ISSN (PRINT) : 2549-9955 ISSN (ONLINE): 2549-9963
JURNAL ILMIAH PENDIDIKAN FISIKA
https://ppjp.ulm.ac.id/journals/index.php/jipf/index

Pemahaman Konsep Kecepatan dan Kelajuan Melalui Soal Berbentuk Grafik bagi Calon Guru Biologi

Dios Sarkity[1*] dan Putri Dwi Sundari[2]
[1]Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Maritim Raja Ali Haji, Riau, Indonesia
[2]Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia
* diossarkity@umrah.ac.id

Abstrak

Keterampilan pemecahan masalah merupakan salah satu keterampilan penting yang harus dimiliki untuk menghadapi tantangan abad 21. Keterampilan pemecahan masalah membutuhkan pemahaman konsep yang baik. Permasalahan sehari-hari terkait konsep fisika umumnya merupakan permasalahan pada topik kinematika. Permasalahan kinematika tidak hanya disajikan dalam bentuk deskripsi gerak tetapi juga dalam bentuk grafik. Kesulitan dalam memahami konsep dasar mekanika serta kesulitan memahami konsep vektor menyebabkan munculnya berbagai kesulitan dalam menyelesaikan masalah kinematika yang direpresentasikan dalam bentuk grafik. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan metode survei. Tujuan penelitian ini adalah untuk menguji pemahaman konsep kecepatan dan kelajuan mahasiswa menggunakan soal berbentuk grafik. Responden penelitan ini adalah 46 Mahasiswa Pendidikan Biologi FKIP UMRAH. Pengumpulan data menggunakan dua soal essai. Hasil penelitian menunjukkan adanya kesulitan dalam memahami konsep kecepatan dan kelajuan serta merepresentasikan kedua besaran dalam bentuk grafik. Kesulitan disebabkan oleh kurangnya pemahaman konsep kecepatan dan kelajuan serta kurangnya pemahaman konsep vektor. Hal ini mengindikasikan pentingnya pembelajaran kinematika dengan penekanan pada pemahaman konsep melalui penerapan strategi pembelajaran multirepresentasi.

Kata Kunci: Grafik; Kecepatan; Kelajuan; Pemahaman Konsep

Abstract

Problem-solving skills are one of the important skills that must be possessed to face the challenges of the 21st century. Problem-solving skills require conceptual understanding. Everyday problems related to physics concepts are generally problems in kinematics. Kinematics problems are not only presented in the form of motion descriptions but also graphical form. Difficulties in understanding the basic concepts of mechanics and the concept of vectors cause various difficulties in solving kinematics problems represented in graphical form. This research was descriptive research with a survey method. The purpose of this study was to test the students' conceptual understanding of velocity and speed using a graphical question. The respondents of this research were 46 Biology Education Students, FKIP UMRAH. The data collection used two essay questions. The results showed difficulties in understanding the concepts of velocity and speed and representing the two quantities in graphical form. A lack of conceptual understanding of velocity and speed and a lack of conceptual understanding of the vector caused difficulties. This indicates the importance of kinematics learning, emphasising understanding the concepts through implementing multi-representation learning strategies.

This is an open access article under the CC–BY-SA license

Keywords: *Graph; Velocity; Speed; Problem Solving*

Received : 24 Mei 2022
Accepted : 2 Desember 2022
Published : 30 Desember 2022
DOI : https://doi.org/10.20527/jipf.v6i3.5467
© 2022 Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika

How to cite: Sarkity, D., & Sundari, P. D. (2022). Pemahaman konsep kecepatan dan kelajuan melalui soal berbentuk grafik bagi calon guru biologi. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, *6*(3), 629-638.

PENDAHULUAN

Cara menghadapi tantangan abad 21, seorang mahasiswa harus menguasai berbagai kemampuan. Salah satu kemampuan yang harus dikuasai oleh seorang mahasiswa untuk menghadapi tantangan abad 21 adalah kemampuan pemecahan masalah (Fitri et al., 2020; Maemanah et al., 2019; Meika & Sujana, 2017; Yuberti et al., 2019; Zubaidah, 2016). Untuk memiliki kemampuan pemecahan masalah, penting sekali bagi seorang mahasiswa untuk memiliki pemahaman konsep yang baik (Docktor et al., 2015; Docktor & Mestre, 2014; Sarkity et al., 2016; Sarkity & Permana P, 2020; Sarkity & Sundari, 2020b).

