



ANALISIS KEMAMPUAN MAHASISWA DALAM MEREPRESENTASIKAN GRAFIK HUBUNGAN KECEPATAN TERHADAP WAKTU

Agista Sintia Dewi Adila^{1a)}, Ismun Nisa Nadhifah¹, Harsi Admawati¹, Ayu Lestari¹, Dea Santika Rahayu¹

¹Universitas Tidar, Jl. Kapten Suparman No.39, Tuguran, Potrobangsari, Kec. Magelang Utara, Kota Magelang, (0293) 364113

e-mail: ^{a)} agista@untidar.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan mahasiswa dalam merepresentasikan grafik hubungan kecepatan terhadap waktu. Subjek penelitian terdiri dari 104 mahasiswa Semester 1 Prodi Pendidikan IPA Universitas Tidar yang mengikuti perkuliahan Mekanika dan Fluida. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif deskriptif dengan instrumen berupa empat soal pilihan ganda beralasan yang diadaptasi dari FMCE. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis secara statistik deskriptif untuk mengetahui pemahaman dan kesulitan mahasiswa dalam menganalisis grafik hubungan kecepatan terhadap waktu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebanyak 65% mahasiswa telah memahami grafik hubungan kecepatan terhadap waktu. Kesulitan yang dialami mahasiswa dalam representasi grafik berkaitan dengan konsep perpindahan, arah gerak benda, dan keadaan benda yang berhenti. Berdasarkan teori belajar kognitif, kemampuan mahasiswa dalam menganalisis grafik setelah mengikuti pembelajaran tatap muka berkaitan dengan kemampuan berpikir secara abstrak sesuai dengan tahap perkembangan kognitif formal operasional.

Kata Kunci: kognitif, *learning loss*, pemahaman konsep, representasi grafik

ABSTRACT

This study aims to analyze student's ability about represent a graph of the relationship of speed and time. The research subjects consisted of 104 students semester 1 of Natural Science Education Department Tidar University who took lectures on Mechanics and Fluids. This study used a descriptive quantitative method. The instruments are four reasoned multiple choice questions adapted from FMCE. The data analyzed by descriptive statistics to determine students' understanding and difficulties in analyzing the graph of the relationship of speed and time. The results showed that as much as 65% of students had understood the graph of the relationship between speed and time. The difficulties experienced by students in graphic representations are related to the concept of displacement, the direction of motion of objects, and the state of objects that stop. Based on cognitive learning theory, student's ability to analyze graphs after participating in face-to-face learning is related to the ability to think abstractly according to the stage of formal operational cognitive development

Keywords: cognitive, *learning loss*, conceptual understanding, graphical representation

PENDAHULUAN

Sebelum pembelajaran tatap muka seratus persen, pemerintah memberlakukan penyesuaian kebijakan belajar di masa pandemi Covid-19, yaitu belajar secara daring yang dimulai pada tahun 2020. Namun, terjadi hambatan pedagogis,

hambatan sarana dan prasarana, hambatan internal siswa, serta hambatan lingkungan eksternal siswa pada pembelajaran di sekolah selama pandemi Covid-19 (Adi, dkk, 2021). Hal tersebut berisiko besar menyebabkan *learning loss* atau ketidakmaksimalan pembelajaran sehingga menyebabkan hilangnya pengetahuan,

keterampilan spesifik, keterampilan umum, maupun kemunduran prestasi akademik yang pada akhirnya menurunkan kompetensi dan kualitas sumber daya manusia (Agustina dan Ananda, 2022; Lismandasari dan Farhan, 2022). Risiko *learning loss* terjadi karena mahasiswa mengalami penurunan konsentrasi, motivasi, kepercayaan diri, interaksi dengan dosen dan sesama mahasiswa, durasi waktu, pemahaman materi, dan hasil belajar (Lismandasari & Farhan, 2022). Dengan demikian, analisis terhadap kemampuan mahasiswa yang mulai mengikuti pembelajaran seratus persen tatap muka setelah menjalani pembelajaran daring pada masa pandemi Covid-19 perlu dilakukan.

Salah satu kemampuan mahasiswa yang perlu dianalisis adalah pemahaman konsep. Pemahaman konsep adalah inti dari tercapainya suatu pembelajaran. Mahasiswa dapat dikatakan memahami suatu konsep ketika mahasiswa dapat menerapkan konsep tersebut dalam menganalisis berbagai fenomena yang ia temui dalam kehidupan sehari-hari. Namun, kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa mahasiswa masih kesulitan menerapkan konsep pada soal atau sering disebut *novice* (Lin & Singh, 2011; Docktor & Mestre, 2014). Kesulitan pemahaman konsep ini dikarenakan pengetahuan yang belum tersambung satu sama lain atau disebut dengan *knowledge in pieces* (Docktor & Mestre, 2014; Demkanin dkk, 2020; Gysin & Brovelli, 2021). Mahasiswa hanya mengaktifkan beberapa potong pengetahuan untuk merespon suatu permasalahan. Sebagai contoh, seorang siswa menyatakan bahwa pada saat benda dilemparkan keatas, maka gaya lempar yang ia berikan diawal lemparan akan terus ada pada saat benda tersebut melayang hingga kembali jatuh ke bawah. Hal ini terjadi karena pemahaman konsep yang digunakan hanya sebagian yaitu konsep gaya dan momentum. Mahasiswa tersebut dapat memahami bahwa gaya menyebabkan perubahan gerak benda (dari diam menjadi bergerak ke atas). Namun gagal memahami bahwa setelah benda tidak berkontak dengan tangan, maka impuls gaya tersebut berubah

