

PENGEMBANGAN TES DIAGNOSTIK MISKONSEPSI EMPAT TAHAP TENTANG KINEMATIKA

**Pujayanto*, Rini Budiharti, Yohannes Radiyono, Niken Rizky Amalia Nuraini,
Hanung Vernanda Putri, Didik Eko Saputro, dan Egy Adhitama**

Pendidikan Fisika Universitas Sebelas Maret

*e-mail: pujayanto@staff.uns.ac.id

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan instrumen Tes Diagnostik Miskonsepsi Empat Tahap Tentang Kinematika (TDMET-K) yang dapat mendeskripsikan profil miskonsepsi guru fisika SMA dengan kriteria baik. Penelitian menggunakan metode penelitian & pengembangan dengan guru fisika SMA di Surakarta sebagai subjek penelitian. Tahapan penelitian terdiri atas kajian literatur untuk menyusun draf awal; uji validitas secara kualitatif oleh dua ahli; uji validitas isi secara kuantitatif menggunakan formula Lawshe; uji coba lapangan awal (6 subjek); uji coba lapangan utama (30 subjek) sebagai bahan untuk menguji reliabilitas menggunakan formula Alpha Cronbach. Hasil uji menjadi bahan revisi sehingga dihasilkan TDMET-K final. Instrumen pengambilan data yang digunakan berupa angket. Analisis data dilakukan secara kuantitatif dan deskriptif kualitatif. Hasil uji kuantitatif menunjukkan bahwa baik item maupun instrumen memenuhi kriteria validitas isi yang baik dan reliabilitas instrumen termasuk kategori tinggi. Penelitian ini telah berhasil mengembangkan instrumen TDMET-K sebanyak 30 butir yang dapat mendeskripsikan profil miskonsepsi guru fisika SMA dengan kriteria baik.

Kata Kunci: *empat tahap, tes diagnostik, profil miskonsepsi*

DEVELOPING FOUR TIER MISCONCEPTION DIAGNOSTIC TEST ABOUT KINEMATICS

Abstract: This study aimed to develop a valid Four Tier Misconception Diagnostic Test about Kinematics that is intended to describe high school physics teacher's misconception profile. This research and development study involved high school physics teachers in Surakarta as the research subjects. The research was conducted in the following stages: literature review to prepare initial draft; qualitative test of validity by two experts; a quantitative test of the content validity using the Lawshe formula; an initial field trial (6 subjects); and a main field trial (30 subjects) to explore the reliability of the test using the Cronbach Alpha formula. The result from the try out was subsequently revised to create the final product. A questionnaire was used to collect the data. Both quantitative and qualitative descriptive analyses were performed. The quantitative test results indicated that both the items and instruments meet the criteria of good content validity and high reliability. This research has developed an instrument consisting of 30 items that can be used to describe high school physics teacher's misconception.

Keywords: *four tier, diagnostic test, misconception profile*

PENDAHULUAN

Pembelajaran Fisika menurut Kurikulum 2013 memiliki tujuan diantaranya ialah agar peserta didik memiliki kemampuan menguasai konsep dan prinsip Fisika serta mempunyai keterampilan mengembangkan pengetahuan, dan sikap percaya diri sebagai bekal untuk melanjutkan pendidikan pada jenjang yang lebih tinggi serta mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi (Suharto, 2015). Berdasarkan pengalaman empiris, Fisika adalah mata pelajaran

yang dianggap menakutkan. Angell, Guttersrud, Henriksen, & Isnes (2004) meneliti bahwa fisika tampak sulit karena memerlukan pemahaman seseorang untuk mengatasi berbagai bentuk representasi yang berbeda (eksperimen, grafik, simbol matematika, deskripsi verbal, dll) secara simultan dan harus mengelola transformasi antara representasi yang berbeda ini. Alhasil, ketidaktuntasan dalam mata pelajaran Fisika kerap terjadi di lingkungan pendidikan formal sehingga menyebabkan tidak tercapainya tujuan pembela-

jaran Fisika seperti yang telah diungkapkan di atas.

Rendahnya kemampuan sains tersebut di atas dimungkinkan erat kaitannya dengan miskonsepsi yang dapat diakibatkan oleh lima hal yaitu: siswa, guru, buku teks, konteks, dan metode mengajar (Suparno, 2005). Dari sini dapat dilihat bahwa guru juga berperan dalam terjadinya miskonsepsi pada siswa bahkan tidak menutup kemungkinan guru itu sendiri yang mengalami miskonsepsi.

Van den Berg (1991, p. 10) menyatakan, "Konsepsi yang berbeda atau bertentangan dengan konsepsi para ahli disebut sebagai miskonsepsi." Senada dengan Van den Berg, disimpulkan oleh Hammer dalam Pesian (2010), miskonsepsi adalah struktur kognitif yang secara kuat tertanam tetapi tidak konsisten dengan konsep saintifik. Namun, definisi menurut Hammer tersebut dapat diartikan bahwa bukan hanya tidak konsisten dengan konsep saintifik, sebuah miskonsepsi pun secara kuat didukung oleh individu tersebut.

Hal tersebut akan lebih sulit untuk diluruskan jika terjadi pada guru yang tidak menyadari bahwa guru tersebut mengalami miskonsepsi. Untuk keperluan ini, dibutuhkan tes diagnostik miskonsepsi untuk guru.

"Istilah diagnostik dapat diuraikan dari asal katanya yaitu diagnosis yang berarti mengidentifikasi penyakit dari gejala-gejala yang ditimbulkannya" (Depdiknas, 2007, p. 2). Mardapi menerangkan bahwa hasil dari tes diagnostik memberikan informasi tentang konsep-konsep yang belum dan telah dipahami, termasuk kesalahan konsep, oleh karenanya tes diagnostik mengandung materi yang dirasa sulit namun tingkat kesulitan tes ini cenderung rendah (2012, p.111). Mehrens & Lehmann (Suwanto, 2013, p.114) menyatakan, "Tes diagnostik yang baik dapat memberikan gambaran akurat tentang miskonsepsi yang dimiliki siswa berdasarkan informasi kesalahan yang dibuatnya."

Tes diagnostik miskonsepsi sendiri dapat disajikan dalam berbagai metode. Sebuah penelitian yang meneliti artikel ilmiah tentang tes diagnostik dengan tahun terbit antara 1980-2014 di Inggris mengungkapkan bahwa dari 273 artikel yang diteliti, 53% menggunakan metode wawancara, 34% tes jawaban terbuka, 32% pilihan ganda, 13% tes pilihan ganda bertahap, dan 9% dengan metode lain-lain (Gurel, Eryilmaz,

& McDermott, 2015). Setiap metode memiliki kekurangan dan kelebihan, namun Reynolds dalam Caleon & Subramaniam (2009) menyatakan bahwa tes pilihan ganda memiliki kelebihan serba guna, efisien, objektif, mudah digunakan, dan lebih sedikit terpengaruh oleh tendensi seseorang dalam menjawab pilihan ganda dengan cara tertentu. Pilihan ganda lebih mudah digunakan daripada metode lainnya terutama jika ingin diujikan pada sebuah populasi. Di lain sisi juga dijelaskan bahwa pilihan ganda memiliki satu kelemahan utama, yaitu tidak bisa membedakan jawaban benar sebab alasan yang benar atau alasan yang salah (Caleon & Subramaniam, 2009). Alhasil tes pilihan multi tahap dikembangkan dengan tujuan mengimbangi kekurangan dari tes pilihan ganda umumnya dalam mendiagnosis miskonsepsi siswa.

