

Tes Isomorfik Berbasis Komputer untuk Diagnostik Miskonsepsi Diri pada Materi Gaya dan Hukum Newton

Muchammad Akbar Nadhiif¹⁾, Markus Diantoro²⁾, Sutopo²⁾

¹⁾Tazkia IIBS Malang

²⁾Pendidikan Fisika–Universitas Negeri Malang

Jl. Tirto Sentono No.15, Landungsari, Dau, Malang. E-mail: muchammadakbarnadhiif@yahoo.com

Abstract: This paper consist of research and development of computer-based isomorphic test (Tes Isomorfik Berbasis Komputer, TIBEKOM) for self-diagnostic of misconceptions in force and Newton's laws. The research has been conducted using a research and development theory adapted from Borg and Gall design and consisted of seven stages. The research subjects include lecturers, teachers, and students. As a result, the product has been available to be implemented. TIBEKOM, as the form of isomorphic test, are able to explore the student's weaknesses and difficulties. It is also able to uncover the strength and the weakness of the students.

Key Words: isomorphic tests, self-diagnostic of misconceptions, force and newton's laws

Abstrak: Telah dilakukan penelitian dan pengembangan Tes Isomorfik Berbasis Komputer (TIBEKOM) sebagai instrumen diagnostik miskonsepsi diri siswa pada materi gaya dan hukum Newton. Metode penelitian dan pengembangan yang digunakan diadaptasikan dari desain Borg dan Gall, dan terdiri atas tujuh tahap. Subjek uji penelitian meliputi dosen, siswa dan guru. Hasil pengembangan TIBEKOM untuk diagnostik miskonsepsi diri siswa pada materi gaya dan hukum newton memenuhi kriteria layak. TIBEKOM merupakan soal isomorf yang mampu menggali kelemahan dan kesulitan belajar siswa yang berupa miskonsepsi serta mampu memberikan umpan balik pada siswa terkait dengan hasil tes.

Kata kunci: tes isomorfik, diagnostik miskonsepsi diri, gaya dan hukum newton

Salah satu penyebab kegagalan siswa dalam memahami konsep fisika secara komprehensif adalah miskonsepsi. Siswa dikatakan mengalami miskonsepsi bila konsepnya tidak sesuai dengan konsepsi yang disepakati oleh ilmuwan di bidangnya (Stylos dkk., 2008; Novak dan Gowin, 1984). Menurut Novak dan Gowin (1984), siswa sering mengalami miskonsepsi baik sebelum maupun sesudah pembelajaran. Miskonsepsi hampir terjadi dalam semua mata pelajaran IPA (Suparno, 2013). Dalam mata pelajaran fisika, miskonsepsi hampir terjadi pada semua topik, termasuk mekanika (Hestenes dan Wells 1992; Martin-Blast dkk., 2010), termodinamika (Alwan, 2011), optika (Aydin, 2012), kelistrikan (Bilal dan Erol, 2009, Cokelaz dan Yurumezoglu, 2009), kemagnetan (Miller dkk. 2013; Saarelainen dkk., 2011; Tanel dan Erol, 2008), dan fisika modern (Uscinski dan Larkin, 2011). Sayangnya, berdasarkan wawancara dari beberapa guru fisika diperoleh informasi bahwa sering kali guru

tidak mengetahui bahwa siswanya mengalami miskonsepsi.

Miskonsepsi dapat bertahan lama dalam diri siswa karena beberapa hal. Secara umum penyebabnya adalah siswa sendiri, miskonsepsi yang dibawa guru, dan buku teks. Miskonsepsi yang berasal dari siswa dapat disebabkan oleh prakonsepsi siswa sebelum memperoleh pembelajaran (Suparno, 2013:34), lingkungan tempat tinggal siswa, teman, pengalaman sehari-hari, dan juga ketertarikan siswa akan suatu pelajaran. Miskonsepsi yang berasal dari guru disebabkan oleh salah mengajar atau guru yang bersangkutan mengalami miskonsepsi (Wenning, 2008). Miskonsepsi yang berasal dari cara mengajar disebabkan oleh kebiasaan terhadap cara mengajar yang tidak memerhatikan cara seorang ilmuwan memperoleh ilmu pengetahuan (Bilal dan Erol, 2009). Miskonsepsi yang berasal dari buku teks disebabkan oleh pengungkapan konsep yang salah baik dari penulis maupun kare-

na hasil penerjemahan buku aslinya salah (Wenning, 2008). Untuk itu diperlukan berbagai upaya guna menghindari terjadinya miskonsepsi tersebut. Salah satu upaya untuk mengetahui bahwa siswa mengalami miskonsepsi adalah dengan mengidentifikasi miskonsepsi menggunakan penilaian diagnostik dalam kelas.

Ada beberapa alat identifikasi miskonsepsi yang bersifat diagnostik dan berupa pilihan ganda yang sudah dikembangkan, baik itu di luar negeri maupun di dalam negeri. Alat-alat yang sudah dikembangkan di luar negeri, seperti *Force Concept Inventory* atau FCI (Hestenes, dkk., 1992), *Mechanical Besseline Test* atau MBT (Hestenes dan Wells, 1992), dan *Force and Motion Conceptual Evaluation* atau FMCE (Thornton dan Sokoloff, 1998). Ketiga alat diagnostik tersebut sebagian sudah isomorfik, tetapi isomorfik yang digunakan tidak seimbang porsinya untuk setiap konsepnya. Hal yang demikian memungkinkan siswa menebak jawaban. Oleh karena itu diperlukan alat identifikasi yang berupa isomorfik dengan porsi yang seimbang. Sejauh ini alat identifikasi miskonsepsi yang dikembangkan di dalam negeri kebanyakan masih belum baku.

