat.
 - C. Kalor yang diterima zat diserap kembali oleh lingkungannya.
 - D. Zat sudah mengalami kesetimbangan termal.
 - E. Suhu zat tidak dipengaruhi oleh kalor.
- 1 Apakah Anda yakin dengan jawaban Anda?
- A. Ya
 - B. Tidak

Gambar 3. Jawaban tidak tahu konsep siswa

Dari jawaban tersebut diketahui bahwa siswa D mengalami tidak tahu konsep. Siswa D menganggap bahwa pemberian kalor searah akan menyebabkan kesetimbangan termal. Siswa belum memahami konsep ilmiah tentang kesetimbangan kalor dan perubahan wujud. siswa menganggap pada saat benda melebur, perubahan dari padat menjadi cair membuat siswa beranggapan benda melepaskan kalor, ada juga yang berpendapat suhu benda mengalami kenaikan dikarenakan adanya pengaruh suhu dari luar sehingga es melebur dan suhunya naik (Hafizah, dkk., 2014; Maunah, dkk., 2014; Alfiani, 2015). Wawancara dilakukan untuk mengkonfirmasi

jawaban siswa D. Berikut deskripsi wawancara peneliti dengan siswa D.

Peneliti : bagaimakah jika suatu zat ditambahkan sejumlah kalor namun suhunya tidak naik?

(siswa terlihat kebingungan dengan pertanyaan seperti itu sehingga peneliti memberikan contoh)

Peneliti : misalnya kamu merebus air suhunya sudah 95°C, kamu terus tambahkan kalor atau panaskan namun suhunya tetap 95°C. Mengapa demikian?

Siswa C : suhunya tidak akan naik lagi karena air tersebut berubah wujud atau mendidih Bu. Jadi, kalor yang diterima tersebut tidak untuk menaikkan suhu melainkan untuk merubah wujud cair menjadi gas.

Peneliti : apakah kamu yakin dengan jawabanmu tersebut?

Siswa C : ya, saya yakin Bu.

Peneliti : nak, dari jawabanmu kemarin saat mengisi soal *three tier* diketahui bahwa kamu tidak tahu konsep tapi sekarang kamu menguasai konsep. Kenapa konsepsimu bisa berubah nak?

Siswa C : saya belajar lagi Bu. Setelah saya mengerjakan soal yang ibu berikan kemarin, saya merasa bahwa jawaban saya salah sehingga saya belajar lagi.

Peneiliti : oh seperti itu. Jadi kamu belajar sendiri di rumah bukan berdiskusi dengan temanmu atau guru les privat mungkin?

Siswa C : tidak Bu, saya belajar sendiri.

Dari wawancara tersebut diketahui bahwa siswa D menguasai konsep pengaruh kalor terhadap perubahan suhu. Siswa D telah memahami bahwa ketika sejumlah kalor ditambahkan namun suhu air tetap merupakan proses perubahan wujud karena kalor yang ditambahkan digunakan untuk berubah wujud. Menurut peneliti, siswa D tidak dapat memahami kalimat pertanyaan di soal nomor 6 *three tier test*. Siswa mengalami kesulitan menganalogikan atau menerjemahkan pertanyaan tersebut, sehingga saat wawancara peneliti harus memberikan contoh peristiwa yang berkaitan dan siswa akhirnya mengerti dengan pertanyaan tersebut. Jadi, dapat disimpulkan siswa mengalami tidak tahu konsep (dari *three tier test*) disebabkan siswa tidak dapat memahami pertanyaan.

