

Konsistensi Pemahaman Konsep Kecepatan dalam Berbagai Representasi

Muhammad Reyza Arief Taqwa, Arif Hidayat, dan Sutopo

Pascasarjana Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang 5 Malang

Surat-e: arief.reyza@yahoo.com

Penelitian ini bertujuan untuk melihat pemahaman konsep dan konsistensi mahasiswa dalam menggunakan konsep saat menyelesaikan soal fisika pada topik kecepatan dalam berbagai format representasi. Dalam penelitian ini digunakan 4 soal pilihan ganda beralasan dalam format representasi berbeda. Penelitian dilakukan pada 26 mahasiswa SI pendidikan fisika dan 22 mahasiswa SI fisika tahun pertama di Universitas Negeri Malang. Hasil penelitian menunjukkan pemahaman konsep kecepatan masih tergolong rendah yang ditandai dengan rata-rata skor mahasiswa hanya mencapai 43,49. Selain itu, alasan yang diberikan mahasiswa menunjukkan bahwa mahasiswa tidak konsisten dalam mendefinisikan kecepatan karena pemahaman yang belum utuh. Beberapa kekeliruan mahasiswa diantaranya: (1) kecepatan adalah posisi per satuan waktu tempuh, (2) $\vec{v}_{\text{rata-rata}} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t}$, (3) $\vec{v}_{\text{rata-rata}} = \frac{\vec{v}_1 + \vec{v}_2}{\Delta t}$ tanpa memahami bahwa persamaan tersebut hanya benar jika percepatan konstan, (4) $\vec{v}_{\text{rata-rata}} = \frac{\vec{v}(0) + \vec{v}(1) + \vec{v}(2)}{3}$, dan (5) tidak memperhatikan tanda (+/-) pada kecepatan.

This study aims to look at the student's conceptual understanding and the students' consistency in used concept when they solved the physics problems in velocity with variety of representation formats. There are 4 MCQs reasoned in a different format representations to achieve these goals. The study was conducted on 26 SI physical education students and 22 SI physics students in first year. The results showed that the students' conceptual understanding is still relatively low which is characterized by an average score of students reached only 43.49. Moreover, the reason given students showed that students are still not consistent in defining velocity due to knowledge in pieces. Some students' mistakes are: (1) Velocity is the position per unit of time, (2) $\vec{v}_{\text{avg}} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t}$, (3) $\vec{v}_{\text{avg}} = \frac{\vec{v}_1 + \vec{v}_2}{\Delta t}$ without understanding that this equation is only true if the acceleration is constant, (4) $\vec{v}_{\text{avg}} = \frac{\vec{v}(0) + \vec{v}(1) + \vec{v}(2)}{3}$, and (5) do not pay attention to the sign (+/-) on velocity.

Kata kunci: konsistensi pemahaman konsep, kecepatan

I. Pendahuluan

Salah satu tujuan yang harus dicapai dalam proses pembelajaran adalah pemahaman konsep mahasiswa yang baik. Pemahaman konsep yang baik akan sangat membantu dalam memecahkan permasalahan fisika [1-5] termasuk topik kecepatan. Pemahaman konsep yang baik merupakan salah satu kompetensi yang harus dimiliki oleh

mahasiswa fisika dan pendidikan fisika terutama konsep-konsep fundamental.

Salah satu konsep fundamental dalam fisika adalah terkait kecepatan yang merupakan salah satu ide pokok pemahaman yang harus dikuasai untuk memahami topik mekanika. Namun pemahaman mahasiswa terkait konsep kecepatan masih rendah, bahkan pada gerak satu dimensi [6]. Padahal kinematika merupakan topik yang tidak terkait pada hukum-hukum tertentu. Sehingga topik

kinematika tergolong sederhana, karena cukup dengan taat pada definisi untuk menyelesaikan setiap persoalan.

Dalam mempelajari kinematika cukup memahami dan konsisten pada definisi, termasuk kecepatan yang dapat didefinisikan sebagai perpindahan yang dialami benda per selang waktu tempuhnya. Namun, mahasiswa sering kali tidak konsisten dalam menyelesaikan persoalan [7]. Ide mahasiswa dalam menyelesaikan persoalan bergantung pada konteks persoalan.

Mahasiswa yang keliru dalam menyelesaikan persoalan bukan karena tidak memiliki pengetahuan yang relevan, namun lebih disebabkan karena gagal dalam mengaktivasi pengetahuan yang ia miliki [8,9]. Hal tersebut diakibatkan oleh pengetahuan siswa yang masih terpotong-potong, yang dikenal sebagai *Knowledge In Pieces* oleh para ahli. Menurut teori tersebut [10-11] mahasiswa memiliki pengetahuan secara terpisah, masih dalam bentuk bagian-bagian kecil dan tidak menyatu.

Agar mahasiswa dapat membangun pemahaman konsep dengan baik [12, 13] dan membangun pemahaman terhadap situasi yang dihadirkan secara mendalam [14] maka diperlukan multi representasi. Mahasiswa akan mampu menyelesaikan permasalahan dengan baik melalui pembelajaran yang memberi permasalahan dan penjelasan dengan format representasi yang beragam [15]. Dengan pemberian representasi, tidak hanya membantu pemahaman mahasiswa, namun juga kemampuan dalam pemecahan masalah [16-21].

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur pemahaman mahasiswa terhadap topik kecepatan serta melihat konsistensi terhadap konsepsi yang dibangun. Soal-soal yang diberikan dalam penelitian ini merupakan soal dengan berbagai konteks dan format representasi. Hal ini penting mengingat perlunya pemahaman pemahaman yang utuh serta pemahaman konsep dengan berbagai format representasi. Oleh karena itu, mengenali kemampuan mahasiswa sangat penting untuk merancang pembelajaran yang efektif. Dalam menganalisis pemahaman mahasiswa, pembahasan ditinjau berdasarkan perspektif *knowledge in pieces*. Hal ini penting untuk melihat apakah mahasiswa konsisten dalam menggunakan pemahaman yang telah ia miliki.