menjadi momentum dan berlaku kekekalan momentum. Sehingga seharusnya tidak ada gaya yang bekerja pada saat benda melayang kecuali gaya gravitasi dan hambatan udara. Penguasaan konsep sebagian atau “in pieces” ini dapat terjadi karena siswa gagal menghubungkan konsep gaya, impuls dan momentum sehingga terjadi kegagalan dalam konstruksi pemahamannya secara utuh.

Jika pemahaman konsep mahasiswa bagus maka akan membantu mereka dalam memahami lebih dalam tentang ide atau konsep fisika dan dapat menghubungkan konsep tersebut pada materi pada materi selanjutnya (Taruly dkk, 2022). Kenyataannya, meskipun mahasiswa sudah mendapatkan materi, namun mahasiswa masih memahaminya secara terpisah-pisah yang menyebabkan mereka gagal membentuk konstruksi pemahaman yang solid atau “*scaffolding*” (Docktor & Mestre, 2014). Misalnya mahasiswa akan kesusahan untuk membaca grafik sebelum grafik digunakan sebagai media instruksi (Beichner, 1994)). Salah satu cara untuk mengetahui konstruksi pemahaman ini dengan melalui representasi grafik. Siswa perlu bisa memahami grafik sebelum dapat membaca informasi yang diungkapkan lewat grafik. Abdurrahman (2011) mengungkapkan grafik dapat menunjukkan kondisi konsep pemahaman siswa akan fenomena fisika terutama untuk konsep-konsep besaran vektor.

Grafik merupakan salah satu representasi yang sering dijumpai dalam mata kuliah di fisika. Dalam materi yang berhubungan dengan vektor seperti pada konsep kecepatan, percepatan, gaya, dan momentum, grafik hubungan antar besaran sangat membantu dalam memahami secara utuh fenomena tersebut dalam kaitannya dengan berbagai konsep besaran lain. Sebuah grafik dapat memuat berbagai macam informasi kompleks yang mendetail (Adila dkk, 2018, Beichner 1994, Kilic dkk, 2012, Johnson, 2020). Misalnya saja pada grafik hubungan antara kecepatan dan waktu, grafik dapat menunjukkan bagaimana besar dan arah kecepatan sebuah

benda akan berubah seiring dengan perubahan waktu, sehingga dalam membaca dan membuat grafik, mahasiswa harus memahami dan menghubungkan konsep kecepatan, besar dan vektor kecepatan serta waktu dan bagaimana ketiganya digambarkan dalam bentuk grafik. Untuk itu diperlukan kemampuan interpretasi grafik yang baik. Interpretasi grafik dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain karakteristik grafik, konten grafik serta pengetahuan awal mahasiswa (Glazer, 2011). Konten grafik akan hubungan besaran satu dengan besaran lainnya dalam sebuah konsep fisika. Misalnya pada grafik konsep hubungan antara jarak dengan waktu pada kecepatan yang berubah secara konstan, maka akan didapatkan grafik berbentuk persamaan kuadrat.

Penelitian sebelumnya mengungkapkan bahwa mahasiswa mengalami kesulitan dalam menginterpretasikan grafik (Moore dkk, 2019 (di artikel Johnson); Johnson, 2020; Maulidyah & Zainuddin, 2022; Usman & Zharvan, 2022; Rizki & Setyarsih, 2022). Padahal kemampuan membaca grafik sangat penting dalam menginterpretasikan informasi yang mereka temui dalam kehidupan sehari-hari. Masalah ini akan menjadi semakin serius pada mahasiswa-mahasiswa pada program studi rumpun Ilmu pengetahuan alam. Sesuai dengan penelitian Hidayatullah, ddk (2021), representasi grafik diperlukan untuk menghindari miskonsepsi pada siswa karena semakin siswa menguasai representasi maka semakin siswa memahami ilmu pengetahuan. Mc Dermott (1987) melaporkan bahwa kelemahan siswa dalam menghubungkan informasi dalam sajian grafik kepada konsep fenomena fisis adalah pada: membedakan antara kemiringan dan ketinggian pada grafik, menginterpretasikan perubahan pada ketinggian dan perubahan pada kemiringan, menarik hubungan antara satu jenis grafik ke jenis grafik dengan tipe grafik lainnya, menerjemahkan informasi dalam cerita ke dalam grafik, dan menerjemahkan arti area di bawah garis pada grafik. Penelitian yang dilakukan Ana Susac, dkk (2018) juga menemukan beberapa masalah pada kemampuan mahasiswa dalam