Selama ini alat identifikasi miskonsepsi yang berupa soal isomorfik sudah dikembangkan. Pada umumnya bentuk isomorfik dibagi menjadi dua. Bentuk isomorfik tersebut adalah isomorfik dengan dua butir (Bassok dan Holyoak, 1989; Madhyastha dan Hunt, 2009; Lin dan Singh, 2011), dan isomorfik dengan tiga butir (Ding dan Beichner, 2009; Nieminen dkk., 2010; Nguyen dan Rebello, 2011). Dua jenis bentuk isomorfik tersebut sudah dapat digunakan untuk mengidentifikasi pemikiran siswa. Bentuk isomorfik yang paling efektif digunakan untuk mengidentifikasi miskonsepsi adalah dengan menggunakan tiga butir. Kedua bentuk isomorfik tersebut disajikan dalam media cetak (kertas). Perangkat tes dalam bentuk cetak memerlukan waktu yang cukup lama bagi guru dan siswa untuk mendapatkan informasi pemahaman siswa dengan menggunakan alat diagnostik tersebut. Guru dan siswa perlu perangkat tes diagnostik yang mampu memberikan balikan secara cepat dan tepat.

Di era yang serba canggih, penilaian berbasis komputer sangat cocok digunakan dalam kelas yang besar serta dapat menganalisis hasil tes secara tepat dan cepat. Kemampuan penilaian berbasis komputer dalam menganalisis hasil tes memiliki keunggulan dari segi ketepatan dan kecepatan (National Research Council, 2012:262). Salah satu keuntungan penggunaan media komputer sebagai alat penilaian adalah membe-

rikan umpan balik kepada guru dan siswa (Alphin, 2002:4). Keseriusan pemerintah AS pada bidang penilaian ditunjukkan dengan banyaknya lembaga atau program penilaian. Salah satu lembaga atau program penilaian tersebut adalah PISA (*the Programme for International Student Assessment*) yang melakukan uji coba *Computer-Based Assessment of Science* (CBAS) pada tahun 2006 dan 2009. Uji coba CBAS tersebut dirancang untuk mengukur pengetahuan sains. Oleh karena itu penilaian berbasis komputer menjadi salah satu solusi agar miskonsepsi dapat segera diketahui dan dianalisis, sehingga miskonsepsi tidak melekat dalam pikiran siswa.

Dengan demikian, sangat penting untuk diteliti dan dikembangkan Tes Isomorfik Berbasis Komputer (TIBEKOM) yang dirancang untuk dapat mengenali miskonsepsi siswa pada materi gaya dan Hukum Newton. Topik tersebut dipilih karena sangat mendasar agar siswa terbebas dari miskonsepsi tentang gaya dan Hukum Newton sehingga dapat belajar fisika dengan baik.

METODE

Penelitian dan pengembangan ini menerapkan hasil modifikasi langkah Borg dan Gall (Borg dan Gall, 1983:775). Tahapan-tahapan yang diimplementasikan dalam penelitian ini mencakup tujuh tahapan. Beberapa tahap tersebut adalah penelitian dan pengumpulan data, perencanaan, pengembangan bentuk awal produk, uji lapangan awal, revisi produk utama, uji lapangan utama, dan revisi produk operasional.

Subjek coba terdiri dari tim ahli (dosen dan guru) dan siswa. Pemilihan dosen didasarkan pada pengalaman dan kemampuan sesuai bidang. Pihak guru dipilih berdasarkan pengalaman mengajarnya dan disesuaikan dengan materi serta kelas yang akan diteliti. Instrumen pengumpul data berupa angket. Instrumen disusun dalam sebelas konteks. Setiap konteks terdiri atas tiga soal isomorf. Setiap butir terdiri atas 5 pilihan jawaban dan pilihan jawaban tersebut dibuat berdasarkan golongan. Jenis data meliputi data kuantitatif dan kualitatif. Teknis analisis yang digunakan untuk menganalisis data hasil uji kelayakan adalah perhitungan nilai rata-rata.

Beberapa istilah yang ada pada tulisan ini antara lain konteks dan golongan siswa yang masing-masing dipaparkan berikut ini. Konteks adalah gambaran peristiwa atau kasus. Untuk konteks yang sama dituangkan dalam tiga butir soal isomorf yang mempunyai karakteristik yang sama. Golongan yang dimaksud dalam

penelitian ini adalah gambaran, model atau karakteristik pemikiran siswa.

HASIL

Analisis Validasi Isi Soal Pilihan Ganda

Validasi isi pada soal pilihan ganda adalah sebagai berikut. (1) Butir soal yang diujikan telah sesuai dengan konteks. (2) Butir soal yang diujikan telah sesuai dengan tingkat kemampuan berpikir peserta tes. (3) Butir soal telah mampu mengukur bentuk miskonsepsinya. (4) Rumusan soal tidak memberi petunjuk kearah jawaban yang benar. (5) Gambar dan keterangan pada soal disajikan secara jelas dan berfungsi. (6) Pilihan jawaban telah benar-benar berfungsi sebagai pengecoh. (7) Rumusan soal tidak menggunakan kata-kata atau kalimat yang menimbulkan penafsiran ganda atau salah pengertian. (8) Butir soal yang diujikan benar secara konsep. (9) Butir soal menggambarkan soal isomorfik untuk setiap konteks. Secara umum, dari 33 butir pilihan ganda sudah dapat dikatakan layak. Hal ini dapat diketahui dari rata-rata nilai tiap butir penilaian ranah materi untuk butir soal nomor 1 sampai 33 sudah mencapai angka di atas 3,26. Berdasarkan nilai rata-rata tersebut, produk soal pilihan ganda yang dihasilkan tidak perlu adanya revisi yang signifikan.