Banyak dari permasalahan sehari-hari merupakan permasalahan yang terkait dengan konsep fisika. Permasalahan terkait konsep fisika yang paling sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari umumnya merupakan permasalahan terkait konsep kinematika yang merupakan salah satu topik yang sulit dipahami di dalam fisika (Planinic et al., 2013). Sulitnya topik kinematika ini dapat ditemukan dari berbagai hasil penelitian yang menunjukkan bahwa masih banyaknya permasalahan dalam memahami konsep mendasar terkait besaran-besaran fisika pada topik kinematika seperti kecepatan (Sarkity & Sundari, 2020a; Taqwa et al., 2017) dan percepatan (Sarkity & Sundari, 2020a; Shodiqin & Taqwa, 2021; Sutopo et al., 2017).

Kesulitan-kesulitan pada topik kinematika juga terjadi dalam membedakan beberapa besaran-besaran tertentu. Meskipun memiliki dimensi yang sama, tetapi jarak dan perpindahan merupakan dua besaran yang berbeda tetapi hasil penelitian menunjukkan masih terdapat kesulitan dalam membedakan kedua besaran tersebut (Jufriadi et al., 2021; Sarkity & Sundari, 2020a; Zainuddin et al., 2019). Bukan hanya membedakan besaran yang memiliki dimensi yang sama, bahkan hasil penelitian juga menunjukkan adanya kesulitan dalam membedakan besaran kecepatan dan percepatan yang memiliki dimensi yang berbeda (Syuhendri, 2021).

Permasalahan kinematika umumnya tidaknya hanya disajikan dalam bentuk deskripsi gerak atau kasus benda tetapi juga direpresentasikan dalam bentuk grafik. Untuk menyelesaikan masalah kinematika yang direpresentasikan dalam bentuk apapun termasuk dalam bentuk grafik, pemahaman konsep yang baik sangat dibutuhkan (De Cock, 2012; Meltzer, 2005). Hal ini juga yang menyebabkan pentingnya pembelajaran kinematika untuk diajarkan dalam bentuk multirepresentasi (Lichtenberger et al., 2017).

Pentingnya pembelajaran kinematika dalam bentuk representasi juga diperkuat dengan temuan dari berbagai penelitian yang menemukan adanya permasalahan dalam menyelesaikan masalah kinematika yang direpresentasikan dalam

bentuk grafik. Permasalahan-permasalahan tersebut disebabkan oleh kesulitan dalam memahami konsep kinematika (Planinic et al., 2013) dan kurangnya kemampuan matematis (Christensen & Thompson, 2012). Permasalahan-permasalahan tersebut meliputi kesulitan dalam mengidentifikasi jenis gerak benda yang disajikan pada grafik serta membaca data yang ditunjukkan pada grafik baik pada grafik kecepatan terhadap waktu (v-t) maupun grafik posisi terhadap waktu (s-t) (Laverty & Kortemeyer, 2012; Riani et al., 2021; Sarkity et al., 2022; Subali et al., 2015). Selain itu, terdapat juga kesulitan dalam memahami jenis gerak pada grafik v-t dengan kecepatan yang memiliki nilai yang berada pada sumbu negatif (Ceuppens et al., 2019; Sarkity et al., 2022) serta kesulitan dalam membedakan antara grafik v-t dengan grafik s-t (Maries & Singh, 2013; Sarkity et al., 2022).