menginterpretasikan grafis dalam kehidupan nyata diantaranya kesulitan dalam merepresentasikan gerak kontinu dengan garis kontinu. Membedakan bentuk grafik dengan jalur pergerakan benda, merepresentasikan nilai kecepatan negatif pada grafik, merepresentasikan nilai percepatan konstan pada grafik kecepatan terhadap waktu, dan membedakan berbagai jenis grafik gerak benda.

Guru-guru seringkali menebak bahwa kesulitan siswa dalam representasi grafik berasal dari kelemahan kemampuan matematika terutama dalam bahasa grafik dan gradien kemiringan Hal ini senada dengan hasil penelitian D. H. Nguyen & N. S. Rebello (2011) dan W. M. Christensen & J. R. Thompson (2012) yang mengkonfirmasi bahwa siswa memiliki kesulitan dalam konsep matematika grafik cenderung kesulitan dalam menginterpretasikan grafik pada Fisika. akan tetapi, penambahan konteks pada soal grafik juga membuat siswa yang bagus pada konsep matematis menjadi kesulitan dalam interpretasi grafik. Merujuk pada penelitian Planinic (2013), Bollen (2016) dan Zavala (2017) bahwa permasalahan grafis pada konteks tertentu ternyata dianggap lebih susah oleh siswa dan terjadi kesulitan transfer informasi antara pengetahuan konsep fisika ke dalam pengetahuan matematika mereka.

Sajian grafik tepat digunakan untuk mengetahui pemahaman siswa tentang konsep gerak, sedangkan pemahaman konsep gerak merupakan bagian dari hasil belajar. Representasi dapat sekaligus mengandung informasi interpretasi dan eksplanasi dari sebuah atau beberapa konsep sains sekaligus dengan menggunakan satu atau beberapa moda seperti seperti analogi, pernyataan verbal, text tertulis, diagram, grafik, dan bahkan simulasi (Tang, Delgado & Moje, 2014). Menggunakan representasi dalam menuangkan konsep sains akan mendorong pemahaman siswa yang lebih komprehensif karena pemahaman dalam representasi grafis merupakan salah satu bagian dari pembentukan kemampuan berpikir tingkat tinggi (Hoban

& Nielsen, 2012). Penyusunan pengetahuan dan pemahaman melalui representasi memfasilitasi kemampuan siswa dalam beragam situasi, bentuk, variasi dan konteks melalui koneksi dan keterhubungan yang telah terbentuk.

Strukturisasi pemahaman melalui representasi juga membuat siswa menjadi semakin sadar akan tingkat pemahaman mereka sendiri (Tolppanen dkk, 2013). Representasi juga merupakan bahasa yang penting dalam pengembangan ilmu pengetahuan (Tang, Delgado & Moje, 2014) sehingga kemampuan mendeskripsikan grafis dan menggunakan informasi dalam grafis ada kemampuan yang harus dikembangkan oleh siswa.

Dalam menilai kualitas pemahaman konsep berbagai fenomena fisika pada siswa, salah satunya dapat menggunakan tugas atau pertanyaan konseptual berbasis representasi grafis (Abdurrahman, 2018). Representasi grafis dapat mencerminkan kondisi pembentukan struktur pemahaman dalam hubungan berbagai konsep pada dimensi yang berbeda. Pada saat menyelesaikan persoalan dengan representasi grafis, terbentuk jaringan koneksi antara konsep matematis dengan berbagai struktur representasi konsep fisika (Barmby dkk, 2007). Siswa mungkin memahami konsep fisika dan juga memahami konsep representasi grafik dalam pelajaran matematika. Namun pengetahuan tersebut “terkotak-kotak” sehingga meskipun telah paham keduanya mereka masih kesulitan dalam memahami konsep Fisika yang direpresentasikan dalam bentuk grafik matematika. Gagatsis dkk (2006) menemukan bahwa terdapat “kompartementalisasi” dalam pembentukan struktur pemahaman konsep siswa yang ditunjukkan dengan kurangnya koneksi antara konsep fisis dengan representasi matematis. Adu-Gyamfi dkk (2017) juga menemukan bahwa siswa ternyata membentuk koneksi pemahaman yang terpisah antara konsep grafis dalam matematika dengan konsep representasi fenomena fisika.

