



Analisis Kemampuan Representasi Diagram Gaya pada Siswa SMA di Kota Pontianak

Patrick Ricky¹, Judyanto Sirait², Hamdani³, Haratua Tiur Maria Silitonga⁴, Erwina Oktaviany⁵
 Universitas Tanjungpura, Pontianak, Indonesia

patrickricky.researcher@gmail.com^{1,*}, judyanto.sirait@gmail.com²,

hamdani@fkip.untan.ac.id³, haratua.tiur.maria@fkip.untan.ac.id⁴,

erwina.oktaviany@fkip.untan.ac.id⁵

^{*)}Corresponding author

Kata Kunci:

Profil; Representasi Visual;
 Diagram Gaya

ABSTRAK

Diagram gaya merupakan salah satu dari representasi visual yang dipelajari oleh siswa jenjang menengah atas maupun perguruan tinggi. Diagram gaya dilibatkan dalam penyelesaian soal sehingga cara menggunakan diagram gaya menjadi sesuatu yang perlu dikuasai oleh siswa. Hal ini menjadi tujuan dalam penelitian ini untuk mengetahui profil kemampuan representasi diagram gaya siswa SMA di kota Pontianak. Penelitian ini dilaksanakan secara survei dan melibatkan 205 siswa dari tiga sekolah negeri yang berbeda di kota Pontianak. Siswa diuji menggunakan tes representasi diagram gaya yang terdiri dari 8 butir soal dimana masing-masing konteks diujikan dua jenis situasi diantaranya situasi diam dan situasi percepatan konstan. Data dianalisis secara kuantitatif deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa skor rata-rata kemampuan representasi diagram gaya siswa sebesar 48.78 untuk kategori menengah (intermediate). Kemudian, skor rata-rata siswa yang berhasil menyelesaikan soal untuk konteks bidang horizontal sebesar 57.32, konteks bidang miring sebesar 69.51, konteks objek menggantung sebesar 36.83, dan konteks sistem Atwood sebesar 31.46. Hal ini mengindikasikan bahwa sebagian siswa mengalami kesulitan dalam memvisualisasikan permasalahan kedalam diagram gaya dan menjadi perhatian bagi pendidik untuk memberikan pembelajaran kepada siswa tentang representasi ini.

Analysis of Force Diagram Representation Ability in High School Students in Pontianak City

Keywords:

Profile; Visual Representation;
 Force Diagram

ABSTRACT

Force diagrams are one of the visual representations studied by high school and college students. Force diagrams are involved in solving problems so how to use force diagrams is something that students need to master. This is the aim of this research to determine the profile of style diagram representation abilities of high school students in the city of Pontianak. This research was carried out by survey and involved 205 students from three

different state schools in the city of Pontianak. Students were tested using a force diagram representation test which consisted of 8 questions where in each context two types of situations were tested, including a stationary situation and a constant acceleration situation. The data was analyzed quantitatively descriptively. The results showed that the average score of students' style diagram representation ability was 48.78 for the intermediate category. Then, the average score of students who completed the questions for the horizontal plane context was 57.32, the inclined plane context was 69.51, the hanging object context was 36.83, and the Atwood system context was 31.46. This indicates that some students have difficulty visualizing problems in force diagrams and it is a concern for educators to provide lessons to students about this representation.

PENDAHULUAN

Dinamika partikel merupakan salah satu materi yang dipelajari oleh siswa pada jenjang menengah atas dan perguruan tinggi. Materi ini membahas tentang fenomena gerak yang disebabkan oleh gaya yang dinyatakan dalam nilai dan arah (Etkina *et al.*, 2019), baik itu sebuah tarikan maupun dorongan. Konsep tentang gaya menjadi sesuatu yang penting untuk dipahami oleh siswa karena sering dijumpai penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Akan tetapi, masih ditemukan peserta didik yang kesulitan dalam menjelaskan arti dari gaya itu sendiri dan bahkan tidak mampu dalam mengaplikasikan konsep gaya dalam berbagai konteks (Sirait *et al.*, 2018). Hal ini mengakibatkan keterbatasan pada pemahaman siswa dimana dalam pemecahan masalah hanya mengandalkan persamaan untuk menemukan jawaban kuantitatif (Docktor *et al.*, 2015). Oleh karena itu, siswa memerlukan strategi dalam pemecahan masalah fisika.