Analisis Validasi Isi Produk Pengembangan

Ranah produk yang divalidasi, meliputi (1) pemilihan gambar yang menarik dan tepat, (2) warna yang menarik dan tepat, (3) bentuk teks huruf dan warna yang sesuai, dan (4) kemudahan operasi. Secara umum, produk pengembangan sudah dapat dikatakan layak. Hal ini dapat diketahui dari rata-rata nilai tiap butir penilaian produk pengembangan sudah mencapai angka di atas 3,15 dari skala 4. Nilai rata-rata total validasi produk pengembangan menunjukkan bahwa produk yang dihasilkan telah memenuhi syarat.

Analisis Hasil Uji Lapangan Awal

Jawaban siswa yang berada dalam balikan dikoreksi ulang dengan cara wawancara, kemudian hasil pekerjaan siswa dan hasil wawancara dibandingkan. Hasil mengenai kesesuaian hasil pekerjaan siswa dan hasil wawancara ditunjukkan pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1, dapat dilihat bahwa deskripsi pengecoh hasil studi pustaka sudah sesuai dengan hasil wawancara, sehingga dapat dilakukan uji lapangan utama.

Analisis Hasil Uji Lapangan Utama

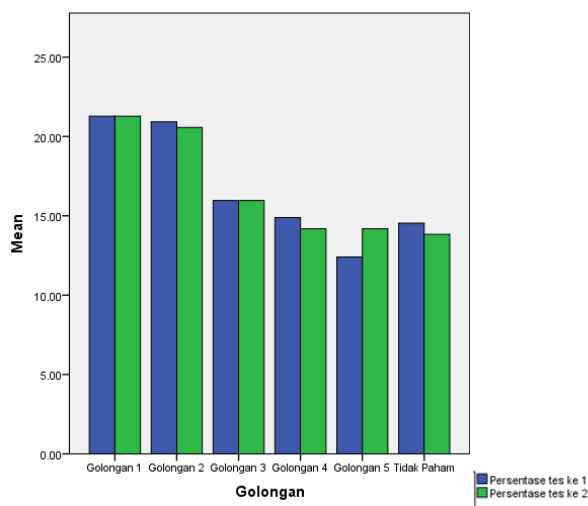
Hasil uji lapangan utama dianalisis dengan menggunakan aplikasi excel dan SPSS. Jawaban siswa yang berada dalam balikan diproses secara manual di program excel atau SPSS, sehingga diketahui tingkat keberhasilan produk dalam mengidentifikasi miskonsepsi. Analisis produk pengembangan ditinjau dari profil kelas dan profil siswa.

Analisis Profil Kelas

Berdasarkan analisis menggunakan program SPSS, kondisi kelas pada tes pertama dapat dijelaskan pada Gambar 1. Dari Gambar 1 diketahui bahwa persentase siswa yang menjawab golongan lima pada tes pertama (berwarna biru) pada urutan terendah, yaitu 12,41%, untuk golongan satu sampai empat sebanyak 73,05%, sedangkan yang tidak paham sebanyak 14,54%. Hasil analisis pada profil kelas secara keseluruhan pada tes pertama menggambarkan bahwa tingkat pencapaian semua siswa untuk semua butir tes pada materi gaya dan hukum Newton masih kurang baik, hal ini disebabkan siswa yang menjawab golongan 5 kurang dari 75%. Selain itu juga menunjukkan bahwa siswa masih cukup rendah pemahaman mengenai konsep gaya dan hukum Newton serta masih banyak siswa mengalami miskonsepsi meskipun sudah menepuh materi tersebut.

Tabel 1. Kesesuaian Hasil Tes dan Wawancara

Nama Siswa	Konteks	Tes	Wawancara	Status
Fikri	H. 1 Newton, konteks 1	Miskonsepsi Golongan 2	Miskonsepsi Golongan 2	Sesuai
	H. 1 Newton, konteks 2	Tidak Paham	Miskonsepsi Golongan 2	Sesuai
	H. 2 Newton, konteks 3	Paham	Paham	Sesuai
	H. 2 Newton, konteks 4	Miskonsepsi Golongan 1	Miskonsepsi Golongan 1	Sesuai



Gambar 1. Golongan untuk Semua Butir

Hasil tes kedua dapat diketahui pada Gambar 1 (berwarna hijau) bahwa persentase siswa yang menjawab golongan lima sebanyak 14,18%, untuk golongan satu sampai empat sebanyak 71,99%, sedangkan yang tidak paham sebanyak 13,83%. Hasil analisis pada profil kelas untuk tes ke dua secara keseluruhan menggambarkan bahwa tingkat pencapaian semua siswa untuk semua butir tes pada materi gaya dan hukum Newton masih kurang baik, hal ini dikarenakan siswa yang menjawab golongan 5 kurang dari 75%. Namun, jika dibandingkan tes pertama dan kedua terjadi beberapa perubahan di antaranya penurunan persentase

siswa yang mengalami golongan 2 sebesar 0,35%, golongan 4 sebesar 0,71%, tidak paham sebesar 0,71% dan terjadi kenaikan persentase untuk siswa yang dikategorikan paham sebesar 1,77%.