Tabel 6. Kategori konsepsi siswa terkait pertanyaan pada Gambar 4

Kategori Konsepsi Siswa	N	%
Menguasai Konsep (MK)	34	25
Miskonsepsi (MS)	60	44,1

Menebak (MB)	11	8,1
Tidak Tahu Konsep (TT)	31	22,8
Total	136	100

Hasil wawancara siswa menunjukkan bahwa subkonsep suhu, kalor, dan pemuaiian dianggap cukup mudah karena penjabarannya jelas disampaikan oleh guru dan tercantum dalam beberapa buku sedangkan subkonsep pengaruh kalor terhadap suhu dan perubahan wujud serta perpindahan kalor dianggap cukup sulit karena representasi materi dan soal yang biasanya disajikan dalam bentuk gambar dan diagram sulit dipahami oleh siswa. Pengkombinasian persamaan pengaruh kalor terhadap suhu dan perubahan wujud juga dianggap sulit oleh siswa karena sering menggunakan diagram hubungan suhu dan waktu. Miskonsepsi paling tinggi terdapat pada pengaruh kalor terhadap perubahan wujud benda (Hafizah, dkk., 2014).

Dari wawancara siswa yang dilakukan pada 25 siswa yang telah mengerjakan *three tier test*, diperoleh 80% siswa menjawab soal wawancara sesuai dengan jawaban mereka pada *three tier test*. 20% siswa mengalami perubahan konsep setelah mengerjakan *three tier test*. Hal ini disebabkan siswa mengingat dan mengulang kembali memahami konsep-konsep yang ditanyakan di dalam *three tier test* sehingga ketika mereka diwawancarai siswa sudah lebih paham dan memberikan penjelasan yang benar dengan penuh keyakinan. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa instrumen diagnostik *three tier test* yang dikembangkan benar-benar mampu mengidentifikasi miskonsepsi yang dialami siswa. Instrumen diagnostik *three tier test* ini juga mampu membedakan konsepsi siswa pada setiap konsep suhu dan kalor, apakah siswa menguasai konsep, miskonsepsi, hanya menebak atau tidak percaya diri atau bahkan tidak tahu konsep. Ada beberapa keuntungan dari pengembangan *three tier test*, diantaranya lebih praktis untuk menentukan miskonsepsi siswa dan mampu dikelola dengan mudah oleh para pendidik dan peneliti, mudah dan teliti dalam penggunaannya, dan tidak membutuhkan waktu lama dalam pengidentifikasian hasilnya (Gurcay&Gulbas, 2015). *Three tier test* sangat berguna dan cepat untuk menginvestigasi penguasaan konsep siswa pada konsep-konsep ilmiah beserta tingkat kepercayaan siswa, dan dapat digunakan untuk mengidentifikasi masalah-masalah konseptual (Caleon&Subramaniam, 2015).

Dari hasil wawancara dengan 28 siswa diperoleh bahwa siswa merasa tertantang dalam mengerjakan instrumen diagnostik berbentuk *three tier test*. Hal ini disebabkan siswa dituntut untuk berpikir lebih keras memahami setiap konsep dalam

pilihan alasan dan siswa juga merasa sangat bertanggungjawab untuk memberikan jawaban yang paling sesuai dengan pikiran dan keyakinan mereka. *Three tier test* bagi siswa merupakan bentuk soal yang sangat jarang mereka temui dan berbeda dari bentuk soal yang selama ini sering mereka kerjakan. Menurut siswa, keuntungan *three tier test* adalah lebih mampu menggali pengetahuan mereka tentang konsep, melalui soal tersebut siswa mampu mengetahui penerapan konsep dalam kehidupan sehari-hari (kontekstual), menjadikan mereka lebih teliti dan tidak asal tebak dalam menjawab, dan siswa lebih sadar dan memahami tingkat penguasaan konsep mereka masing-masing, yakni apakah mereka telah menguasai konsep, masih miskonsepsi, hanya menebak atau tidak percaya diri atas jawabannya, atau malah tidak tahu konsep sama sekali. Sedangkan, kekurangan *three tier test* yaitu uraian soal dan alasan yang cukup panjang membuat siswa membutuhkan waktu yang cukup lama untuk menjawab dan soal-soalnya seperti menjebak jika mereka tidak teliti. Dengan demikian, instrumen diagnostik *three tier test* yang digunakan dalam penelitian ini mampu mengidentifikasi miskonsepsi yang dimiliki siswa.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan paparan hasil dan pembahasan sebagaimana telah diuraikan, dapat disimpulkan bahwa konsep-konsep dasar terkait konsep suhu dan kalor meliputi suhu, kalor, pengaruh kalor terhadap benda (pemuai, perubahan suhu, dan perubahan wujud), dan perpindahan kalor merupakan konsep yang cukup sulit dipahami oleh siswa. Meskipun siswa telah mempelajari konsep-konsep tersebut sebelumnya di bangku SMP, mereka masih mengalami kesulitan dalam memecahkan soal penguasaan konsep yang dilandasi konsep-konsep tersebut.