Kemampuan representasi grafik berkaitan erat dengan teori belajar kognitif. Belajar memperoleh dan memanfaatkan bentuk-bentuk representatif yang mewakili objek-obyek untuk direpresentasikan di dalam diri individu melalui tanggapan, gagasan, atau lambang yang bersifat mental merupakan ciri khas belajar kognitif (Rahmah, 2022). Kesesuaian materi, strategi, model dan metode pembelajaran dengan kemampuan kognitif peserta didik akan mendukung terselenggaranya pembelajaran yang efektif dan penyerapan pengetahuan secara optimal (Mifroh, 2020). Selain itu, berdasarkan teori belajar kognitif menurut Piaget, proses belajar harus disesuaikan dengan tahap perkembangan kognitif peserta didik karena proses belajar berbeda pada setiap tahapannya dan pada umumnya semakin tinggi tingkat kognitif seseorang maka semakin teratur dan juga semakin abstrak cara berpikirnya (Nurhadi, 2020). Piaget membagi tahap perkembangan kognitif peserta didik ke dalam 4 tahap, yaitu tahap sensorimotor, pra operasional, operasional konkret, dan operasional formal (Piaget, 1964). Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini menggali lebih dalam tentang tingkat pemahaman mahasiswa dalam mendeskripsikan informasi gerak mobil menjadi grafik kecepatan terhadap waktu dan kesulitan yang dialami mahasiswa dalam representasi grafik berdasarkan teori perkembangan kognitif Piaget.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif deskriptif untuk menganalisis kemampuan mahasiswa dalam merepresentasikan grafik hubungan kecepatan terhadap waktu. Subjek penelitian ini terdiri dari 104 mahasiswa semester 1 Prodi Pendidikan IPA, Fakultas keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Tidar. Mereka telah mendapatkan materi kinematika dan dinamika. Mahasiswa diberikan 4 soal pilihan ganda beralasan yang diadaptasi dari FMCE. Bentuk instrumen penilaian pilihan ganda beralasan (Desiriah, E., & Setyarsih, W., 2021). Soal

yang dipilih adalah soal terkait grafik hubungan kecepatan terhadap waktu.

Mahasiswa diminta untuk mengerjakan soal pada elita untidar kemudian menuliskan alasan di kertas yang telah disediakan. Data yang didapatkan berupa data kuantitatif sehingga peneliti menentukan kategori tingkat pemahaman konsep mahasiswa menggunakan perhitungan statistika deskriptif. Kategori pemahaman konsep dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kategori Pemahaman Konsep

No	Tingkat Pemahaman Konsep	Kategori
1	$\leq 30\%$	Rendah
2	$31\% \leq x \leq 60\%$	Sedang
3	$61\% \leq x \leq 100\%$	Tinggi

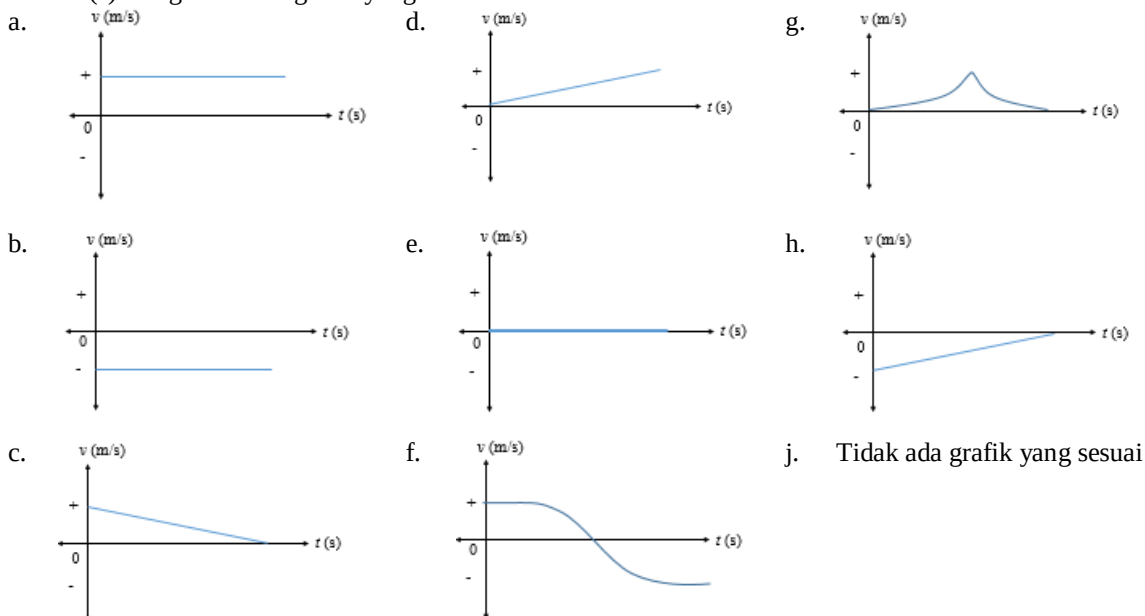
(Sumber: Sari, Suryanto & Suana, 2017)

Berikut 4 soal (Gambar 1) yang diberikan untuk mengetahui tingkat pemahaman konsep mahasiswa pada konsep grafik hubungan kecepatan terhadap waktu.