II. Kajian Pustaka

Pandangan Teori *Knowledge In Pieces*

Secara umum kesulitan mahasiswa dalam memahami konsep fisika dipandang oleh 3 pandangan, yakni miskonsepsi (*misconception view*), pengetahuan yang terpotong-potong (*knowledge in pieces view*), dan kekeliruan pengkategorian (*ontological categories view*) [4]. Kesulitan menurut pandangan miskonsepsi terjadi karena dalam mengamati kejadian alam, siswa sering membangun pemahaman yang tidak sesuai dengan sains

[22-26]. Pemahaman yang dibangun justru lebih melekat dan sulit untuk dihilangkan [27].

Menurut pandangan miskonsepsi, kekeliruan alasan siswa akan konsisten dalam menjelaskan berbagai persoalan serupa [28]. Hal tersebut bertolak belakang dengan temuan yang sering didapat. Siswa akan memberikan respon yang beragam pada saat dihadapkan pada permasalahan pada konteks yang sedikit berbeda [29-31]. Selain itu, miskonsepsi yang dipandang sebagai kesalahan pemahaman akan sulit diidentifikasi pada siswa yang tidak memberikan alasan pada persoalan yang dihadapi. Siswa yang mengalami miskonsepsi akan meyakinkan jika memberikan alasan yang tidak sesuai dengan konsep ilmiah secara berulang. Oleh karena itu, faktor yang menyebabkan kesulitan siswa perlu mendapat perhatian penting untuk dapat merancang pembelajaran yang efektif.

Pandangan *Knowledge In Pieces* memandang kesulitan siswa dari sisi yang berbeda. Menurut pandangan ini, siswa mengalami kesulitan dalam memahami fisika maupun menyelesaikan persoalan karna pengetahuan yang dimiliki masih belum utuh [32-34]. Hal itu memicu kesulitan mahasiswa dalam menyelesaikan persoalan karna dalam menyelesaikan persoalan sangat diperlukan pemahaman yang baik mulai dari memahami permasalahan hingga ‘memanggil’ pengetahuan yang relevan. Siswa yang gagal dalam menyelesaikan permasalahan bukan karena tidak memiliki pengetahuan sama sekali terkait persoalan yang disajikan, namun sering kali diakibatkan oleh kegagalan siswa dalam mengaktivasi pengetahuan tersebut [8] dan justru yang terpanggil bukan pengetahuan yang sesuai dengan permasalahan. Selain itu, mahasiswa yang tidak dapat menyelesaikan persoalan sederhana dapat mengindikasikan pemahaman yang masih belum utuh, terutama jika soal yang diberikan terkait konsep yang sama namun disajikan dalam berbagai konteks.

Pentingnya Pemahaman Konsep Dalam Berbagai Format Representasi

Multi representasi merupakan cara untuk menyampaikan suatu konsep dalam beberapa format representasi yang berbeda. Multi representasi berkaitan dengan penggunaan berbagai format representasi untuk mempelajari konsep, memahami masalah dan menggunakannya dalam menyelesaikan berbagai permasalahan [35]. Dalam pembelajaran fisika, penggunaan multi representasi sangat penting. Seperti pada konsep kecepatan, agar mahasiswa mampu memahami konsep secara utuh maka perlu memahami konsep dalam format representasi verbal, matematis, grafik, dan gambar, serta mampu merubah format representasi ke dalam bentuk format representasi lainnya.

Hasil penelitian [36,37] menunjukkan bahwa dengan pemberian tugas pada representasi yang beragam akan dapat membantu siswa membangun representasi yang baik dan mengevaluasi representasi yang mereka miliki. Penting disadari bahwa pemberian soal-soal baik untuk latihan atau mengevaluasi pemahaman mahasiswa akan lebih bermanfaat jika diberikan dalam berbagai format representasi.

III. Metode Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk melihat pemahaman konsep dan kesulitan mahasiswa fisika dan pendidikan fisika terkait konsep kecepatan dan meninjau kesulitan tersebut berdasarkan perspektif teori *knowledge in pieces*. Untuk mencapai tujuan tersebut, sebanyak 22 mahasiswa SI fisika dan 24 mahasiswa SI pendidikan fisika digunakan 20 soal tes kinematika. Namun dalam pembahasan akan difokuskan pada 4 soal yang merupakan soal untuk mengukur kemampuan mahasiswa dalam memahami konsep kecepatan. Keempat soal tersebut disajikan dalam format representasi yang berbeda, yakni gambar dalam bentuk diagram gerak (nomor 1), grafik $\vec{v}(t)$ (nomor 5), verbal (nomor 9), dan format persamaan $\vec{x}(t)$ (nomor 12).

Soal-soal yang digunakan merupakan pengembangan soal yang digunakan sebagai standar tes di Universitas Negeri Malang. Soal dikembangkan oleh dosen pengampu mata kuliah fisika dasar I. Soal dirancang dengan mengadaptasi dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dan dari buku-buku fisika universitas [38,39]. Soal yang dikembangkan ini terdiri dari 20 butir soal pilihan ganda. Sebelum digunakan, soal telah diujikan pada 92 mahasiswa fisika dan pendidikan fisika di Universitas Negeri Malang. Informasi terkait kualitas soal yang digunakan ditunjukkan pada Tabel I.

Tabel I. Analisis Kualitas Butir Soal

No	Validitas*		Daya Beda		Tingkat Kesukaran	
	r	Ket.	d	Kriteria	P	Kriteria
1	0,495	Valid	0,37	Cukup	0,64	Sedang
5	0,580	Valid	0,54	Sangat baik	0,49	Sedang
9	0,508	Valid	0,46	Sangat baik	0,68	Sedang
12	0,381	Valid	0,29	Cukup	0,59	Sedang

* $r_{tabel} = 0,2422$ pada taraf signifikansi 0,01.