Dari analisis data diagnostik *three tier test* siswa menunjukkan bahwa dari 136 siswa yang menjadi objek penelitian, 47% termasuk kriteria menguasai konsep, sedangkan sisanya 38% mengalami miskonsepsi, 5% menebak atau tidak percaya diri atas jawaban, dan 10% tidak tahu konsep. Hal ini disebabkan oleh, siswa telah menerima pembelajaran yang membahas konsep-konsep yang diujikan namun siswa kesulitan mengabstraksikan konsep dengan tepat sehingga intuisi pada pengetahuan awal siswa tetap bertahan, dan sebagian besar siswa lupa dengan materi yang telah dibahas atau retensi siswa lemah terhadap konsep-konsep tertentu.

Persentase miskonsepsi tertinggi siswa subkonsep perubahan wujud (35,0%) dan diikuti

subkonsep pemuai (27,0%), subkonsep kalor (11%), perpindahan kalor (10,0%), pengaruh kalor terhadap suhu benda (8,9%) dan terakhir subkonsep suhu (7,4%). Hasil wawancara menunjukkan bahwa penyebab terjadinya miskonsepsi pada tiap subkonsep tersebut adalah representasi materi dan soal saat pembelajaran yang biasanya disajikan dalam bentuk gambar dan diagram sulit dipahami oleh siswa.

Penggunaan instrumen diagnostik *three tier test* mampu mengkategorikan konsepsi siswa menjadi empat kriteria penguasaan konsep, yaitu menguasai konsep (MK), miskonsepsi (MS), menebak atau tidak percaya diri atas jawaban (MB), dan tidak tahu konsep (TT). Siswa menjadi sadar akan pemahaman konsep yang mereka miliki terhadap konsep-konsep suhu dan kalor. Oleh karena itu, instrumen diagnostik *three tier test* yang telah dikembangkan untuk mendiagnosis miskonsepsi siswa pada materi suhu dan kalor mampu mengidentifikasi miskonsepsi siswa secara cepat dan akurat.

Saran

Penulis menyarankan agar para peneliti dan pendidik lebih memperhatikan prakonsepsi siswa sebelum memberikan pembelajaran. Para pendidik diharapkan menyampaikan konsep-konsep dasar secara benar dan membantu siswa dalam menghubungkan antarkonsep serta pandai memilih pendekatan pembelajaran untuk mengatasi dan mengurangi miskonsepsi fisika yang dialami oleh siswa. Bagi para peneliti yang ingin mengidentifikasi miskonsepsi agar menggunakan instrumen diagnostik yang tepat agar miskonsepsi siswa dan penyebabnya benar-benar dapat diidentifikasi. Para peneliti dan pendidik juga perlu membuat soal diagnostik miskonsepsi yang lebih kontekstual namun tidak terlalu panjang sehingga tidak memakan waktu lama untuk siswa menyelesaikannya. Mengupayakan agar instrumen diagnostik mengandung semua konsep fisika yang berkaitan dengan materi yang ingin diujikan serta setiap konsepnya terdiri dari jumlah soal yang sama.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada lembaga yang telah memberikan kontribusi pada data penelitian, SMAN 1, SMAN 2, SMAN 3, SMAN 5, dan SMAN 9 Malang.

REFERENSI

- [1] Alfiani. (2015). Analisis Profil Miskonsepsi dan Konsistensi Konsepsi Siswa SMA pada Topik Suhu dan Kalor. *Seminar Nasional Fisika 2015 Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Jakarta*. SNF2015-IV-29.