Selain karena kurangnya pemahaman konsep kinematika itu sendiri, kurangnya pemahaman konsep vektor juga menyebabkan permasalahan dalam menyelesaikan masalah kinematika yang yang disajikan dalam bentuk grafik. Besaran-besaran fisika pada topik kinematika merupakan besaran-besaran yang terdiri dari besaran vektor dan besaran skalar. Respresentasi grafik besaran vektor berbeda dengan representasi grafik besaran skalar. Hasil penelitian menunjukkan permasalahan pada konsep mekanika yang merupakan induk dari kinematik disebabkan oleh kurangnya pemahaman konsep vektor (Barniol & Zavala, 2014; Rosenblatt & Heckler, 2011; Shaffer & McDermott, 2005). Contoh kesulitan terkait konsep vektor ini adalah kesulitan dalam membedakan besaran kecepatan dan kelajuan (Yildiz, 2016). Karena pentingnya pemahaman konsep dalam mendukung kemampuan pemecahan masalah, pengukuran terhadap pemahaman konsep awal mahasiswa sangat penting dilakukan. Mahasiswa yang berada pada rumpun pembelajaran IPA seperti fisika, kimia, dan biologi sudah pasti memiliki pengetahuan awal mengenai fisika yang didapatkan saat mahasiswa berada di bangku Sekolah Menengah Atas. Pengukuran awal terhadap pemahaman konsep mahasiswa ini akan memberikan gambaran mengenai bagaimana pembelajaran fisika dasar seharusnya dilaksanakan. Kelajuan dan kecepatan merupakan dua besaran penting dalam mekanika. Melalui soal berbentuk grafik, peneliti melakukan pengukuran terhadap pemahaman konsep mahasiswa pada topik kecepatan dan kelajuan. Penelitian ini dapat memberikan gambaran mengenai pemahaman konsep mahasiswa dalam memahami konsep kecepatan dan kelajuan melalui soal berbentuk grafik serta menemukan kesulitan mahasiswa dalam menyelesaikan soal berbentuk grafik. Penelitian ini dapat menjadi dasar untuk mendesain perkuliahan fisika umum agar dapat mengatasi permasalahan dan kesulitan yang ditemukan dalam memahami konsep kecepatan dan kelajuan yang merupakan dua konsep yang sangat mendasar pada topik kinematika.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian dengan jenis deskriptif yang dilaksanakan dengan metode survei. Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan Mei 2021. Penelitian ini melibatkan responden yang berjumlah 46 orang. Responden penelitian merupakan mahasiswa Prodi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Maritim Raja Ali Haji. Responden pada penelitian ini merupakan mahasiswa yang sedang mengikuti perkuliahan Fisika Umum. Penelitian dilaksanakan pada awal perkuliahan, sebelum diberikannya materi-materi perkuliahan.

Data penelitian dikumpulkan melalui tes dengan menggunakan soal berbentuk

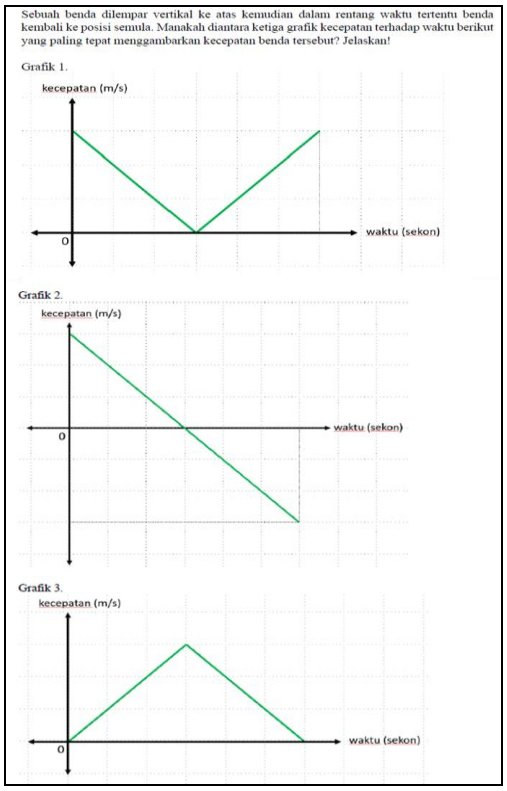
esai. Jumlah soal yang digunakan pada penelitian ini adalah dua soal. Tes yang dilakukan pada penelitian ini merupakan tes untuk menguji pemahaman konsep mahasiswa mengenai besaran kecepatan dan kelajuan yang disajikan dalam bentuk grafik. Tes diberikan pada pertemuan pertama perkuliahan fisika umum sebelum materi-materi perkuliahan diberikan. Jawaban yang diberikan oleh responden dianalisis secara keseluruhan menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan menyajikan persentase dari pola-pola ditemukan berdasarkan jawaban yang diberikan oleh seluruh responden pada masing-masing soal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi dari hasil dari penelitian ini akan dijabarkan dalam dua bagian yaitu deskripsi pemahaman konsep kecepatan dan deskripsi pemahaman konsep kelajuan. Adapun deskripsi kedua bagian tersebut adalah sebagai berikut.