Keempat soal yang dibahas merupakan soal bagian dari soal tes yang valid pada taraf signifikansi 0,01, karena nilai $r > r_{tabel}$. Sedangkan tingkat keandalan instrumen dilihat dari nilai *Cronbach's Alpha* [40] yang bernilai nol sampai satu. Instrumen layak digunakan jika nilai *Cronbach's Alpha* minimal sebesar 0,70 [41-43]. Hasil

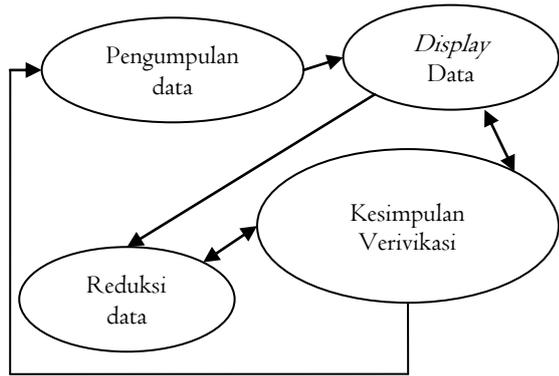
analisis yang dilakukan menunjukkan bahwa instrumen yang digunakan merupakan instrumen yang andal dengan nilai *Cronbach's Alpha* = 0,782 [40].

Hasil analisis butir soal terkait daya beda dan tingkat kesukaran sesuai kriteria yang ditentukan [44] seperti yang ditunjukkan tabel I. Dari hasil analisis menunjukkan daya beda soal nomor 1 dan 12 adalah sedang, sedangkan nomor 5 dan 9 adalah sangat baik. Untuk tingkat kesukaran, dapat dilihat bahwa keempat soal memiliki tingkat kesukaran pada kategori sedang.

Soal konseptual diberikan kepada mahasiswa setelah mahasiswa selesai mengikuti perkuliahan fisika dasar I dan selesai membahas topik kinematika. Dalam proses pembelajaran, mahasiswa telah membahas topik posisi, perpindahan dan jarak tempuh, kecepatan dan kelajuan, dan percepatan. Pembelajaran untuk membangun ide-ide penting kinematika dilakukan melalui analisis diagram gerak. Pembelajaran dengan menerapkan analisis diagram gerak digunakan untuk menjelaskan konsep posisi, perpindahan, kecepatan, dan percepatan tanpa menggunakan kalkulus secara formal [45] sehingga konsep-konsepnya akan lebih mudah dimaknai oleh mahasiswa.

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif. Dalam penelitian ini akan difokuskan untuk mendeskripsikan kesulitan yang masih banyak dialami oleh mahasiswa dalam menyelesaikan soal konseptual kecepatan. Kesulitan yang dialami kemudian dianalisis dengan mengelompokkan alasan yang diberikan oleh mahasiswa. Analisis jawaban dilakukan untuk mengetahui apakah ada kesulitan mahasiswa akibat pemahaman yang terpotong-potong seperti yang diungkap teori *knowledge in pieces*. Dalam penelitian ini diperoleh data skor pemahaman konsep kecepatan mahasiswa yang merupakan data kuantitatif. Selain itu diperoleh data alasan mahasiswa dalam menjawab soal. Alasan mahasiswa merupakan data kualitatif yang dapat mendukung data kuantitatif.

Analisis data kuantitatif untuk mendeskripsikan data pemahaman konsep mahasiswa. Hal tersebut dilakukan dengan menentukan rata-rata, modus, nilai maksimum dan minimum, dan standar deviasi. Untuk data kualitatif, dilakukan analisis mulai dari tahap pengumpulan data, reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan seperti langkah pada analisis *Miles and Huberman* [46]. Gambar 1. berikut menunjukkan alur analisis data kualitatif yang dilakukan.



Gambar 1. Komponen dalam Analisis Data (*Interactive Model*)
 Sumber: Yusuf, 2014

Dalam penelitian ini, analisis data tidak dilakukan selama pengambilan data mengingat tujuan penelitian adalah untuk mengetahui tingkat pemahaman konsep mahasiswa dan kesulitan yang dialami. Pada tahap reduksi, dilakukan pemilihan data yang tepat untuk digunakan dalam analisis selanjutnya. Data direduksi untuk dipilih yang sekiranya sesuai dengan apa yang akan diungkap dalam penelitian. Pada tahap penyajian data, data hasil reduksi dengan koding ditampilkan kembali secara naratif melalui bantuan uraian singkat, bagan, tabel atau grafik [47]. Pada tahap terakhir, kesimpulan diambil berdasarkan tahap penyajian data.

IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pemahaman Konsep Kecepatan

Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa mahasiswa masih mengalami kesulitan dalam menyelesaikan persoalan terkait konsep kecepatan. Dalam penelitian ini, membahas hasil pemahaman mahasiswa dalam menyelesaikan 4 soal kecepatan. Hasil perolehan skor mahasiswa dapat dilihat dari hasil deskripsi statistik pada Tabel 2 dan pengelompokan mahasiswa berdasarkan perolehan skor pada Gambar 2.

Tabel 2. Statistik Deskriptif Skor Pemahaman Konsep Kecepatan

	Nilai
Minimum	0,00
Maksimum	100,00
Mean	43,49
Modus	50,00
Median	50,00
Deviasi Standar	27,09



Gambar 2. Pengelompokan Mahasiswa Berdasarkan Perolehan Skor.

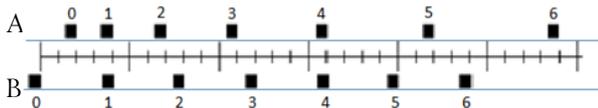
Tabel 2 menunjukkan deskripsi statistik skor pemahaman konsep kecepatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemahaman konsep mahasiswa masih tergolong rendah. Hal ini dapat dilihat dari rata-rata skor mahasiswa hanya mencapai 43,49. Selain itu, dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa hanya 2 (4,35%) mahasiswa yang benar dalam menjawab seluruh soal, 7 (15,22%) mahasiswa yang tidak dapat menjawab seluruh soal, 11 (23,91%) mahasiswa memperoleh skor 25, 17 (36,96%) mahasiswa memperoleh skor 50 dan 9 (19,57%) mahasiswa memperoleh skor 75. Rendahnya skor pemahaman konsep kecepatan ini sungguh diluar dugaan karena tes ini dilakukan setelah perkuliahan fisika dasar pada bahasan kinematika. Dalam perkuliahan telah banyak didiskusikan bagaimana memahami konsep kecepatan benda. Penyampaian konsep kecepatan dilakukan dengan analisis diagram gerak agar mahasiswa dapat memahami konsep kecepatan dan memaknainya secara mendalam. Analisis diagram gerak merupakan cara yang baik dalam menyampaikan konsep kinematika, termasuk kecepatan. Dengan menganalisis diagram gerak dimungkinkan pemahaman siswa mengenai posisi, kecepatan, dan percepatan termasuk sifat vektoran dan keterkaitan antar besaran tersebut akan lebih kuat dan utuh [45].