- [2] Alwan, A. A. (2011). Misconception of Heat and Temperature Among Physics Students. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, (Online), 12: 600-614, (<http://sciencedirect.com>), diakses 20 Februari 2014.
- [3] Arslan, H. O., Cigdemoglu, C., Moseley, C. (2012). A Three-Tier Diagnostic Test to Assess Pre-Service Teachers' Misconceptions about Global Warming, Greenhouse Effect, Ozone Layer Depletion, and Acid Rain. *International Journal of Science Education*, 34 (11): 1667–1686.
- [4] Berg, E. (1991). Miskonsepsi Fisika dan Remediasi. Salatiga: Universitas Kristen. Satya Wacana.
- [5] Caleon, I. & Subramaniam, R. (2010). Three-Tier Diagnostic Test to Assess Secondary Students' Understanding of Waves. *International Journal of Science Education*, 32 (7): 939–96.
- [6] Calik, M. & Ayas, A. (2005). A comparison of level of understanding of eighth-grade students and science student teachers related to selected chemistry concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(6): 638–667.
- [7] Chou C.C. & Chiu M.H. (2004). A two-tier diagnostic instrument on the molecular representations of chemistry: comparison of performance between junior high school and senior high school students in Taiwan. Paper presented at the 18th International Conference on Chemical Education, Istanbul, Turkey.
- [8] Chou, C. Y. (2002). Science teachers' understanding of concepts in chemistry. *Proceedings of the National Science Council*, 12(2): 73-78.
- [9] Dindar, A. C. & Geban, O. (2011). Development Of A Three-Tier Test To Assess High School Students' Understanding Of Acids And Bases. *Procedia Social and Behavioral Sciences* 15: 600–604.
- [10] Djamarah, S. B. (2002). *Psikologi Belajar*. Jakarta: Rineka Cipta.
- [11] Gurcay, D. & Gulbas, E. (2015). Development of three-tier heat, temperature and internal energy diagnostic test. *Research in Science & Technological Education, Taylor & Francis*, 02635143.2015.1018154: 1-21.
- [12] Goh, N. K. & Chia, L. S. (1991). A practical way to diagnose pupils' misconceptions in science. *Teaching and Learning*, 6(2): 66-72.
- [13] Hafizah, D., Haris, V., & Eliwatis. (2014). Analisis Miskonsepsi Siswa Melalui Tes Multiple Choice Menggunakan *Certainty Of Response Index* Pada Mata Pelajaran Fisika MAN 1 Bukittinggi. *Edusainstik Jurnal Pendidikan MIPA*, 1(1): 100-103.
- [14] Hammer, D. (1996). More Than Misconceptions : Multiple Perspectives on Student Knowledge and Reasoning, and an Appropriate Role for Education Research. *American Journal of Physics*, 64(10): 1316 - 1325.
- [15] Kurniawan, A. (2013). Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Berbantuan Cmaptools Dalam Pembelajaran Fisika Untuk Meningkatkan Kemampuan Kognitif Dan Mempertahankan Retensi Siswa. UPI. (<http://reporsitory.upi.edu>), diakses 08 Februari 2016.
- [16] Kusumah, F. H. (2013). Diagnosis Miskonsepsi Siswa Pada Materi Kalor Menggunakan Three-Tier Test. UPI. (<http://reporsitory.upi.edu>), diakses 12 Februari 2016.
- [17] Maunah, Nailul & Wasis. (2014). Pengembangan Two-Tier Multiple Choice Diagnostic test Untuk Menganalisis Kesulitan Belajar Siswa Kelas X pada Materi Suhu dan Kalor. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika (JIPF)*, (Online), 3(2): 195-200, (<https://www.scribd.com/doc/225982116/>), diakses 18 Oktober 2015.
- [18] Montfort, D., Brown, S., & Findley, K. (2007). Using interviews to identify student misconceptions in dynamics. *Paper presented at the 37th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*, (10): 10–13, Milwaukee, WI.
- [19] Mosik, P. M. (2010). Usaha Mengurangi Terjadinya Miskonsepsi Fisika Melalui Pembelajaran dengan Pendekatan Konflik Kognitif. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, (6): 98-103, (Online), (<http://journal.unnes.ac.id>), diakses 10 April 2015.
- [20] Schmidt, H. J. (1997). Students' misconceptions - Looking for a pattern. *Science Education*, 81(2): 123-135.
- [21] Silung, S.N.W. (2015). Identifikasi Miskonsepsi Siswa SMA pada Materi Suhu dan Kalor serta Kemungkinan Penyebabnya. *Prosiding Seminar Nasional Jurusan Fisika FMIPA UNESA 2015*: 180-185.
- [22] Susanti, D. (2014). Penyusunan Instrumen Tes Diagnostik Miskonsepsi Fisika SMA Kleas XI Pada Materi Usaha Dan Energi. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 2(2): 16-19.
- [23] Suwanto. (2013). Pengembangan Tes Diagnostik Dalam Pembelajaran. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- [24] Svandova, K. (2014). Secondary School Students' Misconceptions about Photosynthesis and Plant Respiration: Preliminary Results. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 10(1): 59-67.