Deskripsi Pemahaman Konsep Kecepatan

Soal pemahaman konsep digunakan untuk menguji pemahaman konsep kecepatan. Pada soal ini, responden diberikan pilihan sebanyak 4 grafik. Grafik yang paling tepat menggambarkan kondisi yang dideskripsikan pada soal adalah Grafik 2. Kecepatan pada sumbu y negatif menunjukkan bahwa benda bergerak dalam arah yang berlawanan dengan kecepatan benda pada sumbu y positif. Dalam kasus ini, benda bergerak dalam dua arah yaitu ke arah atas saat bergerak vertikal ke atas dimana besar kecepatannya berkurang hingga nol saat mencapai titik tertinggi serta ke arah bawah saat benda bergerak vertikal ke bawah dimana besar kecepatannya bertambah karena adanya percepatan gravitasi yang arahnya ke bawah. Salah satu bentuk soal pemahaman konsep dapat dilihat pada Gambar 1.



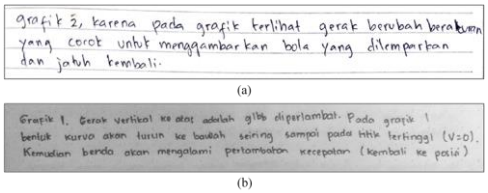
Gambar 1 Soal Tes Pemahaman Konsep Kecepatan

Berdasarkan jawaban yang didapatkan dari responden, terdapat tiga kategori jawaban seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1. Kategori pertama merupakan kategori jawaban dimana responden memilih grafik yang benar serta dilengkapi dengan alasan yang benar. Berdasarkan jawaban yang diberikan, tidak ada responden yang memberikan jawaban berdasarkan kategori pertama. Kategori kedua merupakan kategori jawaban dimana responden memilih grafik yang benar tetapi tidak dilengkapi dengan alasan yang benar. Berdasarkan jawaban yang diberikan responden, hanya 9% (4 responden) yang berada pada kategori kedua. Kategori ketiga merupakan kategori jawaban dimana responden memilih grafik yang salah. Berdasarkan jawaban yang diberikan, terdapat 91% (42 responden) yang berada pada kategori ketiga ini. Kategori jawaban respon dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Kategori Jawaban Responden pada Soal Uji Pemahaman Konsep Kecepatan

No.	Kategori jawaban	Jumlah mahasiswa	Persentase
1	Grafik benar, alasan benar	0	0 %
2	Grafik benar, alasan tidak benar	4	9 %
3	Grafik salah	42	91 %

Hasil uji pemahaman konsep kecepatan menggunakan soal berbentuk grafik ini menunjukkan masih banyak responden yang tidak memahami konsep kecepatan. Kurangnya pemahaman responden mengenai konsep kecepatan juga dapat dilihat pada Gambar 2a dimana siswa memilih grafik yang tepat tetapi tidak dilengkapi dengan alasan yang tepat. Hasil ini memperkuat hasil-hasil penelitian sebelumnya yang menemukan bahwa kesulitan dalam memecahkan masalah mekanika yang disebabkan oleh kurangnya pemahaman terhadap konsep kecepatan (Sarkity & Sundari, 2020a; Taqwa et al., 2017) serta kurangnya pemahaman terhadap konsep vektor serta besaran-besaran yang tergolong dalam besaran-besaran vektor (Barniol & Zavala, 2014; Rosenblatt & Heckler, 2011; Shaffer & McDermott, 2005) yang menyebabkan responden sulit membedakan antara kecepatan dan kelajuan (Yildiz, 2016). Kecepatan merupakan besaran yang memiliki nilai dan arah. Kurangnya pemahaman konsep responden mengenai kecepatan sebagai besaran vektor menyebabkan responden memilih grafik yang salah karena responden hanya berfokus pada besar kecepatan benda tanpa memperhatikan arah kecepatan benda seperti yang dapat dilihat pada contoh jawaban yang diberikan oleh responden pada Gambar 2b. Contoh jawaban responden pada soal uji pemahaman konsep kecepatan menggunakan soal berbentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 2.