Selain dengan membahas topik kinematika dengan analisis diagram gerak, perkuliahan juga mendiskusikan mengenai bagaimana memaknai persamaan matematis posisi, kecepatan, dan percepatan sebagai fungsi waktu; dan memaknai grafik posisi, kecepatan, dan percepatan sebagai fungsi waktu. Rendahnya skor pemahaman ini diduga karena proses penyesuaian mahasiswa terhadap perkuliahan yang membahas topik kinematika secara mendalam. Mahasiswa dituntut memahami konsep-konsep terkait kinematika secara mantap dengan memahami besaran-besaran dari berbagai format representasi, yang lebih kompleks jika dibandingkan dengan pembelajaran pada saat SMA. Pembahasan terkait pemahaman konsep kecepatan mahasiswa akan dibahas untuk tiap butir soal.

Menentukan Kecepatan dari Representasi Gambar (Diagram Posisi)

Pada soal ini disajikan diagram gerak dua benda (A dan B). Mahasiswa diminta untuk menentukan apakah kedua benda pernah bergerak dengan kecepatan yang sama atau tidak. Soal tersebut ditunjukkan oleh Gambar 3.

Dua buah balok A dan B bergerak ke kanan pada lintasan lurus. Posisi kedua balok selama enam satuan waktu berurutan disajikan pada gambar. Detik ke-nol menunjukkan waktu saat pengamatan dimulai.

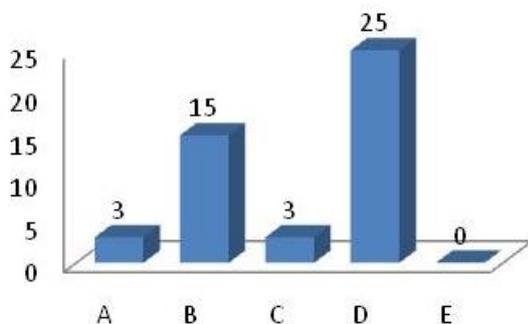


Pernahkah kedua balok tersebut memiliki kecepatan yang sama?

- (A) Tidak pernah.
- (B) Ya, tepat pada $t = 1$ dan $t = 4$.
- (C) Ya, tepat pada $t = 5$.
- (D) Ya, suatu saat antara $t = 2$ dan $t = 3$.

Gambar 3. Soal dengan Representasi Gambar

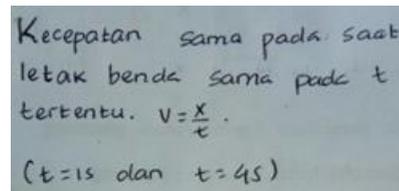
Pilihan opsi jawaban mahasiswa dalam menentukan kecepatan benda dari diagram posisi didominasi oleh jawaban D. Gambar 4 menunjukkan distribusi pilihan opsi jawaban yang diberikan mahasiswa.



Gambar 4. Distribusi Pilihan Opsi Jawaban Mahasiswa dalam Menentukan Kecepatan dari Diagram Gerak

Dalam menjawab soal tersebut terdapat 3 (65,21%) mahasiswa memilih opsi A, 15 (32,61%) mahasiswa memilih opsi B, 3 (65,21%) mahasiswa memilih opsi C, dan 25 (54,35%) mahasiswa memilih opsi D (jawaban benar). Mahasiswa yang memilih opsi A tidak ada yang memberikan alasan mengapa benda tidak pernah memiliki kecepatan sama. Mahasiswa yang memilih opsi B beranggapan bahwa benda memiliki kecepatan sama karena berada di posisi yang sama. Hal ini mengindikasikan bahwa masih banyak mahasiswa yang memahami kecepatan sebagai posisi per satuan waktu. Gambar 5. menunjukkan kebanyakan alasan mahasiswa yang memilih opsi B. Selain itu mahasiswa yang memilih

opsi C mengindikasikan bahwa mereka berpikir karena dalam selang waktu 5 sekon, benda A dan B menempuh jarak dan perpindahan yang sama, sehingga kecepatan pada saat $t = 5$ sekon juga sama. Hal ini mengindikasikan bahwa mahasiswa masih belum memahami kecepatan rata-rata secara baik. Namun ketiga mahasiswa yang memilih opsi C tidak memberikan alasan jawaban. Mahasiswa yang memilih opsi B dan C menunjukkan adanya kesalahan dalam memahami kecepatan sesaat.



Gambar 5. Alasan mahasiswa yang memilih opsi B

Meskipun terdapat 25 mahasiswa yang memilih opsi benar, namun hanya terdapat 3 mahasiswa yang memberikan alasan benar, yakni karena dalam selang waktu 2 sekon hingga 3 sekon benda mengalami perpindahan yang sama, maka kecepatan rata-rata benda sama dalam selang waktu tersebut. Hal ini mengindikasikan bahwa pemahaman mahasiswa terkait kecepatan rata-rata masih belum terlalu kuat, sehingga tidak dapat memberikan alasan dengan benar pada saat menghadapi persoalan.

Menentukan Kecepatan dari Representasi Verbal

Pada soal ini mahasiswa diminta menentukan kecepatan rata-rata sebuah benda pada saat berkontak dengan lantai dalam peristiwa pemantulan. Soal diberikan dalam format representasi verbal. Soal seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.