Pemecahan masalah merupakan aktivitas yang melibatkan serangkaian prosedur dalam memperoleh hasil yang ingin ditemukan (Maries & Singh, 2023). Seseorang yang sering melakukan pemecahan masalah dapat melatih stimulus diri melalui pencarian informasi, menganalisis, dan cenderung berpikir tingkat tinggi ketika menerapkan konsep dalam penemuan solusi (Qotrunnada, 2022; Susilawati *et al.*, 2022). Pemecahan masalah dalam fisika menekankan pada aspek kualitatif seperti penentuan prinsip yang tepat, dan aspek kuantitatif seperti penyelesaian secara matematis (Sirait, 2021; Susanti *et al.*, 2021). Menurut Heller *et al.* (1992), terdapat beberapa langkah pemecahan masalah dalam menyelesaikan soal fisika diantaranya: (1) menggambarkan masalah; (2) mendeskripsikan konsep fisika; (3) merencanakan penyelesaian; (4) melaksanakan penyelesaian; dan (5) pemeriksaan ulang. Diantara kelima langkah tersebut, langkah pertama merupakan langkah yang paling penting untuk dapat dilakukan oleh siswa sebab visualisasi masalah dilakukan sebagai penghubung antar representasi seperti persamaan matematis (Vignal & Wilcox, 2022). Maka dari itu, representasi visual yang perlu dikuasai oleh siswa dalam penyelesaian soal tentang gaya adalah diagram gaya.

Young dan Freedman (2014) mendefinisikan diagram gaya sebagai representasi yang menunjukkan gaya-gaya yang bekerja pada suatu benda akibat interaksi dari benda lainnya. Diagram gaya divisualisasikan dengan panah vektor yang dilengkapi dengan simbol vektor gaya (Sirait, 2020). Dalam penggunaan diagram gaya, panah vektor gaya yang bekerja pada suatu objek dilukiskan sesuai pada sumbu koordinat x dan y . Selain itu, pemahaman siswa tentang variasi gaya seperti gaya gravitasi, gaya normal, gaya tegangan, dan gaya gesekan perlu untuk diperhatikan sesuai dengan konteks soal yang diberikan. Siswa yang mampu menggambarkan diagram gaya dengan benar tentunya memiliki peluang yang lebih besar untuk menyelesaikan soal dengan tepat (Aviani *et al.*, 2015).

Pemahaman siswa tentang konsep gaya ditentukan berdasarkan kemampuannya dalam menggunakan diagram gaya. Namun, tidak semua siswa mampu menggunakan diagram gaya secara konsisten karena

dipengaruhi oleh teknik siswa dalam menyelesaikan soal sehingga berdampak pada hasil belajar. Siswa yang tidak memahami permasalahan secara keseluruhan cenderung memiliki rutinitas dalam menggunakan persamaan matematis karena tidak memahami hubungan dengan konsep, sedangkan siswa yang memahami permasalahan secara keseluruhan cenderung melakukan analisis secara kualitatif terlebih dahulu untuk mengetahui konsep yang diterapkan (Rosengrant *et al.*, 2009). Artinya, siswa yang memiliki pemahaman yang cukup tentang diagram gaya akan mudah dalam menyelesaikan soal, begitupula sebaliknya.

Dalam mengidentifikasi kemampuan representasi diagram gaya, diperlukan tes yang tepat untuk mengetahui pemahaman siswa terhadap representasi tersebut (Adom *et al.*, 2020). Oleh karena itu, tes berbasis representasi diagram gaya menjadi instrumen yang tepat untuk mengukur representasi ini. Bentuk tes yang digunakan berupa pilihan ganda karena diujikan kepada siswa dalam jumlah yang besar dan mudah dalam melakukan penskoran (Febriana, 2019). Kemudian, konteks yang disajikan sangat bervariasi dimulai dari bidang horizontal, bidang miring, objek menggantung, dan sistem *Atwood* serta situasi yang diujikan terdiri dari kondisi diam dan percepatan (\vec{a}) konstan. Sehubungan dengan pemaparan di atas, maka penelitian ini dilakukan untuk mendeskripsikan profil kemampuan representasi diagram gaya siswa di kota Pontianak berdasarkan pada kategorisasi kemampuan dan konteks yang diujikan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian survei deskriptif dimana memiliki tujuan untuk melihat keterkaitan antar variabel (Klein *et al.*, 2021), yaitu kemampuan representasi diagram gaya dan pemahaman siswa tentang penggunaan diagram gaya. Penelitian ini dilakukan kepada 205 siswa dari tiga sekolah di kota Pontianak dan telah mempelajari materi dinamika partikel. Sampel ditentukan secara *purposive sampling* berdasarkan sekolah yang dikategorikan rendah, sedang, dan tinggi menurut hasil Ujian Nasional Mata Pelajaran Fisika Tahun 2019.