Secara umum, tes dua tahap adalah instrumen tes diagnosis seperti pilihan ganda umumnya sebagai tahap pertama, dan di tahap kedua berisi prinsip-prinsip yang relevan yang membenarkan respons pada tahap pertama (Caleon & Subramaniam, 2009). Kelemahan dari tes ini dijelaskan oleh Tamir bahwa pilihan jawaban yang disediakan pada tes dua tahap memberikan petunjuk pada jawaban yang benar yang belum tentu dipikirkan oleh peserta tes ketika peserta tersebut dites dengan jawaban terbuka ataupun wawancara (Gurel et al, 2015). Tes dua tahap belum bisa membedakan salah yang disebabkan karena belum paham konsep atau mengalami miskonsepsi, dan tes tersebut belum bisa membedakan jawaban benar yang disebabkan paham konsep atau tebakan (Gurel et al, 2015). Penambahan tahap diharapkan dapat menjadi jalan keluar permasalahan ini.

Tes tiga tahap sama seperti tes dua tahap yang ditambahkan tahap ketiga berisi pertanyaan mengenai keyakinan peserta tes dengan jawaban yang telah diberikan pada tahap pertama dan kedua. Turgut, Gurbuz, & Turgut (2011) menerangkan bahwa keadaan miskonsepsi pada tes tiga tahap adalah ketika seorang peserta yakin pada jawaban dan alasan yang salah di tahap pertama dan kedua. Namun, kelemahan tes tiga tahap terjadi sebab peserta ditanya mengenai keyakinan pada tahap pertama dan kedua pada saat yang bersamaan. Tidak jelas apakah peserta tes memiliki tingkat keyakinan yang berbeda antara tahap pertama dan kedua (Caleon & Subramaniam, 2009). Dengan demikian dimung-

kinkan tes tiga tahap ini menaksir terlalu rendah proporsi belum paham konsep dan menaksir terlalu tinggi skor peserta paham konsep (Gurel et al, 2015). Oleh karena itu, dewasa ini tes empat tahap dikembangkan. Pada tes empat tahap tingkat keyakinan ditanya pada jawaban dan alasan secara terpisah.

Tes empat tahap merupakan salah satu jenis tes diagnostik pilihan ganda multi tahap. Pada tahap pertama terdiri dari pertanyaan dan pilihan jawaban seperti pada tes pilihan ganda pada umumnya. Pada tahap kedua berisi tingkat keyakinan mengenai jawaban di tahap pertama. Pada tahap ketiga berisi prinsip-prinsip yang relevan yang membenarkan respons pada tahap pertama, sedangkan pada tahap keempat berisi tingkat keyakinan mengenai jawaban di tahap ketiga.

Kinematika merupakan materi yang fenomenanya banyak dijumpai dalam kehidupan sehari-hari mengundang banyak miskonsepsi. Beberapa hasil penelitian miskonsepsi Kinematika dijelaskan berikut. Hasil studi Trowbridge & McDermott (1980) mengatakan bahwa mahasiswa Fisika Pengantar University of Washington yang dapat mendefinisikan kecepatan belum tentu dapat menentukan jika dan kapan dua objek memiliki kecepatan yang sama. Banyak mahasiswa juga masih kesulitan dalam menggambar dan menginterpretasikan grafik (McDermott, Rosenquist, & van Zee, 1987). Temuan yang dihasilkan dari penelitian Bunawan (2015, p. 266) menyatakan, "Pengembangan tes diagnostik pilihan ganda tiga tingkat terhadap mahasiswa calon guru fisika membuka fakta bahwa penguasaan kemampuan representasi grafik berdasarkan level grafik fungsi masih kurang memadai." Hasil studi-studi terdahulu demikian kemudian menjadi dasar pengembangan tes diagnostik untuk guru ini.

Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan instrumen Tes Diagnostik Miskonsepsi Empat Tahap Tentang Kinematika (TDMET-K) yang dapat digunakan untuk mendeskripsikan profil miskonsepsi guru Fisika SMA pada materi Kinematika.

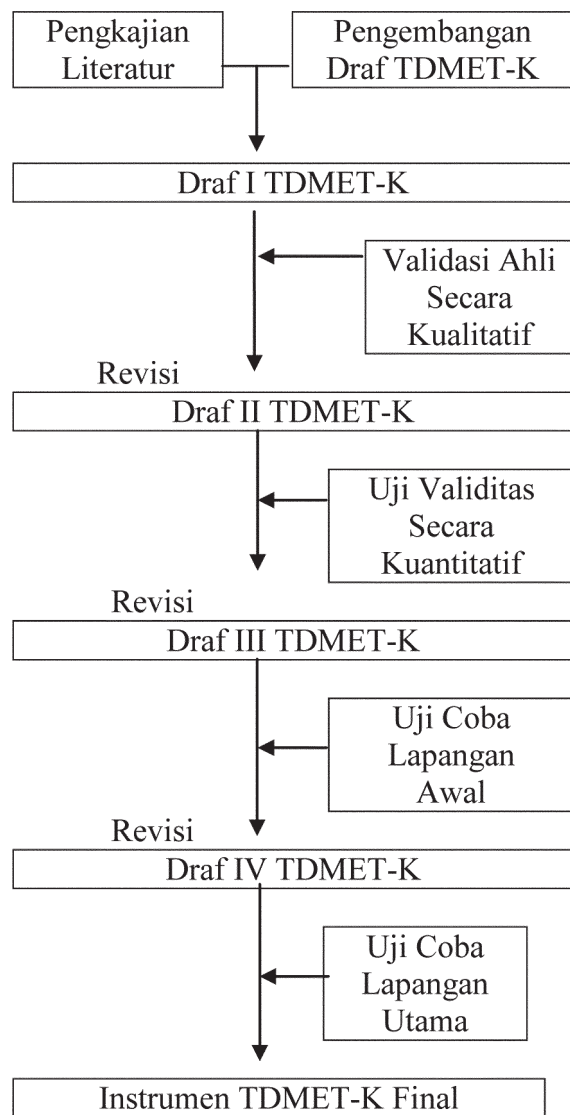
METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari sampai dengan November 2017. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian pengembangan atau *Research and Develop-*

ment (R&D) yang bertujuan untuk merumuskan, memperbaiki, mengembangkan, menghasilkan, menguji keefektifan produk, model, metode/strategi/cara, jasa, prosedur tertentu yang lebih unggul, baru, efektif, efisien, produktif, dan bermakna (Putra, 2012: 67). Dalam hal ini, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan produk berupa instrumen Tes Diagnostik Miskonsepsi Empat Tahap pada materi Kinematika (TDMET-K) yang memenuhi kriteria baik. Subjek penelitian adalah guru SMA di Surakarta. Total subjek berjumlah 36 guru dengan rincian 6 guru pada uji coba lapangan awal (2 laki-laki dan 4 perempuan) dan 30 guru pada uji coba lapangan utama (4 laki-laki dan 26 perempuan). Subjek penelitian dipilih secara acak. Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development*, dengan langkah-langkah sebagai berikut: (1) penelitian pendahuluan dan perencanaan; (2) pengembangan produk; (3) uji coba lapangan awal; (4) revisi produk utama; (5) uji coba lapangan utama; dan (6) revisi produk operasional.