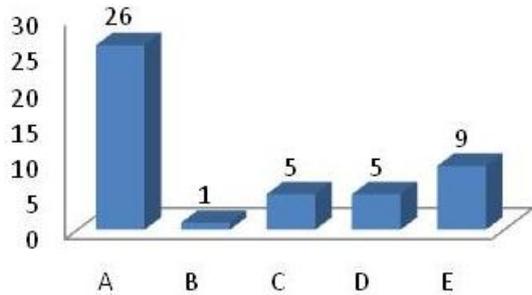
Sebuah bola karet dilepas dari ketinggian tertentu dan memantul lagi sampai posisi semula setelah menumbuk lantai. Kelajuan bola saat tepat menyentuh lantai sama dengan saat tepat meninggalkan lantai, yaitu sebesar 20 m/s. Lamanya bola mulai menyentuh lantai sampai lepas kembali dari lantai tercatat 0,1 s. Kecepatan rata-rata bola selama menailantai adalah ...

- (A) nol
- (B) 10 m/s ke bawah
- (C) 10 m/s ke atas
- (D) 20 m/s ke bawah
- (E) 20 m/s ke atas

Gambar 6. Soal dengan Representasi Verbal

Dalam menjawab soal tersebut, jawaban mahasiswa didominasi oleh opsi A. Sebanyak 26 (56,52%) mahasiswa memilih opsi jawaban A. Gambar 7 menginformasikan distribusi jawaban mahasiswa dalam

menjawab soal terkait kecepatan yang disajikan dalam representasi verbal.



Gambar 7. Distribusi Pilihan Opsi Jawaban Mahasiswa dalam Menentukan Kecepatan dari Soal dalam Representasi Verbal

Sebagian besar mahasiswa memilih opsi A (opsi A adalah jawaban benar), namun semua mahasiswa yang memilih opsi A menunjukkan pemahaman yang masih kurang. Dari 26 mahasiswa, hanya 4 mahasiswa yang memberikan alasan dan keseluruhan alasan justru menunjukkan bahwa mahasiswa masih belum memahami konsep kecepatan. Berikut adalah alasan yang diberikan oleh mahasiswa dalam memilih opsi A: 1 (2,17%) mahasiswa memberikan alasan bahwa saat di titik maksimum atau minimum kecepatan benda nol, 1 (2,17%) mahasiswa menggunakan persamaan

$$\vec{v}_{\text{rata-rata}} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t}, \quad \text{I} \quad (2,17\%) \quad \text{mahasiswa}$$

menggunakan persamaan $\vec{v}_{\text{rata-rata}} = \frac{\vec{v}_1 + \vec{v}_2}{2}$ yang pada dasarnya hanya benar pada konteks gerak dengan percepatan konstan, dan 1 (2,17%) mahasiswa lainnya memilih opsi jawaban A karena berpikir bahwa karena $\vec{v}_{\text{sebelum}} = \vec{v}_{\text{sesudah}}$.

Alasan yang diberikan mahasiswa tersebut menunjukkan adanya ketidakkonsistenan mereka dalam menggunakan definisi kecepatan sehingga pada saat menyelesaikan soal yang disajikan dengan konteks yang berbeda akan menyebabkan mahasiswa menggunakan pengetahuan yang tidak relevan. Mahasiswa yang memberikan awalan

bahwa $\vec{v}_{\text{rata-rata}} = \frac{\vec{v}_1 + \vec{v}_2}{2}$ justru memberikan alasan

bahwa kecepatan didefinisikan sebagai posisi per satuan waktu (opsi B) saat menghadapi soal pada representasi gambar. Data tersebut menunjukkan adanya ketidak konsistenan mahasiswa dalam menentukan kecepatan pada berbagai konteks dan format representasi. Hal tersebut terjadi karena mahasiswa memahami konsep kecepatan tidak secara utuh sehingga pengetahuan yang digunakan dalam menyelesaikan masih soal bergantung pada konteks soal [7]. Selain itu, mahasiswa memang dinilai sulit dalam menyelesaikan soal dengan format representasi verbal seperti temuan deCock [48].

Menentukan Kecepatan dari Representasi Persamaan Matematis $\vec{x}(t)$

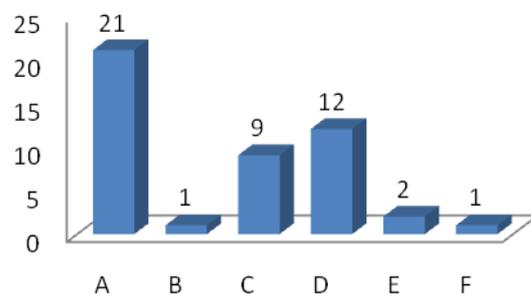
Soal ini merupakan soal paling sering diberikan ketika di sekolah menengah atas. Pada soal ini mahasiswa diminta untuk menentukan kecepatan rata-rata dari persamaan posisi sebagai fungsi waktu (Gambar 8).

Posisi benda yang bergerak sepanjang sumbu x dinyatakan oleh persamaan $x(t) = 4 + 3t - t^2$, x dalam meter dan t dalam sekon. Tanda + menunjuk ke kanan. Kecepatan rata-rata benda selama bergerak dalam interval waktu $0 \leq t \leq 2$ s adalah ...

- (A) 1 m/s kekanan
- (B) 1 m/s kekiri
- (C) 2 m/s kekanan
- (D) 2 m/s kekiri
- (E) 3 m/s kekanan
- (F) 3 m/s kekiri

Gambar 8. Soal dengan Representasi Persamaan Matematis $\vec{x}(t)$

Dalam menjawab soal ini, hampir sebagian besar mahasiswa memilih opsi benar, yakni opsi A. Meski demikian masih banyak mahasiswa yang keliru. Gambar 9 berikut merupakan distribusi pilihan opsi jawaban mahasiswa.