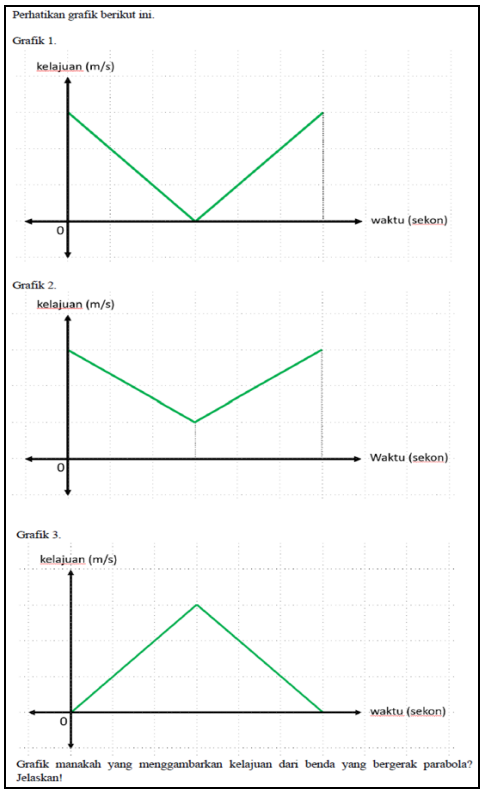
Gambar 2 Contoh Jawaban Responden pada Soal Uji Pemahaman Konsep Kecepatan (a) pada Kategori Kedua dan (b) pada Kategori Ketiga

Deskripsi Pemahaman Konsep Kelajuan

Soal yang digunakan untuk menguji pemahaman konsep kelajuan adalah soal yang ditunjukkan pada Gambar 3. Pada soal ini disajikan deskripsi gerak suatu benda yang membentuk lintasan parabola. Gerak parabola merupakan contoh dari gerak dua dimensi yang terdiri atas yaitu gerak pada arah horizontal dan gerak pada arah vertikal. Pada arah horizontal, benda bergerak lurus beraturan (GLB) artinya kelajuan atau besar kecepatan benda pada arah horizontal selalu konstan. Pada arah vertikal benda bergerak lurus berubah beraturan (GLBB) karena adanya percepatan gravitasi yang arahnya ke bawah sehingga kelajuan atau besar kecepatan benda senantiasa berubah.

Pada soal ini, responden diberikan pilihan sebanyak 3 grafik. Grafik yang paling tepat menggambarkan kelajuan benda yang bergerak dengan gerak parabola adalah Grafik 2. Kelajuan merupakan besaran skalar yang hanya memilki nilai tanpa harus memperhatikan arah. Pada titik tertinggi kelajuan benda yang bergerak parabola tidak sama dengan nol karena meskipun kelajuan benda pada sumbu vertikal sama dengan nol tetapi kelajuan benda pada sumbu horizontal tidak sama dengan nol. Kelajuan dari benda bergerak parabola merupakan besar kecepatan benda bergerak parabola yang diperoleh dari resultan antara besar kecepatan benda pada sumbu vertikal dan besar kecepatan benda pada sumbu

horizontal. Contoh soal dapat dilihat pada Gambar 3.



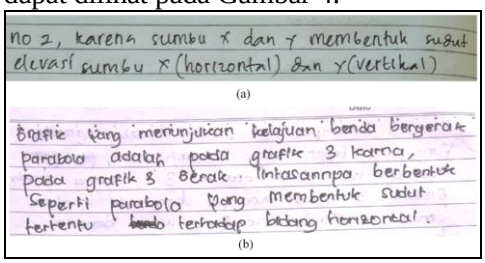
Gambar 3 Soal Tes Pemahaman Konsep Kelajuan