Berdasarkan data yang diambil pada tahap uji lapangan utama diperoleh bahwa ada 1,77% yang mengalami kenaikan dalam pemahaman konsep. Oleh karena itu, penelitian ini memang perlu dilaksanakan sehingga dengan produk yang dihasilkan secara tidak langsung memperbaiki siswa yang mengalami miskonsepsi seperti yang ditunjukkan Gambar 1.

Analisis Profil Siswa

Aplikasi yang dikembangkan memiliki keunggulan bahwa balikan mampu memberikan karakteristik siswa segera setelah siswa mengerjakan ke 11 konteks. Berikut ini merupakan hasil analisis profil siswa yang berupa balikan yang dapat dilihat pada Gambar 2.

Berdasarkan profil siswa pada Gambar 2 dapat diperoleh informasi tentang jumlah siswa yang mengalami miskonsepsi, tidak miskonsepsi atau tidak konsisten.

Analisis Konteks Siswa

Dengan menganalisis per konteks dapat diperoleh informasi tentang kelemahan dan kekuatan siswa dalam memahami materi tertentu (Gambar 3).

NAMA : Azhar Geraldo

Pada materi Pengaruh gaya terhadap gerak benda, KONTEKS 1, anda mengalami MISKONSEPSI GOL 4, karena Anda berpikir bahwa jika benda bergerak dengan kecepatan konstan, maka besar gaya yang bekerja pada benda selalu sama dengan nol.

Pada materi Hukum Newton I, KONTEKS 2, anda mengalami MISKONSEPSI GOL 3, karena Anda berpikir bahwa benda akan bergerak dengan kecepatan konstan yang lebih kecil dari kecepatan konstan awal saat diberikan gaya.

Pada materi Hukum Newton II, KONTEKS 3, anda mengalami MISKONSEPSI GOL 4, karena Anda berpikiran bahwa percepatan berbanding terbalik dengan gaya

Pada materi Hukum Newton II, KONTEKS 4, anda mengalami MISKONSEPSI GOL 2, karena Anda berpikir bahwa semakin besar massa benda, semakin singkat waktu tempuhnya namun percepatannya lebih kecil karena $h_a = h_b$

Pada materi Aksi-Reaksi, KONTEKS 5, anda mengalami MISKONSEPSI GOL 1, karena Anda berpikiran bahwa jika dua benda berinteraksi tidak ada gaya yang bekerja pada benda tersebut

Pada materi Aksi-Reaksi, KONTEKS 6, anda mengalami MISKONSEPSI GOL 4, karena , berpikir bahwa hasil perkalian massa dan sama
Selamat anda sudah paham mengenai , Reaksi, KONTEKS 7

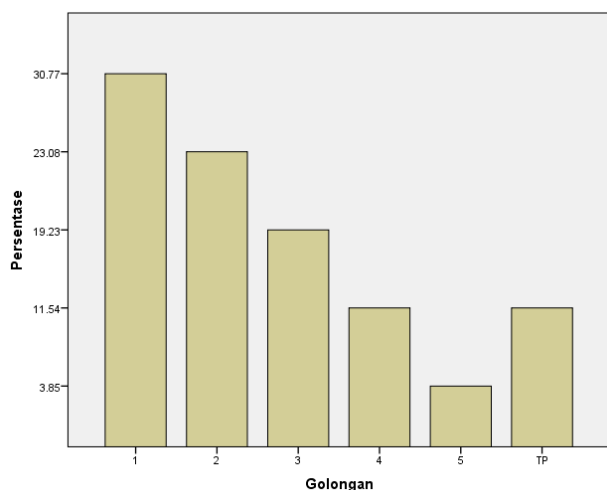
Selamat anda sudah paham mengenai Normal, KONTEKS 8

Pada materi massa dan gaya berat, KON mengalami MISKONSEPSI GOL 4, karena bahwa benda ditimbang berdasarkan ja pusat bumi

Pada materi gaya gesek, KONTEKS 10, ar mengalami MISKONSEPSI GOL 2, karena berpikiran bahwa gaya gesek dipengaruhi ukuran benda.

Pada materi Gaya Gesek, KONTEKS 11, ar mengalami MISKONSEPSI GOL 4, karena berpikiran bahwa gaya gesek sebanding luas penampang suatu benda ($F = P.A$)

Gambar 2. Analisis Profil Siswa atau Balikan



Gambar 3. Analisis Konteks Keempat

Dari Gambar 3 terlihat bahwa pada konteks yang keempat tampak bahwa 3,85% sudah memahami konteks yang keempat dengan baik, sedangkan 96,15% mengalami miskonsepsi yang tersebar pada beberapa golongan, di antaranya 30,77% siswa mengalami miskonsepsi pada Golongan 1, 23,08% siswa mengalami miskonsepsi Golongan 2, 19,23% siswa mengalami miskonsepsi Golongan 3, 11,54% mengalami miskonsepsi Golongan 4 dan 11,54% belum memahami konsep.

Hasil Pengembangan Butir Pilihan Ganda

Butir pilihan ganda yang dikembangkan berbentuk isomorf. Isomorf yang digunakan dikenal sebagai *iso-morph problem*. Isomorf terdiri atas tiga butir soal pilihan ganda. Butir pilihan ganda yang dikembangkan sebanyak 33 butir. Dengan demikian, total konteks yang dikembangkan berjumlah 11. Konteks dalam penelitian dan pengembangan ini adalah

gambaran peristiwa atau kejadian atau kasus. Berikut hubungan antara konsep dan konteks yang dikembangkan dapat dilihat pada Tabel 2.