Prosedur pengumpulan data dalam survei ini menggunakan tes representasi diagram gaya sebanyak delapan butir soal pilihan ganda, dimana masing-masing konteks terdiri dari dua butir soal. Konteks yang diujikan dalam tes ini diantaranya bidang horizontal, bidang miring, objek menggantung, dan sistem *Atwood*. Tes ini telah divalidasi oleh ahli dengan tingkat kelayakan yang sangat baik sebesar 0,95.

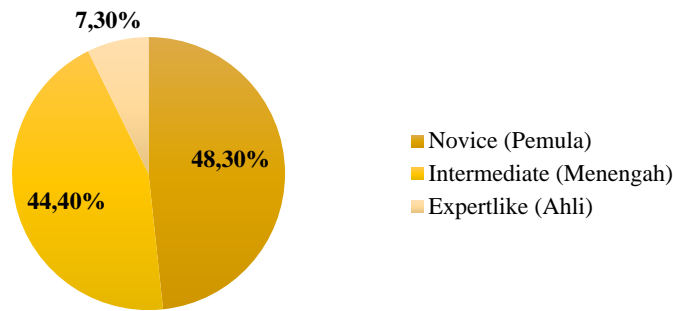
Tes representasi diagram gaya diujikan kepada siswa yang ditetapkan sebagai partisipan. Data yang diperoleh kemudian dilakukan penskoran dimana jawaban yang benar diberikan skor 1 dan jawaban yang salah diberikan skor 0. Selanjutnya, hasil penskoran dianalisis berdasarkan profil kemampuan representasi diagram gaya untuk setiap konteks dan situasi yang diujikan serta persentase kemampuan representasi diagram gaya yang dibagi kedalam kategori *novice*/pemula (0.00-40.00), *intermediate*/menengah (40.01-80.00), dan *expertlike*/ahli (80.01-100.00) menurut Tong *et al.* (2023).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

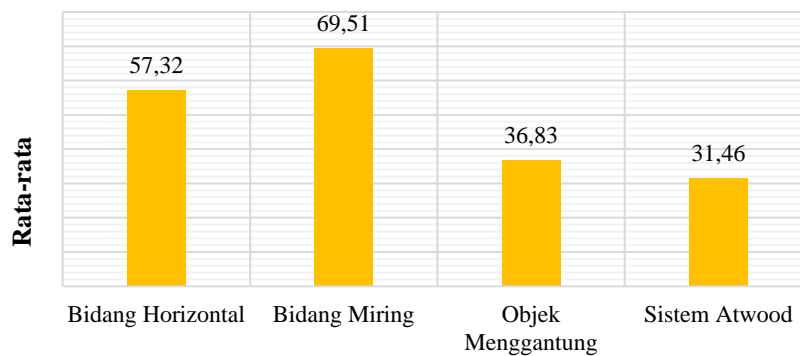
Penelitian ini diawali dengan penyiapan instrumen yang digunakan untuk mengetahui taraf kemampuan siswa dalam menerapkan diagram gaya. Tes representasi diagram gaya diujikan kedalam empat tipe konteks dimana terdiri dari dua situasi, yaitu situasi diam dan situasi percepatan (\vec{a}) konstan. Tes ini diujikan dan diperoleh data-data yang diperlukan untuk menjawab permasalahan yang difokuskan. Adapun data pertama yang diperoleh dalam penelitian ini adalah profil kemampuan representasi diagram gaya siswa SMA di kota Pontianak, dimana terdapat tiga kategori yang ditinjau diantaranya kategori pemula (*novice*), menengah (*intermediate*), dan ahli (*expertlike*) seperti yang disajikan pada Gambar 1.