Jawaban yang diberikan responden pada soal uji pemahaman konsep kelajuan berbentuk grafik ini dapat dikategorikan menjadi tiga kategori seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2. Tabel 2 menunjukkan bahwa persentase jumlah responden tertinggi berada pada kategori 3, yaitu responden yang memilih grafik yang salah dengan persentase sebesar 87% (40 responden). Persentase tertinggi kedua adalah kategori kedua yang merupakan kategori jawaban dimana responden memilih grafik yang benar tetapi tidak dilengkapi dengan alasan yang benar. Jumlah mahasiswa pada kategori kedua adalah sebesar 13 % (6 responden). Berbeda dengan kategori kedua dan ketiga, tidak ada satupun responden yang berada pada kategori pertama. Kategori jawaban dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Rincian Kategori Jawaban Responden Pada Soal Uji Pemahaman Konsep Kelajuan

No.	Kategori jawaban	Jumlah mahasiswa	Persentase
1	Grafik benar, alasan benar	0	0 %
2	Grafik benar, alasan tidak benar	6	13 %
3	Grafik tidak benar	40	87 %

Hasil uji pemahaman konsep kelajuan menggunakan soal berbentuk grafik ini menunjukkan masih banyak responden yang tidak memahami konsep kelajuan. Selain tidak memahami konsep kelajuan, responden juga tidak memahami konsep gerak parabola itu sendiri sehingga menyebabkan kesulitan pada responden dalam menganalisis kelajuan dari gerak parabola. Contoh jawaban responden dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Contoh Jawaban Responden pada Soal Uji Pemahaman Konsep Kelajuan untuk (a) Kategori Kedua dan (b) Kategori Ketiga

Ketidakpahaman responden terhadap konsep kelajuan dapat dilihat pada jawaban responden pada Gambar 4a dimana responden sudah memilih grafik yang tepat tetapi tidak dilengkapi dengan alasan yang tepat. Jawaban pada Gambar 4b juga menunjukkan bahwa responden tidak mengetahui bagaimana konsep

kelajuan pada gerak parabola dimana responden hanya memilih grafik yang bentuknya seperti parabola tanpa menganalisis bagaimana bentuk perubahan dari kelajuan benda yang bergerak sepanjang lintasan parabola. Hasil ini menunjukkan tentang pentingnya pemahaman konsep untuk memecahkan berbagai masalah (Docktor et al., 2015; Docktor & Mestre, 2014; Sarkity et al., 2016, 2022; Sarkity & Permana P, 2020; Sarkity & Sundari, 2020b). Pemahaman konsep yang baik akan membantu dalam menyelesaikan berbagai masalah fisika yang disajikan dalam berbagai representasi termasuk grafik (De Cock, 2012; Lichtenberger et al., 2017; Meltzer, 2005). Pemahaman konsep yang baik yang didukung dengan kemampuan representasi yang baik akan meminimalisir terjadinya berbagai permasalahan dalam menyelesaikan masalah-masalah kinematika yang direpresentasikan dalam bentuk grafik seperti kesulitan-kesulitan yang ditemukan dalam berbagai penelitian (Ceuppens et al., 2019; Laverty & Kortemeyer, 2012; Maries & Singh, 2013; Riani et al., 2021; Sarkity et al., 2022; Subali et al., 2015).

Sebagai calon guru biologi, pemahaman konsep kecepatan dan kelajuan menjadi penting untuk dikuasai. Tidak sedikit dari mahasiswa Pendidikan Biologi yang merupakan calon guru biologi, saat memasuki dunia kerja justru berprofesi sebagai guru IPA di SMP. Seorang guru IPA harus dapat menguasai topik IPA yang meliputi fisika, kimia, dan biologi. Hasil penelitian Sarkity & Permana (2020) dan Sarkity & Sundari (2020b) menunjukkan bahwa Guru IPA yang memiliki latar belakang Pendidikan Fisika saja masih mengalami kesulitan dalam menyelesaikan permasalahan fisika, bagaimana dengan guru IPA yang memiliki latar belakang Pendidikan Biologi? Maka penting sekali sebagai seorang mahasiswa Pendidikan Biologi untuk menguasai konsep-konsep mendasar dalam rumpun ilmu IPA seperti konsep kecepatan dan kelajuan yang menjadi konsep mendasar pada topik kinematika dalam ilmu fisika.