Pertanyaan ini berlaku untuk no 1-4, mobil mainan yang dapat bergerak ke kanan atau kiri pada arah horizontal (arah positif ke kanan)



Pilih grafik kecepatan terhadap waktu yang benar berdasarkan pilihan jawaban (A-G) di tiap pertanyaan. Sebuah grafik bisa digunakan untuk lebih dari satu soal. Jika menurutmu tidak ada grafik yang benar maka silahkan memilih (J) dan gambarkan grafik yang menurut anda benar.



1. Mana grafik kecepatan yang menunjukkan mobil bergerak ke kanan (menjauhi posisi awal) dengan kecepatan konstan?
2. Grafik kecepatan mana yang menunjukkan mobil bergerak berbalik arah?
3. Grafik kecepatan mana yang menunjukkan mobil bergerak ke kiri (dari posisi awal) dengan kecepatan konstan?
4. Grafik kecepatan mana yang menunjukkan mobil menambah kecepatan secara konstan ?

Gambar 1. Soal Grafik Kecepatan terhadap Waktu

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rekapitulasi data untuk menentukan tingkat pemahaman konsep representasi grafik mahasiswa disajikan pada Tabel 2.

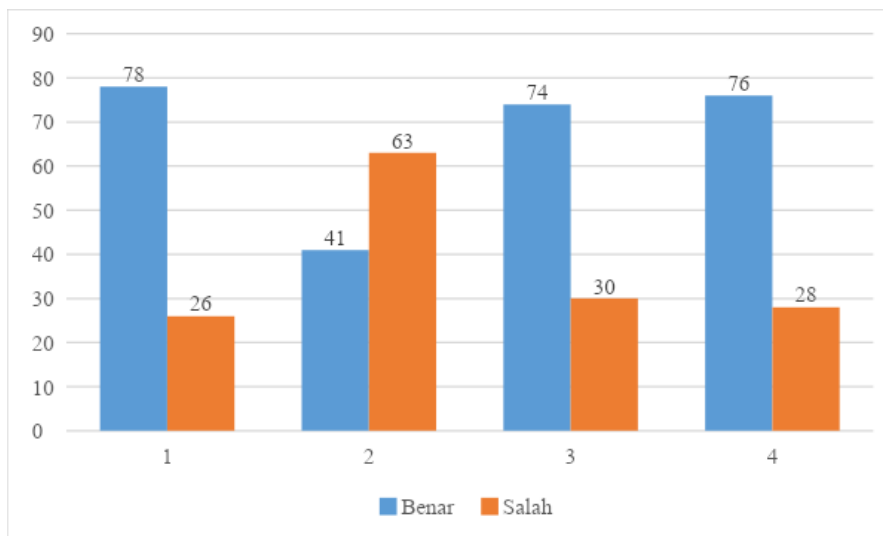
Tabel 2. Rekapitulasi Skor Pemahaman Konsep

Statistik	Skor (%)
Rata-rata	65
Nilai tertinggi	100
Nilai terendah	0
Standar deviasi	0,46

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata pemahaman konsep mahasiswa

terhadap grafik hubungan kecepatan terhadap waktu sebesar 65% atau dalam kategori tinggi. Walau dalam kategori tinggi namun sebanyak 35% mahasiswa masih

belum memahami konsep grafik hubungan kecepatan terhadap waktu. Sebaran jawaban 104 mahasiswa per soal disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Sebaran jawaban

Gambar 2 menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa telah memahami konsep representasi grafik hubungan kecepatan terhadap waktu. Namun, masih ada mahasiswa yang perlu memperdalam pemahaman mereka dalam merepresentasikan kecepatan konstan dalam grafik. Berdasarkan Gambar 2, soal nomor 2 merupakan soal yang menarik untuk dibahas lebih lanjut.

Soal nomor 2 membahas mengenai representasi grafik kecepatan yang menunjukkan mobil bergerak yang berbalik arah. Soal ini menguji mahasiswa untuk memahami bahwa grafik bernilai negatif jika benda berubah arah. Artinya mahasiswa harus memahami bahwa mobil akan bernilai negatif walaupun kecepatan akan bertambah setelah mobil berubah arah karena nilai negatif hanya merepresentasikan arah gerak benda.

Tabel 3. Persentase pilihan jawaban mahasiswa pada soal nomor 2

Pilihan Jawaban	Jumlah mahasiswa yang memilih	Persentase (%)
A	1	0,96
B	17	16,35
C	16	15,38
D	7	6,73
E	3	2,88
F	41	39,42
G	8	7,69
H	9	8,65
J	2	1,92

* kolom jawaban berwarna kuning adalah kunci jawaban

Tabel 3 menunjukkan sebanyak 39,42% mahasiswa menjawab benar dengan memilih opsi F. Sebanyak 60,58% mahasiswa belum tepat dalam menjawab. Berdasarkan hasil sebaran jawaban menunjukkan bahwa seluruh opsi jawaban yang tersedia dipilih oleh mahasiswa. Hal

ini mengindikasikan pemahaman yang bermacam-macam tentang representasi grafik hubungan kecepatan terhadap waktu.