Gambar 9. Distribusi Pilihan Opsi Jawaban Mahasiswa dalam Menentukan Kecepatan dari Soal dalam Format Representasi Persamaan Matematis $\vec{x}(t)$

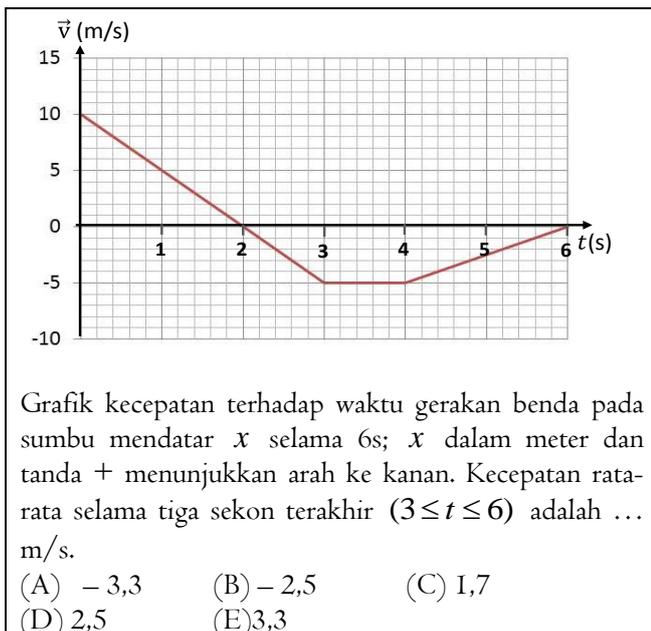
Terdapat 21 (45,65%) mahasiswa memilih opsi A (jawaban benar), 1 (2,17%) mahasiswa memilih opsi B, 9 (19,57%) mahasiswa memilih opsi C, 12 (26,09%) mahasiswa memilih opsi D, dan 1 (2,17%) mahasiswa memilih opsi F. Dalam menjawab soal tersebut hanya 7 (15,22%) mahasiswa yang memilih opsi A dengan disertai alasan. Namun alasan yang diberikan oleh 3 (6,52%) mahasiswa diantaranya masih menunjukkan pemahaman yang masih belum cukup. Dalam menentukan kecepatan rata-rata 1 (2,17%) mahasiswa memberikan alasan bahwa $\vec{v}_{\text{rata-rata}} = \frac{\vec{v}(0) + \vec{v}(1) + \vec{v}(2)}{3}$ dan 2 (4,35%) mahasiswa memberikan alasan bahwa

$$\vec{v}_{rata-rata} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t}$$

dengan dicari dari turunan posisi terhadap waktu. Hasil ini juga menunjukkan bahwa pemahaman mahasiswa mengenai kecepatan rata-rata masih belum kuat. Meskipun dalam pembelajaran telah mendiskusikan banyak hal terkait kecepatan rata-rata, namun pada saat menghadapi soal masih terdapat mahasiswa yang justru memanggil pengetahuan lain yang tidak relevan. Hal ini sesuai dengan pendapat Hammer [8] yang menemukan bahwa kegagalan mahasiswa dalam menyelesaikan soal karena kegagalan dalam mengaktivasi pengetahuan yang relevan, yang sebenarnya telah dimiliki siswa.

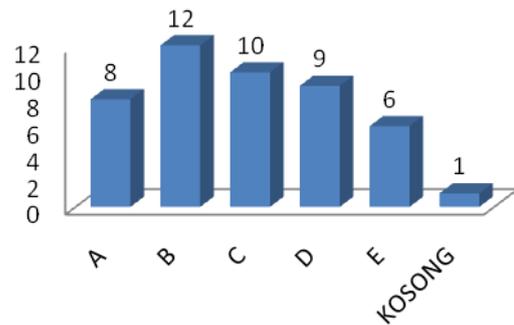
Menentukan Kecepatan dari Representasi grafik $\vec{v}(t)$

Untuk melihat kemampuan mahasiswa dalam memahami konsep kecepatan, diberikan soal yang memberikan informasi kecepatan yang berubah sebagai fungsi waktu dalam grafik $\vec{v}(t)$. Gambar 10 berikut menyajikan soal tersebut.



Gambar 10. Soal dengan Representasi Grafik

Dalam menjawab soal tersebut, pilihan jawaban mahasiswa hampir merata. Hanya opsi jawaban F saja yang dipilih oleh 1 mahasiswa. Distribusi pilihan jawaban mahasiswa dalam menjawab soal kecepatan yang disajikan dalam grafik ditunjukkan oleh Gambar 11.



Gambar 11. Distribusi Pilihan Opsi Jawaban Mahasiswa dalam Menentukan Kecepatan dari Soal dalam Format Representasi Grafik $\vec{v}(t)$

Dari data tersebut tampak bahwa 8 (17,39%) mahasiswa memilih opsi A (opsi A adalah jawaban benar), 12 mahasiswa memilih opsi B, 10 (21,74%) mahasiswa memilih opsi C, 9 (19,57%) mahasiswa memilih opsi D, 6 (13,04%) mahasiswa memilih opsi E dan 1 (2,17%) mahasiswa tidak memberikan jawaban. Dari 8 mahasiswa yang memilih opsi A, 3 mahasiswa tidak memberikan alasan, dan 5 mahasiswa lainnya disertai alasan yang benar yakni dengan persamaan $\vec{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ serta menentukan Δx dengan menghitung luas daerah yang dibatasi kurva pada grafik $\vec{v}(t)$.

Dua mahasiswa yang memilih opsi jawaban B menyatakan bahwa kecepatan rata-rata selama 3 detik terakhir dirumuskan sebagai $\vec{v}_{rata-rata} = \frac{\vec{v}(3) + \vec{v}(6)}{2}$. Satu dari mahasiswa tersebut tidak memberikan jawaban pada ketiga soal lainnya. Satu mahasiswa lainnya memberikan alasan pada soal pertama (representasi gambar/ diagram gerak) dengan mendefinisikan kecepatan merupakan posisi per satuan waktu; pada soal kedua tidak memberikan alasan, dan pada soal ketiga memberikan alasan dengan benar.

Mahasiswa yang memilih opsi C tidak memberikan alasan. Begitu pula pada opsi D. Dari 6 mahasiswa yang memilih opsi E, 2 diantaranya memberikan alasan bahwa kecepatan rata-rata adalah perpindahan per selang waktu tempuh, dengan perpindahan ditentukan dengan menghirung luas. Hanya saja mahasiswa tersebut tidak memperhatikan tanda negatif pada kecepatan. Hal ini sesuai dengan penelitian hasil penelitian Govender [49] yang menunjukkan bahwa mahasiswa mengalami kesulitan dalam menggunakan tanda (+/-) dengan benar pada kecepatan.

V. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemahaman mahasiswa terkait konsep kecepatan tidak konsisten. Hal ini diindikasikan dari rata-rata perolehan skor mahasiswa yang hanya mencapai 43,49. Mahasiswa masih menyelesaikan soal dengan cara yang berbeda saat menghadapi soal pada konteks yang berbeda. Penggunaan rumus juga masih terpaku pada variabel yang diketahui. Hal ini terjadi karena pemahaman mahasiswa terhadap konsep kecepatan belum utuh dan cenderung tidak konsisten dalam menggunakan definisi kecepatan. Dari hasil penelitian terdapat beberapa kekeliruan mahasiswa, diantaranya: (1) kecepatan adalah posisi per satuan waktu

tempuh, (2)
$$\vec{v}_{\text{rata-rata}} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t}, \quad (3)$$

$$\vec{v}_{\text{rata-rata}} = \frac{\vec{v}_1 + \vec{v}_2}{\Delta t}$$
 tanpa memahami bahwa persamaan tersebut hanya benar jika percepatan konstan, (4)

$$\vec{v}_{\text{rata-rata}} = \frac{\vec{v}(0) + \vec{v}(1) + \vec{v}(2)}{3},$$
 dan (5) tidak

memperhatikan tanda (+/-) pada kecepatan.

Kesalahan konsep pada mahasiswa pada saat menghadapi persoalan tidak selalu karena adanya miskonsepsi. Karena merujuk pada temuan yang mengindikasikan bahwa kekeliruan konsep mahasiswa tidak terbukti ajeg pada tiap kasus yang mirip. Dalam menyelesaikan soal mengenai konsep kecepatan mahasiswa cenderung 'memanggil' pengetahuan yang keliru saat menghadapi soal yang berbeda. Namun, pada soal yang berbeda mahasiswa sering memberikan alasan yang berbeda.

Merujuk pada temuan ini, perlu dikembangkan rancangan pembelajaran yang tidak hanya memfasilitasi mahasiswa dalam memahami konsep saja. Namun, perlu dirancang pembelajaran yang dapat memperkuat pemahaman konsep mahasiswa, sehingga mahasiswa lebih mudah 'memanggil' pengetahuannya yang benar pada saat menghadapi persoalan. Hal ini dipandang perlu mengingat seringnya mahasiswa mengalami kegagalan dalam mengaktivasi pengetahuan yang relevan dalam menghadapi persoalan, dan sering kali memanggil pengetahuan yang keliru.

Ucapan Terimakasih

Terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan artikel. Terutama kepada kedua dosen pembimbing, Prof. Dr. Arif Hidayat, M.Si dan Dr. Sutopo, M. Si.

Kepustakaan

- [1] B. Soong, N. Mercer, & S. Shin, Students' Difficulties When Solving Physics Problem: Result from An ICT-Infused Revision Intervention, *Proceeding of the 17th International Conference on Computers in Education*, Hong Kong, 30 November- 4 Desember 2009, pp. 361-365.
- [2] M. Sajadi, P. Amiripour, M. Rostamy, & Malkhalifeh, Examining Mathematical Word Problems Solving Ability Under Efficient Representation Aspect. *Mathematical Education Trend and Research*, vol. 2013, no. -, 2013, pp. I-II.
- [3] B. Hedge, & B. N.Meera, How do they solve it? An insight into the learners's approach to the mechanism of physics problem solving, *Physical Review Special Topics Physics Education Research*. Vol. 8, no. 1, 2012, pp. 1-9.
- [4] J. L. Docktor, & J. P. Mestre, Synthesis of discipline-based education research in physics. *Physical Review Special Topic Physics Education Research*, vol. 10, no. 2, 2014, pp. 1-58.
- [5] Q. X.Ryan, E.Frodermann, K.Hsu, L., Heller, & A.Mason, Computer problem-solving coaches for introductory physics: Design and usability studies. *Physical Review Special Topics Physics Education Research*, vol. 12, no. 1, 2016, pp. 1-17.
- [6] D. E. Trowbridge & L. E. McDermott, Investigation of student understanding of the concept of velocity in one dimension, vol. 48, no. 12, 1980, pp. 1020-1028.
- [7] M. R. A. Taqwa & R. Faizah, Konsepsi mahasiswa pada topik kinematika, *prosiding seminar nasional pekan ilmiah fisika XXVII UNNES*, Semarang, 18 September, 2016, pp. 96-101.
- [8] D. Hammer, Students resource for learning introductory physics. *American Journal of Physics, Physics Education Research Supplement*, vol. 68, no. S1, 2000, pp. S52—S59.
- [9] I. L. Afwa, Sutopo, E. Latifah, Deep learning question untuk meningkatkan pemahaman konsep fisika, *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, vol. 1, No. 3, 2016, pp. 434-447.
- [10] A. A. diSessa & B. L. Sherin, What change in conceptual change?, *International Journal of Science Education*, vol. 20, no. 10, 1998, pp. 1155-1191.
- [11] D. Hammer, Miconceptions or p-prims: how many alternative perspectives of cognitive structure influence instructional perceptions and intentions, *Journal of Learning Science*, vol. 5, no. 2, 1996, pp. 97-127.
- [12] D. Rosengrant, A. V. Heuvelen dan E. Etkina, Do Students use understand free-body diagrams?. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, vol. 5, no. 1, 2009, pp. 1-13.
- [13] N. S.Pedolefsky, & N. D. Finkelstein, Use of analogy in learning physics: The role of representations. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, vol. 2, no. 2, 2006, pp. 1-10.
- [14] S. Ainsworth, DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and Instruction*, vol. 16, no. -, 2006, pp.183-198.
- [15] P. B.Kohl, D. Rosengrant, & N. D. Finkelstein, Strongly and weakly directed approaches to teaching multiple representation use in physics. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, vol. 3, no. 1, 2007, pp. 1-10.