Hasil pengembangan butir pilihan ganda dapat dilihat pada butir satu dan dua untuk konsep hukum III Newton, konteks dua (Gambar 4). Berdasarkan Gambar 4 setiap butir terdiri dari 5 pilihan jawaban dan pilihan jawaban tersebut dibuat berdasarkan deskripsi alternatif jawaban. Deskripsi alternatif jawaban dalam penelitian ini digunakan untuk mengelompokkan siswa berdasarkan golongannya. Golongan pada penelitian dan pengembangan ini merupakan gambaran atau model atau karakteristik pemikiran siswa G1 merupakan tipe golongan 1, G2 merupakan tipe golongan 2, dan seterusnya G1 sampai G4 merupakan jawaban yang salah dan G5 merupakan jawaban benar.

Hasil Pengembangan TIBEKOM

Hasil pengembangan produk TIBEKOM terdiri atas tampilan awal, *scene* soal, dan *scene* balikan atau *feedback*. Hasil pengembangan tersebut dijelaskan sebagai berikut.

Tampilan Awal

Tampilan awal produk terdiri atas logo UM dan robot kumbang. Pada tampilan awal muncul nama program TIBEKOM yang merupakan singkatan dari Tes Iso-morfik Berbasis Komputer. Selanjutnya, tampilan awal menyajikan tiga menu pilihan bagi pengguna TIBEKOM (Tentang, Mulai, dan Keluar). Lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.

Scene Soal TIBEKOM

Scene soal terdiri atas kalimat soal dan lima pilihan jawaban. Kelima pilihan jawaban terdiri atas lima tombol, yaitu A, B, C, D dan E yang harus dipilih siswa.

Tabel 2. Hubungan Antara Konsep dan Konteks yang Dikembangkan

No	Konsep	Konteks
1	Hukum I Newton	Pengaruh gaya terhadap gerak benda
2		pengaruh gaya terhadap kecepatan konstan benda.
3		Hubungan percepatan dengan massa benda apabila gesekan diabaikan
4	Hukum II Newton	Benda jatuh bebas
5		Saat dan sesudah tumbukan
6	Hukum III Newton	Sebelum dan saat tumbukan
7		Pada benda diam
8	Gaya Normal	Gaya normal pada bidang miring, vertical dan horizontal
9	Gaya Gravitasi	Pengaruh massa terhadap gaya gravitasi
10	Gaya Gesek	Besarnya gaya gesek jika benda yang di dorong/ di tarik tetap diam
11		Besarnya gaya gesek jika suatu benda memiliki massa sama dan permukaan benda yang bersinggungan dengan lantai sama

Butir pertama.

Nadhiif dan Angga duduk di kursi berbeda. Nadhiif duduk di kursi yang beroda (kursi kantor) sedangkan Angga duduk di kursi marmer. Mereka berdua saling berhadapan. Angga mempunyai massa 95 kg, dan Nadhiif mempunyai massa 77 kg. Nadhiif menempatkan kakinya (tanpa alas kaki) di atas lutut Angga. Kemudian Nadhiif mendorong lutut Angga sehingga kursi yang diduduki Nadhiif bergerak, sedangkan Angga tetap diam. Di bawah ini pernyataan manakah yang benar tentang gaya-gaya yang dikerjakan oleh kedua orang tersebut?

- Nadhiif dan Angga saling memberikan gaya yang sama besar karena jika dua benda berinteraksi maka gaya yang bekerja pada kedua benda adalah sama.(G5)**
- Tidak ada gaya yang saling diberikan oleh Nadhiif dan Angga karena jika dua benda berinteraksi maka tidak ada gaya yang bekerja pada benda tersebut. (G1)
- Nadhiif dan Angga saling memberikan gaya, akan tetapi Nadhiif menerima gaya yang lebih besar, karena Nadhiif kalah dan terpental.(G4)
- Nadhiif dan Angga saling memberikan gaya, akan tetapi Angga memberikan gaya yang lebih besar, karena massa Angga lebih besar dari massa Nadhiif.(G3)
- Nadhiif menerima gaya dari Angga dan Angga tidak menerima gaya dari Nadhiif karena Nadhiif bergerak, sedangkan Angga tetap diam.(G2)

Butir kedua.

Dua pegulat sedang bertanding. Pegulat A mempunyai massa 80 kg, dan Pegulat B mempunyai massa 120 kg. Kemudian kedua pegulat tersebut saling mendorong. Tiba-tiba pegulat A terjatuh dan dianggap kalah oleh wasit. Di bawah ini pernyataan manakah yang benar tentang gaya-gaya yang dikerjakan oleh masing-masing pegulat?

- Pegulat A dan B saling memberikan gaya, akan tetapi pegulat A menerima gaya yang lebih besar, karena pegulat A kalah dan jatuh.(G4)
- Pegulat A dan B saling memberikan gaya, akan tetapi pegulat B memberikan gaya yang lebih besar, karena massa pegulat B lebih besar dari massa pegulat A.(G3)
- Pegulat A dan B saling memberikan gaya yang sama besar karena jika dua benda berinteraksi maka gaya yang bekerja pada kedua benda adalah sama (G5)**
- Tidak ada gaya yang diberikan oleh pegulat A dan B karena jika dua benda berinteraksi maka tidak ada gaya yang bekerja pada benda tersebut.(G1)
- Pegulat A menerima gaya dari pegulat B dan pegulat B tidak menerima gaya dari pegulat A karena pegulat A bergerak, sedangkan pegulat B tetap diam.(G2)