Selanjutnya, data kedua yang diperoleh dalam penelitian ini adalah profil kemampuan representasi diagram gaya siswa SMA di kota Pontianak ditinjau dari konteks pertanyaan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 1. Profil Kemampuan Diagram Gaya Ditinjau dari Kategorisasi Kemampuan

Tujuan pertama dilakukan penelitian ini adalah untuk mengkaji profil kemampuan representasi diagram gaya siswa berdasarkan kategorisasi kemampuan. Hasil analisis menunjukkan bahwa skor rata-rata kemampuan representasi diagram gaya siswa sebesar 48,78 untuk kategori menengah (*intermediate*). Selanjutnya, persentase kemampuan siswa untuk masing-masing kategori disajikan pada Gambar 1. Diagram menunjukkan bahwa terdapat 99 siswa berada pada kategori pemula (*novice*), 91 siswa berada pada kategori menengah (*intermediate*), dan 15 siswa berada pada kategori ahli (*expertlike*). Hal ini menunjukkan bahwa hampir 50% dari keseluruhan sampel mengalami kesulitan dalam menginterpretasikan permasalahan kedalam diagram gaya.



Konteks yang diujikan

Gambar 2. Profil Representasi Diagram Gaya Ditinjau dari Konteks Soal

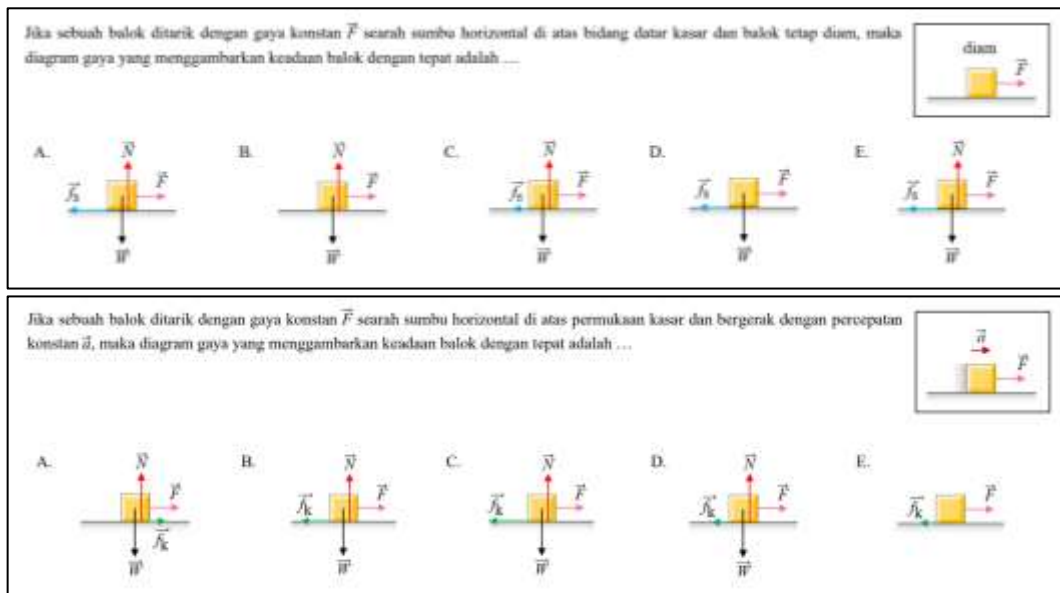
Data kedua yang diperoleh dalam penelitian ini adalah profil kemampuan representasi diagram gaya siswa SMA di kota Pontianak ditinjau dari konteks pertanyaan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Hasil analisis menunjukkan bahwa konteks bidang miring (69,51%) merupakan konteks yang paling mudah untuk diselesaikan oleh siswa dalam memilih diagram gaya yang tepat. Sebaliknya, konteks sistem *Atwood* (31,46%) merupakan konteks yang paling sulit untuk diselesaikan oleh siswa dalam memilih diagram gaya yang tepat. Adapun persentase jawaban siswa yang benar untuk masing-masing konteks dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Persentase Jawaban Siswa yang Benar untuk Masing-masing Konteks

Konteks	Situasi	Nomor Soal	Jumlah Siswa	Persentase
Bidang Horizontal	Diam	1	127	61,95%
	\vec{a} konstan	2	108	52,68%
Bidang Miring	Diam	3	133	64,88%
	\vec{a} konstan	4	152	74,15%
Objek Menggantung	Diam	5	77	37,56%
	\vec{a} konstan	6	74	36,10%
Sistem <i>Atwood</i>	Diam	7	66	32,20%
	\vec{a} konstan	8	63	30,73%