- [16] D. Hestenes. Modelling Methodology for Physics Teachers. *Proceedings of the International Conference on Undergraduate Physics Education*, College Park, Agustus 1996, pp. 1-21.
- [17] A. V. Heuvelen, & X. Zou, Multiple Representation of Work Energy Processes, *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, vol. 69, no. 2, 2001, pp. 184-194.
- [18] David E. Meltzer, Relation between students' problem solving performance and representation format, *American Journal of Physics*, vol. 73, no. 5, 2005, pp. 463-478.
- [19] P. B. Kohl, & N. D. Finkelstein, Effect of Instructional Environment On Physics Students' Representational Skills. *Physical Review Special Topics Physics Education Research*, vol. 2, no. 1, 2006, pp. 1-8.
- [20] M. D. Cock, Representation use and strategy choice in physics problem solving. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, vol. 8, No. 2, 2012, pp. 1-15.
- [21] P. Nieminen, A. Savinainen, & J. Viiri, Force Concept Inventory-based multiple-choice test for investigating students' representational consistency. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, vol. 6, no. 2, 2010, pp. 1-12.
- [22] M. Baser, Fostering Conceptual Change By Cognitive Conflict Based Instruction On Students' Understanding of Heat And Temperature Concepts. *Eurasia Journal of Mathematics, Science, and Technology Education*, vol. 2, no. 2, 2006, pp. 96-114.
- [23] R. K. Thornton, Assessing student learning of Newton's laws: The Force and Motion Conceptual Evaluation and the Evaluation of Active Learning Laboratory and Lecture Curricula. *American Journal of Physics*, vol. 66, no. 4, 1998, pp. 338-352.
- [24] B. Andersson, Pupils' Conceptions Of Matter And Its Transformations (Age 12-16). *Studies in Science Education*. Vol. 18, 1990, pp. 53-85.
- [25] K. M. Fisher, A misconception in biology: amino acids and translation. *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 22 no. 1, 1985, pp. 53-62.
- [26] J. K. Gilbert, & D. M. Watts, Concepts, misconceptions and alternative conceptions: changing perspective in science education. *Studies in Science Education*, vol. 10, no. 1, 1983, pp. 61-98.
- [27] F. X. Berek, Sutopo, & Munzil, Pentingnya pengintegrasian hukum Newton dalam pembelajaran gaya apung di SMP, Malang, Oktober 2016, pp. 570-578.
- [28] B. Bektasli, & G. Cakmakci, Consistency of students' ideas about the concept of rate across different contexts, *Education and Science*, vol. 36, no. 162, 2011, pp. 273-287.
- [29] R. N. Steinberg, & M. S. Sabella, Performance on multiple-choice diagnostics and complementary exam problems, *Physics Teacher*, vol. 35, no. 3, 1997, pp. 150-155.
- [30] R. J. Dufresne, W. J. Leonard, & W. J. Gerace, Making sense of students' answers to multiple choice questions, *Physics Teacher*. Vol. 40, no. 3, 2002, pp. 174-180.
- [31] A. A. diSessa, N. Gillespie, & J. Esterly, Coherence vs. fragmentation in the development of the concept of force, *Cognitive Science*, vol. 28, no. 6, 2004, pp. 843-900.
- [32] A. A. diSessa, Toward an epistemology of physics, *Cognition and Instruction*, vol. 10, no. 2, 1993, pp. 105-225.
- [33] D. Hammer, More than misconceptions: multiple perspectives on student knowledge and reasoning and an appropriate role for education research. *American Journal of Physics*, vol. 64, no. 10, 1996, pp. 1316-1325.
- [34] A. A. diSessa, & B. L. Sherin, What changes in conceptual change?, *International Journal of Science Education*, vol. 20, no. 10, 1998, pp. 1155-1191.
- [35] P. Nieminen, A. Savinainen, & J. Viiri, Relations between representational consistency, conceptual understanding of force concept, and scientific reasoning. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, vol. 8, no. 1, 2012, pp. 1-10.
- [36] E. Etkina, V.A. Heuvelen, S. White-Brahmia, T.D. Brookes, M. Gentile, S. Murthy, D. Rosengrant, & A. Warren, Scientific Abilities and Their Assessment. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, vol. 2, no. 2, 2006, pp. 1-15.
- [37] D. Rosengrant, A. V. Heuvelen, & E. Etkina, Do Students use understand free-body diagrams?. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, vol. 5, No. 1, 2009, pp. 1-13.
- [38] R. A. Serway, and J. W. Jewett, *Physics for Scientist and Engineers with Modern Physics*. 8th Edition, California: Thomson Brooks/Cole, 2010.
- [39] R. D. Knight, *Physics for scientist and engineers a strategic approach with modern physics*, 7th edition, United States: Addison Wesley Longman, 2012.
- [40] J. F. Hair, W. C. Black, B. J. Babin, & R.E. Anderson, *Multivariate Data Analysis Seventh Edition*, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 2010.
- [41] J. C. Nunnally, *Psychometric theory*, New York: McGraw Hil, 1978.
- [42] J. P. Robinson, P. R. Shaver, & L. S. Wrightsman, *Measures of Personality and Social Psychological Attitudes*, San Diego: Academic Press, 1991.
- [43] R.F. DeVellis, *Scale development: Theory and applications (2nd ed.)*, California: Sage, 2003.
- [44] Arikunto, Suharsimi, *Prosedur Penelitian, Suatu Praktek*. Jakarta: Bina Aksara, 2003.
- [45] Sutopo, Liliari, Waldrib, & D. Rusdiana, Impact of Representasional Approach on the Improvement of Students' Understanding of Acceleration. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, vol. 8, 2012, pp. 161-173.
- [46] A. M. Yusuf, *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan Penelitian Gabungan*. Jakarta: Prenadamedia Group, 2014.
- [47] Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta, 2014.
- [48] M.deCock, Representation Use and Strategy Choice in Physics Problem Solving. *Physical Review Special Topic - Physics Education Research*, vol. 8, no. 2, 2012, pp. 1-15.
- [49] N.Govender, Physics Student Teachers Mix Of Understandings Of Algebraic Sign Convention In Vector Kinematics: A Phenomenographic Perspective. *African Journal of Research in SMT Education*. Vol. 11, no. 1, 2013, pp. 61-73.