Produk dari penelitian ini adalah instrumen TDMET-K yang dapat digunakan untuk mendeskripsikan profil miskonsepsi guru Fisika SMA pada materi Kinematika. Instrumen tes miskonsepsi yang dikembangkan termasuk tipe empat tahap. Pada tahap pertama adalah pertanyaan pengetahuan tentang materi Kinematika, tahap kedua adalah pertanyaan tentang keyakinan atau *confidence rating* atas jawaban pada tingkat pertama, tahap ketiga adalah penyajian alasan jawaban pada tahap pertama, dan tahap keempat adalah pertanyaan tentang keyakinan (*confidence rating*) atas alasan jawaban pada tingkat ketiga. Dalam hal ini terdiri dari 30 butir soal dengan alokasi waktu 90 menit. Setiap butir tes yang dikembangkan berawal dari forum *Focus Group Discussion* (FGD) yang mengkaji literatur penelitian terdahulu tentang miskonsepsi pada materi Kinematika. Adapun bagan alir prosedur penelitiannya disajikan pada Gambar 1.

Berdasarkan bagan Gambar 1 selanjutnya dapat dijelaskan sebagai berikut. Tahap awal pengembangan adalah dilakukan kajian literatur yang selanjutnya dibahas lebih lanjut dalam FGD sehingga menghasilkan draf I TDMET-K. Draf I tersebut selanjutnya divalidasi secara kualitatif oleh duadosen ahli yang meliputi aspek materi, konstruksi dan bahasa (Depdiknas, 2008) seperti ditunjukkan pada Tabel 1.



Gambar 1. Bagan Alir Prosedur Penelitian

Setelah melewati validasi ahli, selanjutnya instrumen direvisi dan menjadi draf II TDMET-K. Kemudian draf II divalidasi isi oleh 7 panelis. Pada instrumen validasi isi digunakan 4 kategori, yaitu 0: tidak terkait sama sekali dengan isi; 1: agak terkait dengan isi; 2: cukup terkait dengan isi; dan 3: sangat terkait dengan isi. Hasil validasi tersebut dinyatakan sebagai draf III TDMET-K. Hasil tersebut selanjutnya diuji cobakan pada 6 guru Fisika SMA sebagai tahap uji coba lapangan awal untuk diketahui keterbacaannya. Hasil dari uji tersebut kemudian menjadi bahan revisi, menghasilkan draf IV TDMET-K. Selanjutnya dilakukan uji coba lapangan utama, pada subjek sejumlah 30 guru Fisika SMA. Hasil uji coba tersebut menjadi bahan untuk menguji reliabilitas instrumen dengan menggunakan formula *Cronbach Alpha*. Menurut pendapat Supahar, Rosana, Ramadani, & Dewi (2017), dapat disimpulkan bahwa instrumen dikatakan konsisten (reliabel) apabila instrumen dilakukan dari waktu ke waktu tetapi memiliki nilai yang sama. Setelah reliabilitas diuji dan instrumen telah memenuhi kriteria reliabel, selanjutnya akan dihasilkan produk instrumen TDMET-K final.

Data pada penelitian ini berupa data kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif yaitu terdiri dari hasil validasi ahli sebelum uji coba dan masukan dari guru subjek penelitian. Sedangkan data kuantitatif berupa hasil instrumen validasi isi dan hasil uji coba subjek penelitian pada uji coba lapangan utama. Data uji coba lapangan utama tersebut digunakan untuk mengukur reli-

Tabel 1. Kriteria Penelaahan Butir Instrumen (Depdiknas, 2008, p.6)

Aspek	Kriteria Penelaahan
Materi	1. Soal sesuai dengan indikator.
	2. Pilihan jawaban harus homogen dan logis
	3. Pilihan alasan harus homogen dan logis
	4. Isi materi sesuai dengan jenjang, jenis sekolah dan tingkatan kelas
Kontruksi	5. Pokok soal dirumuskan dengan singkat, jelas dan tegas
	6. Pilihan jawaban dirumuskan dengan singkat dan jelas.
	7. Rumusan pokok soal dan pilihan jawaban merupakan pernyataan yang diperlukan.
	8. Pilihan alasan dirumuskan dengan singkat dan jelas.
	9. Pokok soal tidak mengandung pernyataan yang bersifat negatif ganda
	10. Panjang pilihan jawaban relatif sama.
	11. Panjang pilihan alasan relatif sama
	12. Pasangan pilihan jawaban dan alasan mengindikasikan adanya alternatif terjadinya miskonsepsi
	13. Gambar, bagan, sejenisnya disajikan secara jelas
Bahasa	14. Kalimat menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia
	15. Menggunakan bahasa yang komunikatif, sehingga mudah dimengerti.
	16. Tidak menggunakan bahasa yang berlaku setempat
	17. Pilihan jawaban tidak mengulang kata atau frase yang terdapat pada pokok soal.

abilitas instrumen tes. Teknik analisis data yang digunakan adalah teknik analisis kuantitatif dan deskriptif kualitatif. Analisis kuantitatif meliputi uji validitas isi dari 7 panelis (2 ahli dan 5 praktisi) dan reliabilitas instrumen tes berdasarkan data yang diperoleh dari hasil uji coba lapangan utama.

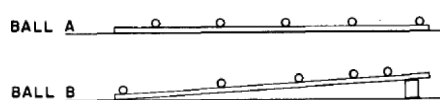
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Pada pengembangan instrumen tes diagnostik *four-tier* ini sebanyak tiga puluh butir TDMET-K telah dikembangkan yang berfungsi untuk mendeskripsikan profil miskonsepsi yang dialami guru Fisika SMA pada materi Kinematika. Pengembangan TDMET-K tersebut telah melewati beberapa tahapan yang akan dijelaskan sebagai berikut.

Tahap Penelitian Pendahuluan dan Perencanaan

Pada tahap ini, penelitian awal dilakukan dengan diskusi forum FGD yang mengkaji literatur pendukung perlunya dilakukan pengembangan TDMET-K. Terdapat beberapa literatur yang dikaji mengenai analisis materi Kinematika dan miskonsepsi yang terjadi pada bidang Kinematika, di antaranya adalah penelitian oleh Trowbridge dan McDermott (1980 dan 1981). Hasil dari kajian literatur ini, diketahui bahwa sering terjadi miskonsepsi di bidang Kinematika, di antaranya pada konsep kecepatan seperti ditunjukkan pada Gambar 2.

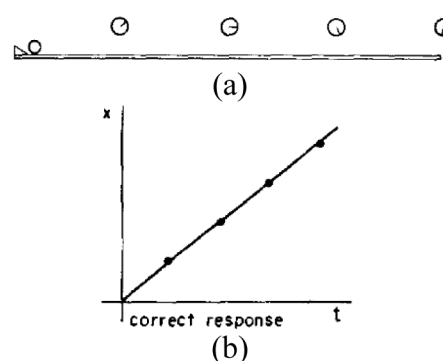


Gambar 2. Soal Perbandingan Laju (Bergerak dari Kiri ke Kanan)

(Sumber: Trowbridge & McDermott, 1987)

Subjek penelitian dalam penelitian Trowbridge dan McDermott (1987) diwawancara mengenai Gambar 2, yaitu rekam jejak 2 bola yang menggelinding dari arah kiri ke kanan. Subjek ditanya, “Apakah bola A dan B sempat memiliki laju yang sama?” Salah seorang subjek penelitian mengungkapkan bahwa dua bola yang mencapai posisi yang sama maka akan memiliki kecepatan yang sama. Subjek lain pun menyebutkan bahwa ketika salah satu bola telah berhasil menyusul bola lain, maka pada momen

itu dua bola memiliki kecepatan yang sama. Hal tersebut kurang tepat. Dua atau lebih benda yang berada di posisi yang sama tidak selalu memiliki kecepatan yang sama. Pada Gambar 2, bola A mengalami gerak dengan kecepatan konstan, dan bola B mengalami gerak yang diperlambat, ketika berpapasan di posisi yang sama dapat memiliki kecepatan yang berbeda.