Gambar 4. Butir Satu dan Dua pada Konsep Hukum ke III Newton, Konteks Dua

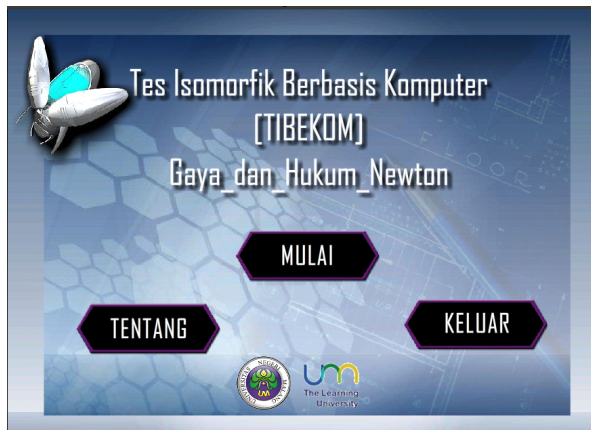
Tampilan dalam TIBEKOM disajikan tidak dalam satu layar penuh, tetapi disajikan sebagian sehingga dalam TIBEKOM dapat *discroll*. Tampilan dalam TIBEKOM tidak ditampilkan secara penuh dengan pertimbangan ukuran PC pengguna berbeda-beda. Salah satu *scene* soal TIBEKOM seperti pada Gambar 6.

Scene Balikan

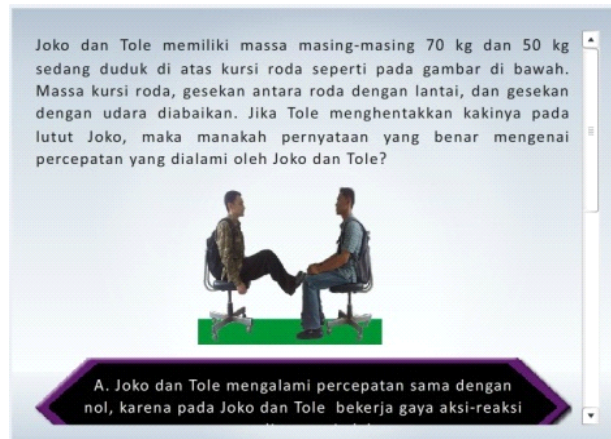
Scene balikan terdiri atas nama pengguna dan penjelasan tentang karakteristik siswa pada materi tertentu. Terdapat petunjuk *save* dan tombol cetak dalam *Scene* balikan pada TIBEKOM (Gambar 7).

PEMBAHASAN**Kajian Produk yang Telah Direvisi**

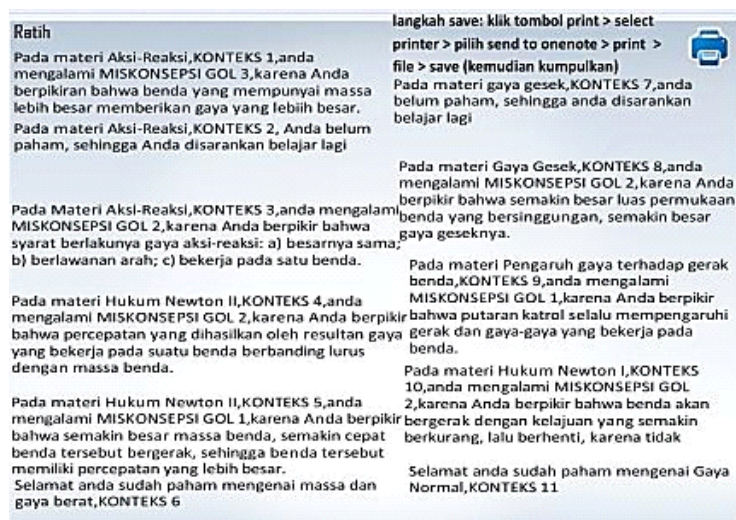
Bagian ini menyajikan kajian terhadap produk yang telah direvisi pada pengembangan TIBEKOM. Kajian mencakup (1) pengembangan produk, (2) analisis produk, (3) karakteristik TIBEKOM, dan (4) hasil identifikasi tentang jenis miskonsepsi yang dialami oleh siswa pada pokok bahasan gaya dan hukum Newton. Lebih jauh bagian-bagian tersebut dijelaskan pada bagian berikut.



Gambar 5. Tampilan Awal Produk



Gambar 6. Salah Satu Scene Soal TIBEKOM



Gambar 7. Scene Balikan pada TIBEKOM

Pengembangan Produk

Bagian tersulit pengembangan TIBEKOM adalah pengembangan deskripsi pengecoh dan pengembangan butir TIBEKOM. Beberapa deskripsi diperoleh dari kajian teori, empirik dan pengalaman peneliti. Deskripsi membantu peneliti dalam penyusunan alternatif jawaban, sehingga distraktornya berfungsi untuk mendiagnosis miskonsepsi yang dialami oleh siswa. Pada penelitian ini, dikembangkan 3 butir TIBEKOM untuk masing-masing konteks. Beberapa butir TIBEKOM diperoleh peneliti dari kajian teori dan empiris.

Butir-butir pada TIBEKOM telah dikembangkan berdasarkan kajian teoritis, kajian empiris, dan studi lapangan. Setelah dilakukan uji coba terbatas ke beberapa siswa dan dicek ulang dengan wawancara diperoleh hasil yang sesuai dengan deskripsi pengecoh yang telah dikembangkan. Hal ini sesuai dengan yang dinyatakan oleh Sugiono (2012:274), yaitu teknik triangulasi

yang digunakan untuk menguji kredibilitas data dengan cara melakukan koreksi data kepada sumber yang sama dengan teknik yang berbeda.