Mahasiswa yang memilih opsi B berfikir bahwa mereka hanya perlu merepresentasikan gerak mobil setelah mobil berbalik arah (Erceg & Aviani,

2014). Mereka berpikir setelah mobil berbalik arah maka mobil akan bergerak dengan kecepatan konstan. Sehingga mereka memilih opsi B yang menunjukkan arah gerak mobil ke kiri dengan kecepatan konstan.

Mahasiswa yang memilih opsi C berfikir bahwa setelah mobil berbalik arah maka mobil akan mengalami GLB diperlambat. Sehingga representasi grafik yang sesuai adalah opsi C yang menunjukkan perlambatan. Hal ini menunjukkan bahwa mahasiswa belum memahami jika representasi yang diminta dimulai dari sebelum mobil berbalik arah sampai mobil berbalik arah. Selain itu, jika arah gerak mobil ke kiri maka representasi grafik kecepatan akan bernilai negatif.

Mahasiswa yang memilih opsi D berfikir karena mobil berbalik arah maka terjadi GLB dipercepat. Dari pernyataan tersebut didapatkan bahwa mahasiswa hanya berfikir kejadian yang perlu direpresentasikan hanya setelah mobil berbalik arah. Selain itu, ada beberapa mahasiswa yang belum memahami cara membaca grafik karena alasan yang tertulis grafik menuju titik nol sedangkan akhir dari grafik opsi D masih memiliki kecepatan dan nilainya berkurang.

Mahasiswa yang memilih opsi E berfikir bahwa karena mobil berbalik arah maka perpindahannya tetap sehingga kembali ke tempat semula. Dari alasan tersebut dapat dipahami jika pemahaman mahasiswa masih tertukar dengan konsep perpindahan (Ishimoto, dkk, 2017; Wells, dkk, 2020).

Sebenarnya mahasiswa yang memilih opsi G telah memahami makna fisis jika kecepatan mobil mula-mula konstan kemudian diperlambat hingga kecepatan menjadi nol. Setelah itu, mobil berbalik arah dan gerak mobil dipercepat. Namun, mahasiswa masih belum dapat mengaplikasikan ke dalam representasi grafik dengan benar. Jika mahasiswa dapat memahami representasi grafik dengan benar maka mereka akan memaknai grafik

opsi G mengalami GLB dipercepat kemudian GLB diperlambat tanpa adanya perubahan arah gerak mobil (Smith & Wittmann, 2008).

Mahasiswa yang memilih opsi H berfikir bahwa mobil mengalami GLBB diperlambat dengan arah gerak ke kiri. Berdasarkan alasan tersebut dapat diketahui bahwa mahasiswa hanya merepresentasikan setengah bagian dari keseluruhan gerak mobil dan mereka berpikir bahwa keadaan akhir mobil akan berhenti. Sedangkan pada soal tidak dijelaskan jika mobil akan berhenti bergerak.

Berdasarkan seluruh alasan yang telah dipaparkan, didapatkan bahwa mahasiswa sejatinya memahami proses gerak mobil. Namun, mereka masih mengalami kesulitan dalam merepresentasikan grafik. Hal ini dapat dilihat dari pemenggalan beberapa gerak mobil. Beberapa alasan yang menyebutkan arah gerak mobil disamakan dengan perpindahan gerak benda (Ishimoto, dkk, 2017; Wells, dkk, 2020). Selain itu, konsep pengurangan kecepatan direpresentasikan dengan grafik penambahan kecepatan begitu pula sebaliknya. Sehingga, tidak dipungkiri bahwa beberapa mahasiswa belum dapat membaca dan merepresentasikan grafik kecepatan terhadap waktu pada soal nomor 2 dengan baik.

Temuan dalam penelitian ini dapat dijelaskan berdasarkan teori belajar kognitif Piaget. Representasi grafik yang dilakukan mahasiswa berkaitan dengan ciri khas belajar kognitif. Ciri tersebut terletak pada proses mendapatkan dan menggunakan bentuk-bentuk representatif untuk dihadirkan dalam wujud tanggapan, gagasan, atau lambang yang bersifat mental pada diri seseorang (Rahmah, S., 2022). Kemampuan representasi grafik mahasiswa menunjukkan kemampuan tahap kognitif operasional formal. Hal tersebut sesuai dengan karakteristik dari level kognitif operasional formal, yaitu peserta didik mampu memberikan alasan logis menggunakan suatu konsep, hubungan,

sifat-sifat abstrak, aksioma, dan teori serta menggunakan simbol dalam berpendapat (Wilujeng & Wibowo, 2021).