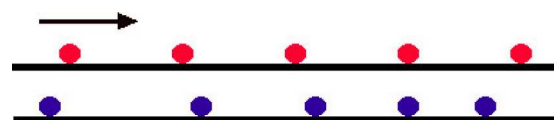


Gambar 3a. Bola Bergerak Lurus Beraturan dari Kiri ke Kanan

b. Grafik Posisi-Waktu dari Gerak Bola

(Sumber : McDermott et al., 1987)

Atas dasar penelitian Trowbridge dan McDermott (1980 dan 1981), McDermott, et al (1987), dan beberapa studi lain mengenai konsep Kinematika, Jurusan Fisika Universitas Montana mengembangkan soal-soal tentang miskonsepsi pada Kinematika yang dipublikasikan secara umum di halaman website Pusat Informasi Kesulitan Siswa dalam Fisika. Di halaman tersebut dikaji fenomena-fenomena miskonsepsi di bidang Kinematika dan beberapa bidang lain. Di antaranya seperti yang diilustrasikan Gambar 4.



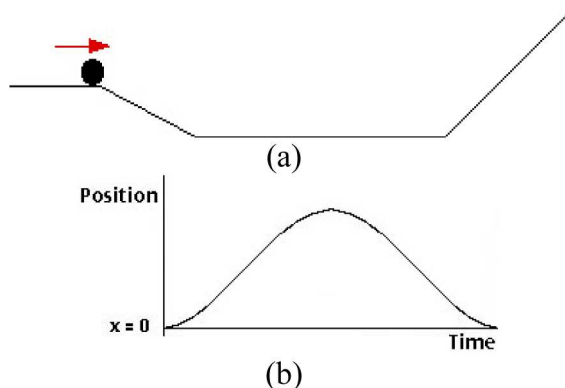
Gambar 4. Rekam Jejak Dua Bola

(Sumber: Physics Department, Montana University, 2012)

Pengunjung *website* diminta menentukan di mana kedua bola memiliki kecepatan yang sama. Pengunjung yang mengalami miskonsepsi kemungkinan akan menjawab pada rekam jejak ke-4 (ketika bola merah tepat di atas bola biru). Hal tersebut tidak tepat. Dapat diperhatikan secara kualitatif bahwa bola merah mengalami Gerak Lurus Beraturan (GLB), sedangkan bola biru mengalami Gerak Lurus Berubah Beraturan

(GLBB) diperlambat. Kedua bola memiliki kecepatan yang sama ketika di antara rekam jejak kedua dan ketiga. Hal ini ditandai dengan kedua bola memiliki jarak yang sama pada selang waktu rekam jejak kedua dan ketiga.

Contoh lain pembahasan yang terdapat di halaman website tersebut adalah pembahasan mengenai Gambar 5. Pengunjung diminta untuk menggambar sketsa grafik posisi terhadap waktu dari gerak bola yang meluncur pada suatu lintasan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5a. Pengunjung website yang mengalami miskonsepsi kemungkinan besar akan menggambar grafik dengan bentuk serupa lintasan yang ditempuh dari bola tersebut. Hal ini tidak tepat. Pada awal gerak, bola mengalami percepatan, sehingga kemiringan dari grafik adalah positif. Sedangkan di akhir gerak, bola mengalami perlambatan seiring dengan lintasan yang menanjak, maka kemiringan dari akhir grafik adalah negatif. Sketsa grafik yang tepat akan menyerupai sebuah parabola, seperti yang diilustrasikan pada Gambar 5b.



Gambar 5a. Ilustrasi Bola yang Meluncur pada Suatu Lintasan, b. Sketsa Grafik Posisi terhadap Waktu dari Gerak Bola

(Sumber: Physics Department, Montana University, 2012)

Pembahasan mengenai Gambar 4, Gambar 5, dan pembahasan-pembahasan lainnya di halaman *website* Jurusan Fisika Universitas Montana tersebut dikaji oleh penelitian ini melalui FGD, kemudian diterjemahkan dan/atau dimodifikasi atau dikembangkan sehingga terbentuklah draf I instrumen TDMET-K.

Adapun perencanaan penyusunan draf instrumen TDMET-K dilakukan dengan mengkaji literatur mengenai tes empat tahap dan analisisnya. Literatur yang dijadikan dasar kajian di antaranya penelitian oleh Caleon & Subramaniam (2009), Kaltacki (2012), Ismail et al. (2015),

dan Gurel et al. (2015). Penelitian Gurel menjadi dasar pengambilan keputusan pada tes empat tahap yang digunakan dalam penelitian ini. Kriteria pengambilan keputusan pada penelitian ini diilustrasikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Pengambilan Keputusan pada TDMET-K (Gurel et al., 2015)

Tahap				Keputusan
I	II	III	IV	
B	Y	B	Y	Paham
B	Y	B	TY	Belum Paham
B	TY	B	Y	Belum Paham
B	TY	B	TY	Belum Paham
B	Y	S	Y	Miskonsepsi
B	Y	S	TY	Belum Paham
B	TY	S	Y	Belum Paham
B	TY	S	TY	Belum Paham
S	Y	B	Y	Belum Paham
S	Y	B	TY	Belum Paham
S	TY	B	Y	Belum Paham
S	TY	B	TY	Belum Paham
S	Y	S	Y	Miskonsepsi
S	Y	S	TY	Belum Paham
S	TY	S	Y	Belum Paham
S	TY	S	TY	Belum Paham

B: Benar; S: Salah; Y: Yakin; TY: Tidak Yakin

Di lain sisi, penelitian pengembangan instrumen tes diagnostik untuk evaluasi diri guru masih sangat minim dijumpai. Hal tersebut mendorong dibuatnya TDMET-K.

Tahap Pengembangan Produk Awal

Setelah literatur dikaji, draf I instrumen TDMET-K mulai disusun melalui forum FGD. Draf I instrumen TDMET-K awalnya disusun antara tim peneliti dan melibatkan sejumlah mahasiswa program studi Pendidikan Fisika UNS untuk mendapat masukan. Sejumlah mahasiswa diminta mengerjakan draf awal tersebut dengan bentuk *open ended test*.

Open ended test adalah soal pilihan ganda seperti pada umumnya, namun peserta diminta menuliskan alasan yang melatarbelakangi peserta tersebut memilih jawaban yang dipilih. Jawaban bebas dari mahasiswa tersebut menjadi penyempurna opsi pada tahap ketiga (tahap alasan) TDMET-K yang sebelumnya telah disusun dari kajian literatur. Alhasil tersusunlah draf I instrumen TDMET-K. Adapun distribusi sub konsep pada TDMET-K dapat dilihat di Tabel 3.

Tiga puluh butir soal TDMET-K selanjutnya divalidasi ahli. Proses validasi instrumen tes

diagnostik meliputi tiga bidang kriteria penelaahan, yaitu materi, konstruksi, dan bahasa, seperti ditunjukkan pada Tabel 3.