Analisis Produk

Analisis produk utamanya untuk menguji validitas instrumen. Hal tersebut sesuai dengan yang dinyatakan oleh Arikunto (2009:67) bahwa suatu tes dikatakan memiliki validasi isi apabila tes tersebut dapat mengukur tujuan tertentu. Berdasarkan validasi isi oleh validator TIBEKOM yang dikembangkan dapat dikatakan layak untuk mengidentifikasi miskonsepsi, meskipun beberapa butir perlu dilakukan revisi.

Setelah dilakukan revisi dilakukan uji coba terbatas dan dianalisis. Berdasarkan analisis uji coba terbatas set TIBEKOM yang dikembangkan sesuai dengan pemikiran siswa. Beberapa waktu kemudian set TIBEKOM diuji cobakan lagi pada subjek yang sama,

ternyata sebagian besar pemikiran siswa tetap seperti pada hasil tes yang pertama. Hal tersebut sesuai dengan kajian teori (Suparno, 2013:34, National Research Council, 1997:30) dan kajian empirik (Wenning, 2008, Bilal dan Erol, 2009) yang mengungkapkan bahwa memang benar miskonsepsi melekat dalam pemikiran siswa dan sulit dihilangkan.

TIBEKOM yang dikembangkan telah diuji lapangan awal dan utama kemudian dianalisis dengan menggunakan program excel atau SPSS. Berdasarkan hasil analisis tersebut sebagian besar tetap konsisten dalam miskonsepsinya, tetapi sebagian kecil siswa mengalami kemajuan dalam pemahamannya. Hal tersebut dapat terjadi karena beberapa kemungkinan, di antaranya (1) balikan yang diberikan TIBEKOM berfungsi sebagai motivator, seperti yang diungkapkan oleh Irons (2008:1) dan Hamid (2011:98) bahwa balikan dapat menimbulkan motivasi bagi siswa, (2) pada dasarnya anak memiliki rasa keingintahuan yang tinggi, atau dapat disebabkan oleh hal yang lainnya. Oleh karena itu diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai hal ini.

Karakteristik TIBEKOM untuk Diagnostik Miskonsepsi Diri Siswa SMA

Produk akhir penelitian dan pengembangan ini adalah TIBEKOM untuk diagnostik miskonsepsi diri siswa SMA pada materi gaya dan hukum Newton. Produk yang dikembangkan dapat digunakan untuk siswa kelas X, XI, dan XII yang telah menempuh materi gaya dan hukum Newton. Berdasarkan analisis data secara kuantitatif, hasil dari validasi produk dan butir soal menunjukkan bahwa produk yang dihasilkan sudah layak dalam mengidentifikasi miskonsepsi siswa.

Produk yang dikembangkan belum dapat digunakan guru dalam pembelajaran secara klasikal. Namun, produk yang dikembangkan sudah mampu memberikan balikan tentang kelebihan dan kelemahan yang dimiliki oleh siswa. Hal yang demikian secara tidak langsung memudahkan guru dalam proses penilaian.

Hal tersebut sesuai dengan yang dikemukakan oleh Zhang (2005:3) yang mengungkapkan bahwa penilaian berbantuan komputer dalam berbagai bentuk penilaian dapat membantu pelaksanaan penilaian.

Produk yang dikembangkan dapat memberikan balikan secara langsung setelah siswa mengerjakan ke 11 konteks. Balikan yang diterima oleh siswa dapat menimbulkan dampak yang positif, salah satunya adalah motivasi yang dimiliki siswa bertambah (Irons, 2008:1). Balikan yang diberikan kepada siswa meliputi gambaran informasi mengenai kelemahan dan kelebihan yang dimiliki oleh siswa. Balikan yang diberikan meliputi informasi bahwa siswa tersebut mengalami miskonsepsi golongan tertentu, memahami atau tidak memahami konsep tertentu.

Produk yang dikembangkan berbentuk pilihan ganda sehingga memungkinkan siswa menjawab tanpa berpikir, tetapi hal ini sudah diminimalkan dengan membuat pengecoh yang dikembangkan berdasarkan kajian teori dan empirik. Produk yang dihasilkan masih mengidentifikasi miskonsepsi konsep gaya dan hukum Newton sebagian, karena miskonsepsi yang diteliti hanya dirujuk dari hasil penelitian sebelumnya.

Kelebihan dan Kelemahan Produk yang Dihasilkan

Produk TIBEKOM yang dihasilkan memiliki beberapa kelebihan dan kelemahan. Kelebihan dan kelemahan produk ini dapat dilihat pada Tabel 3.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Produk TIBEKOM yang dikembangkan merupakan soal isomorf yang dapat menggali kelemahan dan kesulitan belajar siswa yang berupa miskonsepsi. TIBEKOM dapat memberikan umpan balik pada siswa berkaitan hasil tes dan mampu memberikan informasi mengenai kelebihan dan kelemahan siswa. Berdasarkan analisis data secara kuantitatif, hasil validasi pro-

Tabel 3. Kelebihan dan Kelemahan Produk

No	Kelebihan	Kelemahan
1	Balikan dapat dibaca oleh siswa ketika selesai mengerjakan set TIBEKOM	Tampilan soal pada set TIBEKOM tidak dapat ditampilkan dalam satu layar penuh
2	dapat digunakan untuk siswa SMA dan perguruan tinggi yang telah menempuh materi gaya dan hukum Newton	Siswa tidak mendapat balikan setelah mengerjakan satu tema tertentu.
3	Dapat menampilkan profil siswa, profil siswa yang ditampilkan berupa kelemahan dan kelebihan yang dimiliki oleh siswa.	Tidak dapat menampilkan profil kelas.

duk, dan butir soal menunjukkan bahwa produk yang dihasilkan sudah layak diimplementasikan dan mampu mengidentifikasi miskonsepsi siswa.