SIMPULAN

Hasil penelitian uji pemahaman konsep kecepatan dan kelajuan menggunakan soal berbentuk grafik menunjukkan masih banyak mahasiswa yang tidak memahami konsep kecepatan dan kelajuan. Hal ini ditunjukkan oleh adanya kesulitan mahasiswa dalam menyelesaikan soal uji pemahaman konsep kecepatan dan kelajuan yang disajikan melalui soal berbentuk grafik. Kurangnya pemahaman konsep mahasiswa pada topik kecepatan ditunjukkan oleh adanya kesulitan mahasiswa dalam mengidentifikasi grafik kecepatan terhadap waktu (v-t) dari suatu deskripsi gerak benda. Masih banyak mahasiswa yang menyatakan besaran kecepatan sebagai besaran skalar sehingga saat mengidentifikasi grafik kecepatan terhadap waktu (v-t) mahasiswa hanya fokus pada besar kecepatan saja tanpa memperhatikan arah kecepatan benda.

Selain itu, Mahasiswa juga tidak mampu merepresentasikan grafik kecepatan terhadap waktu (v-t) dari benda yang bergerak dalam dua arah yang berbeda. Bukan hanya konsep kecepatan, tetapi kesulitan juga masih banyak ditemukan dalam memahami konsep kelajuan. Hasil penelitian ini mengindikasikan pentingnya pelaksanaan perkuliahan fisika umum pada topik kinematika dengan penekanan pada pemahaman konsep serta pentingnya pembelajaran perkuliahan dengan menggunakan strategi pembelajaran multirepresentasi.

DAFTAR PUSTAKA

Barniol, P., & Zavala, G. (2014). Test of understanding of vectors: A reliable multiple-choice vector concept test. *Physical Review Special Topics-*

Physics Education Research, *10*(1), 1–14.

Ceuppens, S., Bollen, L., Deprez, J., Dehaene, W., & De Cock, M. (2019). 9th grade students' understanding and strategies when solving x (t) problems in 1D kinematics and y (x) problems in mathematics. *Physical Review Physics Education Research*, *15*(1), 10101.

Christensen, W. M., & Thompson, J. R. (2012). Investigating graphical representations of slope and derivative without a physics context. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, *8*(2), 1–5.

De Cock, M. (2012). Representation use and strategy choice in physics problem solving. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, *8*(2), 1–15.

Docktor, J. L., & Mestre, J. P. (2014). Synthesis of discipline-based education research in physics. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, *10*(2), 1–58.

Docktor, J. L., Strand, N. E., Mestre, J. P., & Ross, B. H. (2015). Conceptual problem solving in high school physics. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, *11*(2), 1–13.

Fitri, M., Yuanita, P., & Maimunah, M. (2020). Pengembangan perangkat pembelajaran matematika terintegrasi keterampilan abad 21 melalui penerapan model problem based learning (PBL). *Jurnal Gantang*, *5*(1), 77–85.

Jufriadi, A., Kusairi, S., & Sutopo, S. (2021). Exploration of student's understanding of distance and displacement concept. *Journal of Physics: Conference Series*, *1869*(1), 0–6.

Laverty, J., & Kortemeyer, G. (2012). Function plot response: A scalable system for teaching kinematics graphs. *American Journal of Physics*, *80*(8), 724–733.

Lichtenberger, A., Wagner, C., Hofer, S. I., Stern, E., & Vaterlaus, A. (2017). Validation and structural analysis of the kinematics concept test. *Physical Review Physics Education Research*, *13*(1), 1–13.

Maemanah, S., Suryaningsih, S., & Yunita, L. (2019). Kemampuan pemecahan masalah melalui model flipped classroom pada pembelajaran kimia abad ke 21. *Orbital: Jurnal Pendidikan Kimia*, *3*(2), 143–154.

Maries, A., & Singh, C. (2013). Exploring one aspect of pedagogical content knowledge of teaching assistants using the test of understanding graphs in kinematics. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, *9*(2), 1–14.

Meika, I., & Sujana, A. (2017). Kemampuan berpikir kreatif dan pemecahan masalah matematis siswa SMA. *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran Matematika*, *10*(2), 8–13.

Meltzer, D. E. (2005). Relation between students' problem-solving performance and representational format. *American Journal of Physics*, *73*(5), 463–478.