Adapun ringkasan hasil validasi instrumen tes diagnostik oleh Validator adalah sebagai berikut:

Dari 30 soal yang divalidasi oleh validator pertama, sebanyak 10 item soal diterima tanpa revisi dan 20 item soal diterima dengan revisi dengan rincian pada Tabel 4. Soal paling banyak mengalami revisi pada bagian keterangan yang kurang dicantumkan pada soal yang terdapat gambar di dalamnya. Serta terdapat pula soal yang di dalamnya mengandung persepsi ganda. Catatan/saran yang diberikan oleh validator pertama antara lain:

- 1) Soal yang kalimatnya mengandung pernyataan yang bermakna ganda maka kalimat tersebut diperbaiki dan redaksi kalimat tersebut dibuat lebih jelas seperti pada nomor 3, 10, 11, 12, 13, & 26.
- 2) Soal yang penyajian gambarnya kurang jelas maka gambarnya dibuat lebih jelas lagi dengan menyertakan keterangan yang dibutuhkan seperti pada nomor 5, 6, 7, 18, 20, 22, & 24.
- 3) Soal dengan angka perhitungan yang keliru maka diperbaiki sesuai dengan perhitungan yang benar, seperti pada nomor 9.
- 4) Soal-soal yang memerlukan keterangan, maka perlu ditambahkan informasi pendukung seperti pada nomor 4 & 8.

- 5) Soal yang antarpilihan panjangnya terlalu timpang agar direvisi seperti pada nomor 14, 15, 23, & 28.

Contoh soal yang direvisi dengan arahan dari validator pertama dapat dilihat di Tabel 5. Pada tabel tersebut diperlihatkan butir nomor 4 dan nomor 9 sebelum dan setelah divalidasi. Pada nomor 4, Validator pertama menyarankan agar diberi penjelasan yang menyatakan bahwa Hendra memiliki laju yang sama dengan mobil biru. Jika besar kecepatan keduanya tidak sama, maka tidak akan terbentuk sudut 45° seperti yang diharapkan pada opsi (1). Alhasil ilustrasi Hendra yang semula dilambangkan dengan orang berjalan diganti dengan mobil oranye, dengan diberi kalimat penegas, “jika laju kedua mobil sama besar”. Dengan laju yang sama besar, maka jawaban yang benar untuk tahap pertama adalah pilihan (1).

Sedangkan pada nomor 9, ketika informasi yang ada pada nomor 9 dimasukkan ke dalam rumus GLBB, hasil yang didapat tidak sesuai dengan pilihan yang ada. Setelah diusut, barulah disadari bahwa anak tersebut tidak memiliki jarak awal dari titik acu yaitu bangku taman ($s_0 = 0$). Alhasil, didiskusikan kembali angka yang tepat yang sesuai dengan ilustrasi agar didapatkan kombinasi yang tepat antara soal dan jawaban.

Dari 30 soal yang divalidasi oleh validator kedua, sebanyak 11 diterima tanpa revisi dan 19 butir diterima dengan revisi. Sama halnya de-

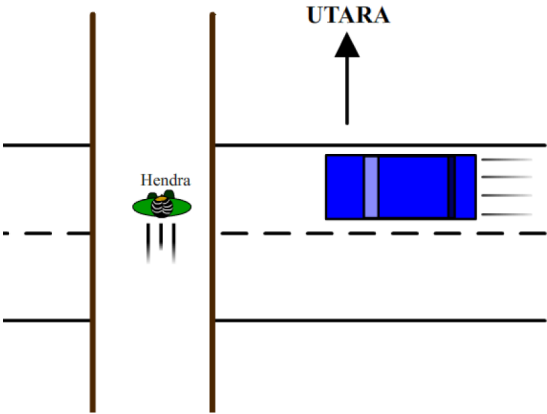
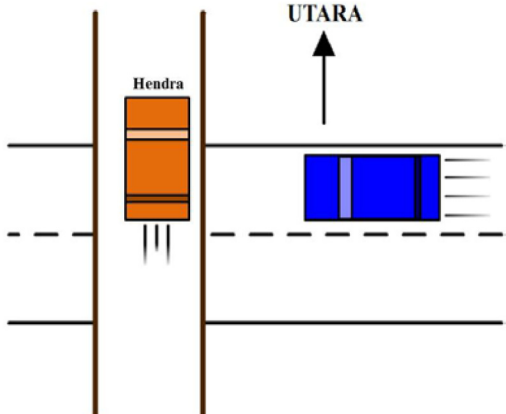




Tabel 3. Distribusi Sub Konsep TDMET-K

No.	Sub Konsep	No. Soal
1	Perpindahan & Jarak	1, 2
2	Kecepatan	3, 4
3	Hubungan Posisi & Kelajuan	5, 6, 7
4	Kelajuan & Kecepatan Rata-Rata	8, 9
5	Perlajuan Rata-Rata & Percepatan	9, 10, 11, 12, 13, 25
6	Hubungan Kecepatan dan Percepatan	11, 12, 14, 15, 16
7	Grafik Posisi sebagai Fungsi Waktu	17, 18, 19, 20
8	Grafik Kecepatan sebagai Fungsi Waktu	21, 22, 23
9	Grafik Kelajuan sebagai Fungsi Waktu	24
10	GLB	18, 6
11	GLBB	5, 9, 16, 21, 25
12	Gerak Jatuh Bebas	21, 24, 26, 27, 28
13	Gerak Melingkar	11, 12, 29, 30

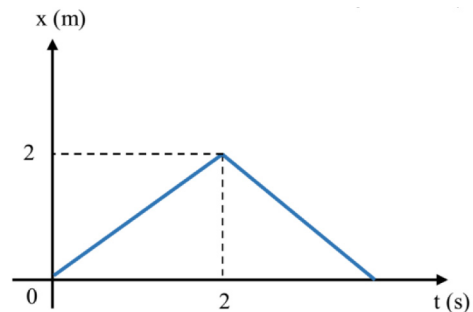
Tabel 4. Ringkasan Hasil Validasi

	Validator 1	Validator 2
Soal Diterima Tanpa Revisi	1, 2, 16, 17, 19, 21, 25, 27, 29, 30	1, 2, 11, 12, 14, 17, 19, 21, 23, 27, 29
Soal Diterima Dengan Revisi	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 20, 22, 23, 24, 26, 28	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 15, 16, 18, 20, 22, 24, 25, 26, 30