SIMPULAN

Pemahaman konsep mahasiswa terkait representasi grafik kecepatan terhadap waktu masuk dalam kategori tinggi. Secara keseluruhan 65% mahasiswa telah menjawab empat soal dengan baik. Namun, mahasiswa masih kesulitan untuk merepresentasikan grafik pada soal nomor 2. Mahasiswa telah memahami proses gerak mobil tetapi mereka hanya merepresentasikan sebagian gerak mobil. Bahkan ada beberapa mahasiswa yang belum dapat membaca grafik sehingga memilih representasi grafik yang berlawanan dengan yang dimaksud. Konsep perpindahan (Ishimoto, dkk, 2017), arah gerak benda, dan keadaan benda yang berhenti merupakan kesulitan yang dialami mahasiswa dalam representasi grafik. Berdasarkan teori belajar kognitif Piaget, kemampuan mahasiswa dalam menganalisis grafik setelah mengikuti pembelajaran Mekanika dan Fluida secara tatap muka berkaitan dengan kemampuan berpikir secara abstrak sesuai dengan tahap perkembangan kognitif formal operasional.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, A., Setyaningsih, C. A., & Jalmo, T. (2019). Implementating multiple representation-based worksheet to develop critical thinking skills. *Journal of Turkish Science Education*, 16(1), 138-155.
- Adi, P. W., Martono, T., & Sudarno, S. (2021). Pemicu Kegagalan Pada Pembelajaran di Sekolah Selama Pandemi di Indonesia (Suatu Studi Pustaka). *Research and Development Journal of Education*, 7(2), 464-473.
- Adila, A. S. D., Sutopo, Wartono. (2018). Students' reasoning in analyzing temperature from PV diagram representing unfamiliar thermodynamics process. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1097, No. 1, p. 012012). IOP Publishing.
- Adu-Gyamfi, K., Bossé, M. J., & Chandler, K. (2017). Student connections between algebraic and graphical polynomial representations in the context of a polynomial relation. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(5), 915-938.
- Agustina, D. A., & Ananda, R. (2022). Implementasi Formative Assessment berbasis Literasi Sains sebagai Mitigasi Learning Loss Mahasiswa. *Indonesian Journal of Educational Science (IJES)*, 5(1), 26-36.
- Beichner, R. J. (1994). Testing student interpretation of kinematics graphs. *American journal of Physics*, 62(8), 750-762.
- Bollen, L., De Cock, M., Zuza, K., Guisasola, J., & van Kampen, P. (2016). Generalizing a categorization of students' interpretations of linear kinematics graphs. *Physical Review Physics Education Research*, 12(1), 010108.
- 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), 023101.
- Demkanin, P., Šromeková, K., & Slovák, A. (2021). Exponential Function in Physics Education from the view of Knowledge in Pieces Theory. In *Proceedings INNODOCT/20. International Conference on Innovation, Documentation and Education* (pp. 95-102).
- Desiriah, E., & Setyarsih, W. (2021). Tinjauan Literatur Pengembangan Instrumen Penilaian Kemampuan

- Berpikir Tingkat Tinggi (HOTS) Fisika di SMA. *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 7(1), 79-89.
- Docktor, J. L., Mestre, J. P. (2014). Synthesis of Discipline-Based Education Research in Physics. *Physics Education Research*, Vol. 10, 020119
- Erceg, N., & Aviani, I. (2014). Students' understanding of velocity-time graphs and the sources of conceptual difficulties. *Croatian Journal of Education: Hrvatski časopis za odgoj i obrazovanje*, 16(1), 43-80.
- Gagatsis, A., Elia, I., & Mousoulides, N. (2006). Are Registers Of Representations and Problem Solving Processes on Functions Compartmentalized in Students' Thinking?. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, RELIME*, (Esp), 197-224.
- Glazer, N. (2011). Challenges With Graph Interpretation: A Review Of The Literature. *Studies In Science Education*, 47(2), 183-210.
- Gysin, D., & Brovelli, D. (2021). Use of Knowledge Pieces and Context Features During the Transfer Process in Physics Tasks. *International Journal of Science Education*, 43(13), 2108-2126.
- Hanafiah, H., Sauri, R. S., Mulyadi, D., & Arifudin, O. (2022). Penanggulangan Dampak Learning Loss dalam Meningkatkan Mutu Pembelajaran pada Sekolah Menengah Atas. *JlIP-Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 5(6), 1816-1823.
- Hidayatullah, W., Herliandry, L.D., & Kuswanto, H. (2021). Graphical Representation Skills in Online Learning During COVID-19 Pandemic Through Augmented Reality Assisted Student Worksheets. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 541, 533-460
- Hoban, G., & Nielsen, W. (2012). Using "Slowmation" to Enable Preservice Primary Teachers to Create Multimodal Representations of Science Concepts. *Research in Science Education*, 42(6), 1101-1119.
- Ishimoto, M., Davenport, G., & Wittmann, M. C. (2017). Use of item response curves of the Force and Motion Conceptual Evaluation to compare Japanese and American students' views on force and motion. *Physical Review Physics Education Research*, 13(2), 020135.
- Johnson, H. L. (2022). Task Design For Graphs: Rethink Multiple Representations With Variation Theory. *Mathematical Thinking and Learning*, 24(2), 91-98.
- Johnson, H. L. (2022). Task Design For Graphs: Rethink Multiple Representations With Variation Theory. *Mathematical Thinking and Learning*, 24(2), 91-98.
- Lin, S. Y., Singh, C. (2011). Using Isomorphic Problems to Learn Introductory Physics. *Physics Education Research* 7, 020104 (2011)
- Lismandasari, L., & Farhan, F. S. (2022). Risiko Terjadinya Learning loss Mahasiswa PSKD FKK UMJ dalam Pembelajaran Daring di Masa Pandemi COVID-19. *Jurnal Ilmiah Mandala Education*, 8(2).
- Maulidyah, R. L., & Zainuddin, A. (2022). Implementasi Tes Formatif Berbasis Multirepresentasi Untuk Analisis Pemahaman Konsep Siswa. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 13(1), 1-8.
- McDermott, L. C., Rosenquist, M. L., & Van Zee, E. H. (1987). Student difficulties in connecting graphs and physics: Examples from kinematics. *American Journal of Physics*, 55(6), 503-513.