Planinic, M., Ivanjek, L., Susac, A., & Milin-Sipus, Z. (2013). Comparison of university students' understanding of graphs in different contexts. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, *9*(2), 1–9.

Riani, V. R., Sa'Diyah, L. H., Purwanto, M. G., Ramalis, T. R., & Samsudin, A. (2021). Assessing graph interpretation of high school students: An examination by students' gender. *Journal of Physics: Conference Series*, *1806*(1), 1–7.

Rosenblatt, R., & Heckler, A. F. (2011). Systematic study of student understanding of the relationships

between the directions of force, velocity, and acceleration in one dimension. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, *7*(2), 1–20.

Sarkity, D., Azhar, A., & Sundari, P. (2022). Students‘ ability to identify the types of motion of objects through kinematics graphs. *International Conference on Maritime Education (ICOME) 2021*, 134–141.

Sarkity, D., & Permana P, N. Di. (2020). Kemampuan pemecahan masalah sarjana pendidikan fisika pada topik dinamika rotasi. *Jurnal Riset Fisika Edukasi Dan Sains (Jrfes)*, *7*(2), 75–86.

Sarkity, D., & Sundari, P. D. (2020a). Pemahaman konsep fisika calon guru biologi pada topik kinematika. *Pedagogi Hayati: Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*, *4*(2), 106–116.

Sarkity, D., & Sundari, P. D. (2020b). The ability of junior high school science teacher in solving the problems of torque. *Jurnal Geliga Sains: Jurnal Pendidikan Fisika*, *8*(2), 73.

Sarkity, D., Yuliati, L., & Hidayat, A. (2016). Kesulitan siswa SMA dalam memecahkan masalah kesetimbangan dan dinamika rotasi. In *Prosiding Semnas Pendidikan IPA Pascasarjana UM*, *1*(1), 166–173.

Shaffer, P. S., & McDermott, L. C. (2005). A research-based approach to improving student understanding of the vector nature of kinematical concepts. *American Journal of Physics*, *73*(10), 921–931.

Shodiqin, M. I., & Taqwa, M. R. A. (2021). Identification of student difficulties in understanding kinematics : focus of study on the topic of acceleration. *Journal of Physics: Conference Series*, *1918*, 1–5.

Subali, B., Rusdiana, D., Firman, H., & Kaniawati, I. (2015). Analisis kemampuan interpretasi grafik kinematika pada mahasiswa calon guru fisika. *Prosiding Simposium Nasional Inovasi Dan Pembelajaran Sains 2015 (SNIPS 2015)*, *2015*(Snips), 269–272.

Sutopo, S., Parno, P., & Angin, S. L. (2017). Pemahaman mahasiswa tentang multi representasi konsep percepatan. *Jurnal Riset dan Kajian Pendidikan Fisika*, *4*(2), 48-53.

Syuhendri, S. (2021). Effect of conceptual change texts on physics education students' conceptual understanding in kinematics. *Journal of Physics: Conference Series*, *1876*(1), 0–8.

Taqwa, M. R. A., Hidayat, A., & Sutopo, S. (2017). Konsistensi pemahaman konsep kecepatan dalam berbagai representasi. *Jurnal Riset dan Kajian Pendidikan Fisika*, *4*(1), 31.

Yildiz, A. (2016). A discussion on velocity-speed and their instruction. *Journal of Physics: Conference Series*, *707*(1).

Yuberti, Y., Saregar, A., Latifah, S., Anugrah, A., Misbah, M., & Jermsittiparsert, K. (2021). Approaching the problem-solving skills of momentum and impuls phenomena using context and problem-based learning. (*European Journal of Educational Research*, *8*(4), 1217-1227.

Zainuddin, A., Kusairi, S., & Zulaikah, S. (2019). Kesulitan mahasiswa dalam memahami konsep kinematika gerak 1 dimensi. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, *4*(1), 56–60.

Zubaidah, S. (2016). Keterampilan abad ke-21: keterampilan yang diajarkan melalui pembelajaran. *Seminar Nasional Pendidikan Dengan Tema "Isu-Isu Strategis Pembelajaran MIPA Abad 21*, *Desember*, 1–17.