Tabel 5. Butir Nomor 4 Setelah dan Sebelum Divalidasi

Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
<p>4. Hendra berjalan ke arah Utara pada sebuah jembatan penyeberangan. Sebuah mobil bergerak di bawah jembatan tersebut ke arah Barat, seperti terlihat pada gambar berikut.</p>  <p style="text-align: center;">UTARA</p>	<p>4. Hendra mengendarai mobil ke arah Utara pada sebuah jembatan <i>fly over</i>. Sebuah mobil biru bergerak di bawah <i>fly over</i> tersebut ke arah Barat, seperti terlihat pada gambar berikut.</p>  <p style="text-align: center;">UTARA</p>
<p>Bagaimanakah vektor kecepatan mobil yang dilihat oleh Hendra?</p> <p><i>Jawaban:</i> (1)  (2) </p>	<p>Jika laju kedua mobil sama besar, bagaimanakah vektor kecepatan mobil biru yang dilihat oleh Hendra?</p> <p><i>Jawaban:</i> (1)  (2) </p>
<p>9. Seorang anak yang mula-mula diam, bergerak meninggalkan sebuah kursi taman. Dia bergerak lurus dipercepat beraturan. Selama detik pertama, dia berjalan sepanjang 1 m. Selama detik kedua, dia berlari sepanjang 2 m. Dan selama detik ketiga, dia berlari sepanjang 3 m. Berapakah kelajuan rata-rata dan besarnya percepatan anak itu?</p> <p><i>Jawaban:</i> (1) Kelajuan rata-rata = 2 m/s ; besarnya percepatan = 1m/s² (2) Kelajuan rata-rata = 1 m/s ; besarnya percepatan = 1m/s²</p>	<p>9. Seorang anak yang mula-mula diam, bergerak meninggalkan sebuah kursi taman. Dia bergerak lurus dipercepat beraturan. Selama detik pertama dia berjalan sepanjang m. Selama detik kedua dia berlari sepanjang 2 m. Dan selama detik ketiga dia berlari sepanjang m. Berapakah kelajuan rata-rata dan besarnya percepatan anak itu?</p> <p><i>Jawaban:</i> (1) Kelajuan rata-rata = 2 m/s ; besarnya percepatan = 1m/s² (2) Kelajuan rata-rata = 1 m/s ; besarnya percepatan = 1m/s²</p>

ngan validator pertama, mayoritas soal yang direvisi disebabkan karena kurangnya keterangan yang dicantumkan di dalam soal tersebut, seperti nomor 18 pada Gambar 6. Walaupun grafik terlihat simetris, seharusnya ada informasi tambahan setelah detik kedua, yaitu besar detik ketika kurva menyentuh sumbu *x*. Jika tidak diberi informasi tambahan, maka peserta terpaksa harus menebak nilai pada grafik. Selain itu, catatan/saran yang diberikan oleh validator kedua antara lain memperbaiki redaksi kalimat dari soal yang belum sesuai kalimatnya atau belum memiliki hubungan yang jelas seperti pada nomor 3 dan 19.



Gambar 6. Grafik pada Nomor 18 Sebelum Direvisi

Selain mengenai redaksi soal TDMET-K, Validator pertama pun menyoroti redaksi petunjuk pengerjaan TDMET-K. Petunjuk pengerjaan

Tabel 6. Petunjuk Pengerjaan Sebelum dan Sesudah Direvisi

Sebelum revisi
5. Berilah tanda silang (X) pada salah satu pilihan jawaban (1) atau (2) sebagai jawaban yang anda anggap benar.
6. Berilah tanda silang (X) pada pilihan (1) apabila anda YAKIN atau (0) apabila anda TIDAK YAKIN, sebagai pernyataan tingkat keyakinan anda menjawab.
7. Berilah tanda silang (X) pada (A), (B) atau (C) sebagai alasan dari pernyataan yang anda anggap paling benar.
8. Berilah tanda silang (X) pada pilihan (1) apabila anda YAKIN atau (0) apabila anda TIDAK YAKIN, sebagai pernyataan tingkat keyakinan anda memberi alasan.
Sesudah revisi
5. Berilah tanda silang (X) pada salah satu pilihan jawaban (1) atau (2) sebagai jawaban yang anda anggap benar.
6. Berilah tanda silang (X) pada salah satu pilihan keyakinan memilih jawaban (1) apabila anda YAKIN atau (0) apabila anda TIDAK YAKIN, sebagai pernyataan tingkat keyakinan anda menjawab.
7. Berilah tanda silang (X) pada salah satu pilihan alasan (A), (B) atau (C) sebagai alasan dari pernyataan yang anda anggap paling benar.
8. Berilah tanda silang (X) pada salah satu pilihan keyakinan memilih alasan (1) apabila anda YAKIN atau (0) apabila anda TIDAK YAKIN, sebagai pernyataan tingkat keyakinan anda memberi alasan.

diberi penekanan dengan dipertebal dan diberi keterangan tambahan yang memperjelas petunjuk pengerjaan. Pada Tabel 6 ditunjukkan petunjuk pengerjaan nomor 5 sampai dengan nomor 8 sebelum dan sesudah direvisi.

Berdasarkan hasil validasi oleh validator tersebut, dilakukan revisi terhadap instrumen TDMET-K dan dihasilkan draf II instrumen TDMET-K. Selanjutnya draf instrumen tersebut diuji validitas isinya oleh 7 orang panelis yang terdiri atas 2 ahli dan 5 praktisi. Hasil uji dengan formula Lawshe dengan Ms. Excel menunjukkan bahwa validitas isi item sebanyak 30 butir item semuanya memiliki nilai koefisien V di atas 0,75. Sedangkan validitas instrumen diperoleh nilai koefisien V sebesar 0,88. Dengan demikian validitas item dan instrumen TDMET-K dikatakan valid karena lebih besar dari 0,75. Dengan demikian tidak ada butir draf II instrumen TDMET-K yang ditolak dan dapat dilanjutkan ke tahap selanjutnya, yaitu tahap uji coba lapangan awal kepada guru yang menjadi subjek penelitian. Hasil analisis tersebut dinyatakan sebagai draf III instrumen TDMET-K.

Tahap Uji Coba Lapangan Awal

Tahap uji coba lapangan awal dilakukan pada 6 guru Fisika SMA di Surakarta. Tahap uji coba ini dilakukan untuk mengetahui tingkat keterbacaan dari draf III instrumen TDMET-K yang telah disusun. Secara menyeluruh hasil uji coba lapangan awal ini dapat disimpulkan bahwa seluruh butir tes diagnostik sudah dapat dipahami. Hal tersebut menunjukkan bahwa tingkat keterbacaan draf III instrumen TDMET-K sudah baik. Meskipun demikian untuk lebih menyempurna-

kan instrumen tersebut ada sejumlah catatan dan saran yang diberikan, salah satu contoh masukan adalah terdapat beberapa ketidaksesuaian tata letak gambar dengan teks, seperti kata “gambar di atas” padahal gambar terletak di bawah teks seperti pada nomor 24. Selain itu, masukan lainnya juga diberikan pada nomor 19 seperti yang ditunjukkan pada Tabel 7.

Tahap Revisi Produk Utama

Revisi produk utama dilakukan berdasarkan catatan/saran pada uji coba lapangan awal untuk menyempurnakan struktur butir draf II instrumen TDMET-K tersebut. Revisi dilakukan sesuai yang disarankan oleh subjek uji coba lapangan awal.

Sebelum direvisi, butir nomor 19 menimbulkan kebingungan pada guru yang mengerjakan uji coba lapangan awal. Opsi (2) yang berisi “Selama 4 sekon sepeda menempuh jarak 10 m” mengindikasikan bahwa sepeda terus bergerak selama interval waktu 4 sekon. Padahal sepeda hanya bergerak selama 2 detik awal. Hal tersebut dirasa menjadikan opsi (2) tidak cocok dengan alasan (C) yang merupakan kunci jawaban paham konsep untuk nomor 19.

Alhasil, kalimat pada pilihan (2) direvisi menjadi: Selama 6 sekon sepeda menempuh jarak 10 m. Adanya revisi tersebut diubah menjadi 6 dan bukan 2 sekon, sebab butir soal nomor 19 ini sengaja ingin mengetahui pemahaman peserta bahwa sepeda hanya bergerak di 2 detik pertama dan selebihnya berhenti. Dipilihnya 6 sekon adalah sebab angka 6 telah tertera pada gambar, sedangkan informasi 4 sekon tidak tertera.