- Mifroh, N. (2020). Teori Perkembangan Kognitif Jean Piaget dan Implementasinya Dalam Pembelajaran di SD/MI. *JPT: Jurnal Pendidikan Tematik*, 1(3), 253-263.
- Moore, K. C., Paoletti, T., & Musgrave, S. (2013). Covariational Reasoning and Invariance Among Coordinate Systems. *The Journal of Mathematical Behavior*, 32(3), 461–473.
- 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), 010112..
- Nurhadi, N. (2020). Teori Kognitivisme serta Aplikasinya dalam Pembelajaran. *EDISI*, 2(1), 77-95.
- Piaget, J. (1964). Cognitive Development in Children: Piaget Development and Learning. *Journal, of Research in Science Teaching*, 2, 176-186.
- 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), 020103.
- Rahmah, S. (2022). Teori Kognitivisme Serta Aplikasinya Dalam Pembelajaran. *SKULA: Jurnal Pendidikan Profesi Guru Madrasah*, 2(3), 23-34.
- Rizki, C., & Setyarsih, W. (2022). Identifikasi Miskonsepsi Siswa dan Penyebabnya pada Materi Elastisitas Menggunakan Three–Tier Diagnostic Test. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 11(3), 32-43.
- Smith, T. I., & Wittmann, M. C. (2008). Applying a resources framework to analysis of the Force and Motion Conceptual Evaluation. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 4(2), 020101.
- Suhandi, A., & Wibowo, F. C. (2012). Pendekatan Multirepresentasi dalam Pembelajaran Usaha-Energi dan Dampak Terhadap Pemahaman Konsep Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 8(1).
- Susac, A., Bubic, A., Kazotti, E., Planinic, M., & Palmovic, M. (2018). Student Understanding of Graph Slope and Area Under a Graph: A Comparison of Physics and Nonphysics Students. *Physical Review Physics Education Research*, 14(2), 020109.
- Tang, K. S., Delgado, C., & Moje, E. B. (2014). An Integrative Framework For The Analysis of Multiple and Multimodal Representations for Meaning-Making in Science Education. *Science Education*, 98(2), 305-326.
- Taruly, Y., Maria, H. T., & Arsyid, S. B. (2022). Analisis Miskonsepsi Siswa dalam Menjawab Soal-Soal pada Materi Fluida Statis. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Khatulistiwa (JPPK)*, 11(10), 2398-2405.
- Tolppanen, S., Rantaniitty, T., McDermott, M., Aksela, M., & Hand, B. (2013). Effectiveness of a Lesson on Multimodal Writing in Science Education. *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education*, 1(5), 503-522.
- Usman, U., & Zharvan, V. (2022). Analisis Hubungan Kecerdasan Logis Matematis Terhadap Kemampuan Menginterpretasi Grafik Kinematika. *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika*, 18(1), 22-30.
- Wells, J., Henderson, R., Traxler, A., Miller, P., & Stewart, J. (2020). Exploring the structure of misconceptions in the Force and Motion Conceptual Evaluation with modified module analysis. *Physical Review Physics Education Research*, 16(1), 010121.

- Wilujeng, I., & Wibowo, H. A. C. (2021). Penalaran Ilmiah Mahasiswa Calon Guru Fisika dalam Pembelajaran Daring. *Edu Cendikia: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 1(02).
- Zavala, G., Tejeda, S., Barniol, P., & Beichner, R. J. (2017). Modifying the test of understanding graphs in kinematics. *Physical Review Physics Education Research*, 13(2), 020111.