Saran

Penelitian dan pengembangan hendaknya ditindaklanjuti hingga tahap uji lapangan, diseminasi, dan implementasi. Uji lapangan dapat dilakukan di sekolah minimal 10 sampai 30 sekolah serta menjangkau subjek 40 sampai 200. Desiminasi dapat dilakukan dengan mempromosikan ke SMA. Selanjutnya sebagai bentuk implementasi, TIBEKOM dapat ditawarkan atau bekerjasama dengan perusahaan agar dapat diproduksi secara massal. Produk yang telah dikembangkan ini hendaknya dikembangkan lagi dengan basis WEB yang dilengkapi dengan sistem *database* dan pengolahan nilai rata-rata kelas sehingga memudahkan guru dalam memberikan penekanan konsep dalam pembelajarannya. Produk yang dikembangkan sebaiknya dikembangkan lagi dari segi *feedback*. Sebaiknya *feedback* yang diberikan ke siswa diberikan pada setiap tema sehingga siswa dapat menerima *feedback* lebih cepat dari produk yang telah dihasilkan.

DAFTAR RUJUKAN

- Alphin, M. 2002. *Principle of Assessment*. Glasgow: CAA Center.
- Alwan, A.A. 2011. Misconception of Heat and Temperature Among Physics Students. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 12: 600–614.
- Arikunto, S. 2009. *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Aydin, S. 2012. Remediation of Misconceptions About Geometric Optics Using Conceptual Change Texts. *Journal of Education Research and Behavioral Sciences*, 1(1): 1–12.
- Bassok, M., & Holyoak, K.J. 1989. Interdomain Transfer Between Isomorphic Topics in Algebra and Physics. *Journal of Experimental Psychology*, 15(1):153–166.
- Bilal, E., & Erol, M. 2009. Investigating Students' Conceptions of Some Electricity Concepts. *Latin America Journal Physics Education*, 3(2):193–201.
- Borg, W.R., & Gall, M.D. 1983. *Educational Research An Introduction*. New York: Longman.
- Ding, L., & Beichner, R. 2009. Approaches to Data Analysis of Multiple-Choice Questions. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 5(2): 1–17.
- Hamid, M.S. 2011. *Standar Mutu Penilaian dalam Kelas*. Yogyakarta: Prima Press.
- Hestenes, D., & Wells, M. 1992. A Mechanics Baseline Test. *The Physics Teacher*, 30:159–166.
- Hestenes, D., Wells, M., & Swackhamer, G. 1992. Force Concept Inventory. *The Physics Teacher*, 30:141–158.
- Irons, A. 2008. *Enhancing Learning Through Formative Assessment and Feedback*. Oxon: Routledge.
- Lin, S., & Singh, C. 2011. Using Isomorphic Problems to Learn Introductory Physics. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 7(2):1.
- Madhyastha, T., & Hunt, E. 2009. Mining Diagnostic Assessment Data for Concept Similarity. *Journal of Educational Data Mining*, 1(1):1–19.
- Miller, K., Lasry, N., Chu, K., & Mazur, E. 2013. Role of Physics Lecture Demonstrations in Conceptual Learning. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 9(2):1–5.
- National Research Council. 1997. *Science Teaching Reconsidered*. Washington: National Academy Press.
- National Research Council. 2012. *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington: The National Academies Press.
- Nguyen, D-H, & Rebello, N.S. 2011. Students' Understanding and Application of The Area Under The Curve Concept in Physics Problems. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 7(1):1–17.
- Nieminen, P., Savinainen, A., & Viiri, J. 2010. Force Concept Inventory-Based Multiple-Choice Test for Investigating Students' Representational Consistency. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 6(2):1–12.
- Novak, J.D., & Gowin, D.B. 1984. *Learning How to Learn*. New York : Cambridge University Press.
- Saarelainen, M., Asikainen, M.A., & Hirvonen, P.E. 2011. Developing Instruction in Magnetostatics at Undergraduate Level Part 2 Multi-step Tasks as An Instructional Tool Resulted from Educational Reconstruction. *Latin America Journal Physics Education*, 5(4): 644–655.
- Stylos, G., Evangelakis, G.A., & Kotsis, K.T. 2008. A Case Study in A Physics Department in Greece. *Themes In Science and Technology Education*, 1(2):157–177.
- Suparno, P. 2013. *Miskonsepsi & Perubahan Konsep Pendidikan Fisika*. Jakarta: Grasindo.
- Tanel, Z., & Erol, M. 2008. Students' Difficulties in Understanding The Concept of Magnetic Field Strength, Magnetic Flux, Density and Magnetization. *America Journal Physics Education*, 2(2):184–191.

- Thornton, R.K., & Sokoloff, D.R. 1998. Assessing Student Learning of Newton's Laws: The Force and Motion Conceptual Evaluation and the Evaluation of Active Learning Laboratory and Lecture Curricula. *American Association of Physics Teachers*, 66(4): 338–352.
- Uscinski, J., & Larkin, T.L. 2011. *Probing a Deeper Understanding of Modern Physics Concepts*. Artikel disajikan dalam Proceeding 41st ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, October 12–15.
- Wenning, C.J. 2008. Dealing More Effectively with Alternative Conceptions in Science. *Journal Physics Teacher Education*, 5(1):11–19.
- Zhang, J. 2005. *Using Computers to Facilitate Formative Assessment of Open-Ended Written Assignments*. Tesis tidak diterbitkan. Palmerston North, New Zealand: Massey University.