Hasil dari revisi disebut sebagai draf IV instrumen TDMET-K dan selanjutnya diuji kembali pada tahap uji coba lapangan utama.

Tahap Uji Coba Lapangan Utama

Draf IV Instrumen TDMET-K kembali diujikan kepada guru yang berbeda dengan jumlah keseluruhan 30 guru Fisika SMA di Surakarta. Uji coba yang dilakukan serupa dengan uji coba lapangan awal.

Selanjutnya dari hasil uji coba lapangan utama dihitung koefisien reliabilitasnya. Hasil perhitungan dengan formula *Cronbach Alpha* menggunakan Ms. Excel diperoleh besarnya koefisien reliabilitas instrumen tes adalah 0,70. Nilai tersebut diinterpretasikan bahwa instrumen TDMET-K memiliki koefisien reliabilitas tinggi (Sudiyono, 2008).

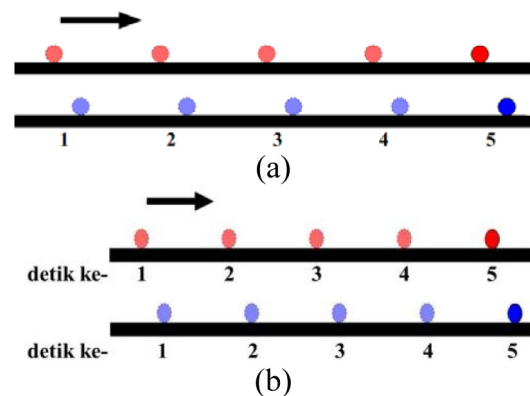
Tahap Revisi Produk Operasional

Revisi dilakukan sesuai catatan dan saran dari keseluruhan guru pada uji coba lapangan utama, di antaranya adalah:

- Perlu diperbaiki pada beberapa kata yang salah ketik dan membingungkan.
- Perlu direvisi pada petunjuk (26 butir soal diganti dengan 30 butir).

Perlu tambahan keterangan pada redaksi soal, seperti pada soal rekam jejak bola yang menggelinding lebih baik diberikan keterangan jarak (nomor 5, 6, dan 7).

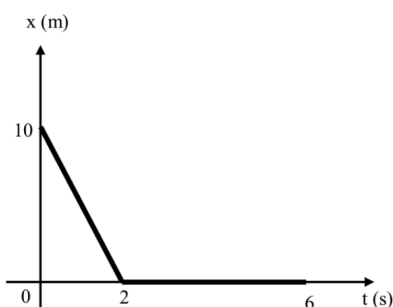
Saran a dan b dijadikan bahan revisi. Adapun saran c tidak dilaksanakan karena grup riset merasa jarak antarbola sudah cukup signifikan, terutama dengan telah ditambahkan informasi “detik ke-“ pada gambar sesuai hasil validasi, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7. Penambahan keterangan jarak ditakutkan akan membuat peserta tes TDMET-K kurang dalam menganalisis permasalahan yang ada dalam ilustrasi yang diberikan.



Gambar 7a. Ilustrasi Nomor 6 Sebelum Direvisi, b. Setelah Direvisi

Tabel 7. Soal Nomor 19 Sebelum Direvisi

Perhatikan gambar grafik di bawah ini!



Gerak sepeda yang grafiknya menyerupai gambar di atas adalah ...

Jawaban:

- Sepeda meluncur pada bidang miring dan datar.
- Selama 4 sekon sepeda menempuh jarak 10 m.

Apakah Anda yakin akan jawaban tersebut?

- (1) Ya (2) Tidak

Alasan:

- Sepeda dipercepat selama 2 sekon kemudian bergerak dengan kecepatan konstan.
- Sepeda diperlambat selama 2 sekon kemudian berhenti.
- Sepeda bergerak menuju titik acuan selama 2 sekon kemudian berhenti.

Apakah Anda yakin akan jawaban tersebut?

- (1) Ya (2) Tidak

Tabel 8. Tes Diagnostik Empat Tahap pada Bidang Sains

Bidang	Tes Diagnostik Empat Tahap	Referensi
Fisika	<i>Four Tier Wave Diagnostic Instrument</i> (4WADI) <i>Four Tier Geometrical Test</i> (FTGOT)	Caleon & Subramaniam (2009) Gurel (2012)
Kimia	Thermodynamics Diagnostic Instrument (THEDI)	Sreenivasulu & Subramaniam (2013)
Biologi	<i>Diffusion and Osmosis Diagnostic Test</i> (DOTD)	Odom & Barrow (2007)

Pembahasan

Miskonsepsi telah menyorot perhatian banyak peneliti dari dulu hingga saat ini. Banyak penelitian telah dilakukan untuk mengidentifikasi miskonsepsi, diantaranya dilakukan oleh Hale (1996) yang meneliti konsepsi dan miskonsepsi mengenai grafik-grafik Kinematika, Turgut, et al. (2011) yang meneliti miskonsepsi mengenai rangkaian listrik pada siswa kelas X, Zulfiani, Junaengsih, Suwarna, & Mulama (2014) yang meneliti miskonsepsi di bidang biologi, kimia, dan fisika pada mahasiswa pendidikan IPA UIN Syarif Hidayatullah Jakarta. Kesemuanya menunjukkan hasil bahwa miskonsepsi jelas terjadi. Sedangkan peneliti yang mengembangkan tes diagnostik empat tahap untuk mendiagnosis miskonsepsi dapat dilihat pada Tabel 8. Dari penelitian-penelitian tersebut, tes diagnostik empat tahap terbukti dapat membaca lebih baik pemahaman peserta ujian karena dapat membedakan paham konsep, kurang paham konsep, miskonsepsi, *false positive*, *false negative*, dan juga *mistake*. Pada 4WADI dan FTGOT yang terdapat di Tabel 8, keduanya menggunakan skala Likert 4 skala dan 6 skala pada tahap *confidence rating*. Namun pada TDMET-K ini hanya menggunakan dua tahap, yaitu: Yakin atau Tidak Yakin. Hal tersebut memiliki keunggulan lebih minimalis dan merujuk pada tes diagnostik yang dikembangkan Kanli (2014); Korur(2015); Arslan, et al.(2012); dan Pesman & Erylmaz (2010).

SIMPULAN

Instrumen Tes Diagnostik Miskonsepsi Empat Tahap Tentang Kinematika (TDMET-K) merupakan tes diagnostik yang terdiri atas 30 butir, dengan tahap pertama adalah soal dengan dua opsi, tahap ketiga adalah alasan dengan tiga opsi, serta tahap kedua dan keempat merupakan pertanyaan mengenai keyakinan peserta dalam menjawab. TDMET-K telah divalidasi oleh ahli, dengan hasil sebanyak 10 item soal diterima tanpa revisi dan 20 item soal diterima dengan revisi dari validator pertama. Sedangkan oleh validator kedua, sebanyak 11 diterima