- [25] Swasono, P. (2002). Pengembangan Pembelajaran Fisika dengan Pendekatan Konflik Kognitif Berbasis Kompetensi Untuk Meluruskan Salah Konsep Fisika Pada Materi Listrik Magnet Bagi Mahasiswa Pendidikan Fisika UM Malang. Malang: JICA.
- [26] Syahrul, D. A. & Setyarsih, W. (2015). Identifikasi Miskonsepsi dan Penyebab Miskonsepsi Siswa dengan Three-tier Diagnostic Test Pada Materi Dinamika Rotasi. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika (JIPF)*, 4(3): 67-70.
- [27] Tayubi, Y. R. (2005). Identifikasi Miskonsepsi Pada Kosep-Konsep Fisika Menggunakan Certainty of Rensponse Index (CRI). *Mimbar Pendidikan UPI*, 24(3): 4-9.
- [28] Thompson, F. & Logue, S. (2006). An exploration of common student misconceptions in science. *International Education Journal*, 7(4): 553-559.
- [29] Tipler, L.P. & Mosca, G. (2008). *Physics for Scientists and Engineers*. Sixth Edition. New York.
- [30] Tsaparlis, G. & Papaphotis, G. (2002). Quantum-chemical concepts: are they suitable for Secondary students? *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 3(2): 129-144.
- [31] Uzuntiryaki, E. & Geban, O. (2005). Effect of conceptual change approach accompanied with concept mapping on understanding of solution concepts. *Instructional Science*, (33): 311-339.
- [32] Wahyuningsih, T. (2013). Pembuatan Instrumen Tes Diagnostik Fisika SMA Kelas XI. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 1(1): 111-117.

Biografi Penulis

Sri Nurul Wahidah Silung, lahir di Mapin Kebak, Sumbawa, NTB tanggal 02 Mei 1991. Penulis menyelesaikan pendidikan TK, SD, SMP, dan SMA di Sumbawa, kemudian melanjutkan pendidikan pada tahun 2009 di Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Mataram, NTB. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 tahun 2013 dan pada tahun 2014 penulis melanjutkan pendidikan S2 di Program Pascasarjana Universitas Negeri Malang.

Sentot Kusairi, menempuh pendidikan terakhir S3 di Program Studi Pendidikan Fisika UNY, Jogjakarta. Selain mengajar, penulis memegang jabatan sebagai Ketua Jurusan Fisika FMIPA UM untuk periode 2015-2019. Fokus kajian riset dari penulis adalah pengembangan perangkat pembelajaran dan penilaian (*assesment*). Penulis merupakan dosen pembimbing I untuk tesis dari penulis utama.

Siti Zulaikah, menempuh pendidikan terakhir S3 Program Studi Fisika di ITB, Bandung. Selain mengajar, penulis memegang jabatan sebagai Ketua KBK Kebumian di Program Studi Fisika FMIPA UM. Penulis merupakan dosen pembimbing II untuk tesis dari penulis utama.