tanpa revisi dan 19 butir diterima dengan revisi. TDMET-K kemudian dihitung validitas isinya, dan didapatkan nilai koefisien reliabilitas 0,88 (valid). Selanjutnya instrumen diujikan kepada guru dalam beberapa tahap uji dan kemudian direvisi sesuai saran validasi empirik tersebut. Selain itu, dihitung pula kereliabilisan instrumen dan didapatkan bahwa TDMET-K adalah instrumen yang reliabel. Alhasil, telah berhasil dikembangkan instrumen TDMET-K yang memenuhi kriteria baik. Langkah-langkah penelitian yang telah dilakukan adalah: (1) diskusi dalam forum FGD yang mengkaji literatur penelitian terdahulu tentang miskonsepsi pada materi Kinematika dan tentang tes empat tahap sehingga menjadi draf I instrumen TDMET-K, (2) draf I divalidasi oleh 2 ahli dan selanjutnya direvisi sehingga menghasilkan draf II TDMET-K, (3) draf II TDMET-K diujikan pada 6 guru Fisika SMA dalam uji coba lapangan awal, (4) revisi berdasarkan hasil uji coba sehingga dihasilkan draf III TDMET-K, (5) draf III TDMET-K diuji coba lapangan utama pada 30 guru Fisika SMA, dan (6) revisi berdasarkan hasil uji coba sehingga dihasilkan produk TDMET-K final.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada dua dosen ahli (Sukarmin, S.Pd., M.Si., Ph.D. dan Dr. Sarwanto, S.Pd., M.Si.) yang telah memberikan pertimbangan dalam validasi butir-butir instrumen TDMET-K. Terima kasih pula kepada pimpinan UNS dan Ditjen Pendidikan Tinggi atas dukungan yang telah diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

Angell, C., Guttersrud, Ø., Henriksen, E. K., & Isnes, A. 2004. Physics: Frightful, But Fun, Pupils' and Teachers' Views of Physics and Physics Teaching. *Science Education*, 88(5), 683- 706. doi: 10.1002/sce.10141

Arikunto, S. 2012. *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.

- Arslan, H. O., C. Cigdemoglu, and C. Moseley. 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. doi:10.1080/09500693.2012.680618.
- Bunawan, W., Setiawan, A., Rusli, A., & Nahadi. 2015. Penilaian Pemahaman Representasi Grafik Materi Optika Geometri, *Cakrawala Pendidikan*, 34(2), 257-267. doi: <http://dx.doi.org/10.21831/cp.v2i2.4830>
- Caleon, I. S. & Subramaniam, R. 2009. 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*. 40, 313-337. doi: 10.1007/s11165-009-9122-4
- Departemen Pendidikan Nasional. 2007. *Tes Diagnostik*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Departemen Pendidikan Nasional. 2008. *Panduan Analisis Butir Soal*. Dirjen Pendidikan Dasar dan Menengah, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas.
- Effendi, R. 2010, 11 - 12 Mei. Kemampuan Fisika Siswa Indonesia Dalam TIMSS (Trends of International on Mathematics and Science Study). Paper dipresentasikan pada Seminar Nasional Fisika, ITB, Indonesia.
- Gurel, D. K. 2012. *Development and application of a four-tier test to assess pre-service physics teachers' misconceptions about geometrical optics*. Unpublished PhD Thesis, Middle East Technical University, Ankara, Turkey.
- Gurel, D. K., Eryilmaz, A., & 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(5), 989-1008. doi: 10.12973/eurasia.2015.1369a
- Hale, P. L. 1996. *Building Conceptions and Repairing Misconceptions In Student Understanding of Kinematic Graphs – Using Student Discourse in Calculator Based Laboratories*. Unpublished PhD Thesis, Oregon State University, Oregon.
- Jubaedah, D.S, Ida K., Iyon S., Achmad S., Endi S. 2017. Pengembangan Tes Diagnostik Berformat Four-Tier Untuk Mengidentifikasi Miskonsepsi Siswa Pada Topik Usaha Dan Energi dalam *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF2017*.
- Kanli, U. 2014. A Study on Identifying the Misconceptions of Pre-Service and N-Service Teachers about Basic Astronomy Concepts. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*. 10 (5), 471–479. doi:10.12973/eurasia.2014.1120a.
- Korur, F. 2015. Exploring Seventh-Grade Students' and Pre-Service Science Teachers' Misconceptions in Astronomical Concepts. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*. 11 (5), 1041–1060. doi:10.12973/eurasia.2015.1373a.
- Mardapi, Dj. 2012. *Pengukuran, Penilaian, dan Evaluasi Pendidikan*. Yogyakarta: Nuha Medika.
- Mardapi, Dj. 2017. *Pengukuran, Penilaian, dan Evaluasi Pendidikan*. Yogyakarta: Parama Publishing.
- McDermott, L. C., Rosenquist, M. L., & van Zee, E. H. 1987. Student Difficulties in Connecting Graphs and Physics: Examples from Kinematics, *American Journal of Physics*, 55(6), 503-513. doi: <http://dx.doi.org/10.1119/1.15104>
- Odom, A.L., & Barrow, L.H. 2007. High school biology students' knowledge and certainty about diffusion and osmosis concepts, *School Science and Mathematics*, 107, 94–101. doi: <https://doi.org/full/10.1111/j.1949-8594.2007.tb17775.x>
- Pesman, H. 2010. Development of a Three-Tier Test to Assess Misconceptions About

- Simple Electric Circuits, *The Journal of Education Research*. Vol. 103, 208-222, doi: 10.1080/00220670903383002
- Physics Department, Montana University, Montana. www.physics.montana.edu/phised/misconceptions, diunduh pada 2012.
- Putra, N. 2012. *Research & Development, Penelitian dan Pengembangan: Suatu Pengantar*. Jakarta: PT RajaGrafindo Persada.
- Sreenivasulu, B. & Subramaniam, R. 2013. University students' understanding of chemical thermodynamics. *International Journal of Science Education*, 35(4), 601-635. doi: <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.683460>
- Sudiyono, A. 2008. *Pengantar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Suharto. 2015. *Materi Pelatihan Guru: Implementasi Kurikulum 2013 Tahun 2015*. Diperoleh dari https://www.academia.edu/31323334/Modul_Pelatihan_K2013_SMA_Fisika.doc
- Supahar, Rosana, D., Ramadani, M., & Dewi, D. K. 2017. The Instrument for Assessing the Performance of Science Process Skills Based on Nature of Science (NOS). *Cakrawala Pendidikan*, 36(3), 435-445. <https://journal.uny.ac.id/index.php/cp/article/view/14731>
- Suparno, P. 2005. *Miskonsepsi dan Perubahan Konsep dalam Pendidikan Fisika*. Jakarta: PT. Grasindo Anggota Ikapi.
- Suwarto. 2013. *Pengembangan Tes Diagnostik dalam Pembelajaran (Panduan Praktis Bagi Pendidik dan Calon Pendidik)*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Trowbridge, D. E. & McDermott, L. C. 1980. Investigation of Student Understanding of The Concept of Velocity in One Dimension, *American Journal of Physics*, 18(12), 1020-1028. Doi: 10.1119/1.12298
- Trowbridge, D. E. & McDermott, L. C. 1981. Investigation of Student Understanding of The Concept of Acceleration in One Dimension, *American Journal of Physics*, 49(3), 242-253. doi: 10.1119/1.12525
- Turgut, U., Gurbuz, F., & Turgut, G. 2011. An Investigation 10th Grade Students' Misconception About Electric Current, *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 15, 1965-1971. doi: 10.1016/j.sbspro.2011.04.036
- Van den Berg, E. 1991. *Miskonsepsi Fisika dan Remediasi*. Salatiga: Universitas Kristen Satya Wacana.
- Zulfiani, Junaengsih, N., Suwarna, I. P., & Mula-ma, B. 2014. *Proceeding of International Conference on Research, Implementation and Education of Mathematics and Sciences*, pp. 135-146, UNY, Yogyakarta.