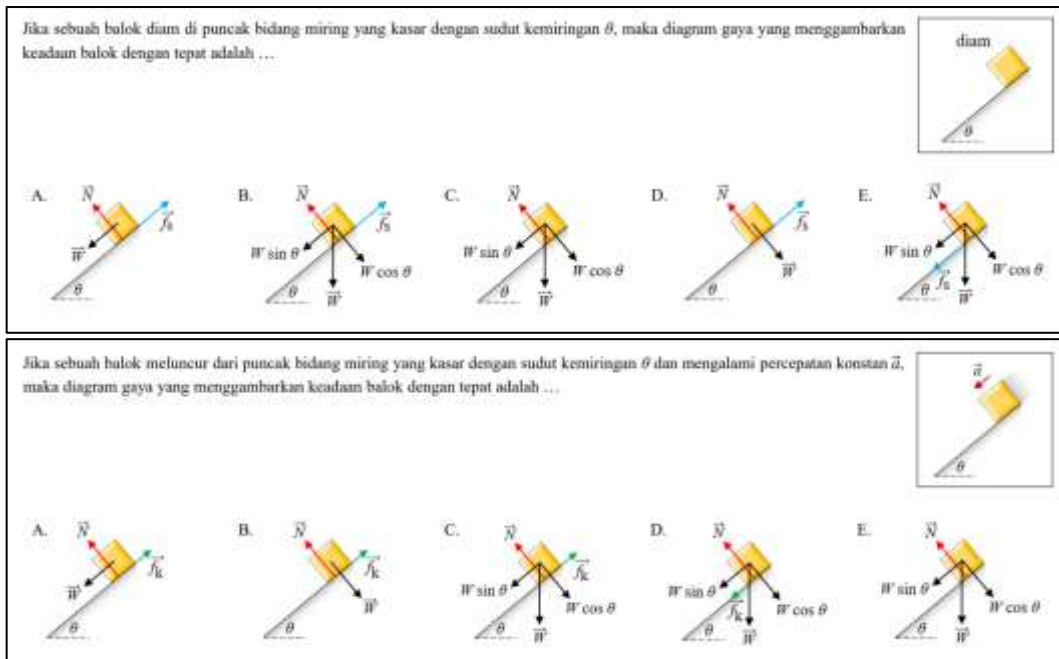
Pembahasan

Pada konteks bidang horizontal terdiri dari dua jenis situasi, yaitu situasi diam dan situasi percepatan (\vec{a}) konstan. Hasil analisis menunjukkan bahwa setengah dari keseluruhan sampel mampu menganalisis gaya-gaya yang bekerja untuk konteks ini. Pada soal nomor 1, siswa diujikan konteks bidang horizontal dimana objek ditarik dengan gaya konstan namun tetap diam. Sebagian sampel salah dalam memilih diagram gaya yang benar karena pemahaman konsep siswa yang keliru dimana objek tetap diam disebabkan oleh gaya gesek statis lebih besar dari gaya tariknya ($\vec{f}_s > \vec{F}$) dan ini bersesuaian dengan pilihan jawaban A. Padahal, konsep yang tepat adalah objek tetap pada posisinya disebabkan oleh gaya gesek statis menyeimbangi gaya tarik sebagai reaksinya (Walker *et al.*, 2014). Pada soal nomor 2, siswa diujikan konteks bidang horizontal dimana objek ditarik dengan gaya konstan sehingga bergerak dengan percepatan konstan. Sebagian sampel salah dalam memilih diagram gaya yang benar karena pemahaman siswa yang keliru dimana objek bergerak dengan percepatan konstan disebabkan oleh gaya gesek kinetis sama besarnya dengan gaya tarik ($\vec{f}_k = \vec{F}$) dan ini bersesuaian dengan pilihan jawaban B. Padahal, konsep yang tepat adalah objek bergerak dengan percepatan konstan karena nilai gaya tarik yang cukup besar sehingga gaya gesekan turun ke nilai gaya gesekan yang diasumsikan konstan atau disebut sebagai gaya gesek kinetis (Giancoli, 2015).



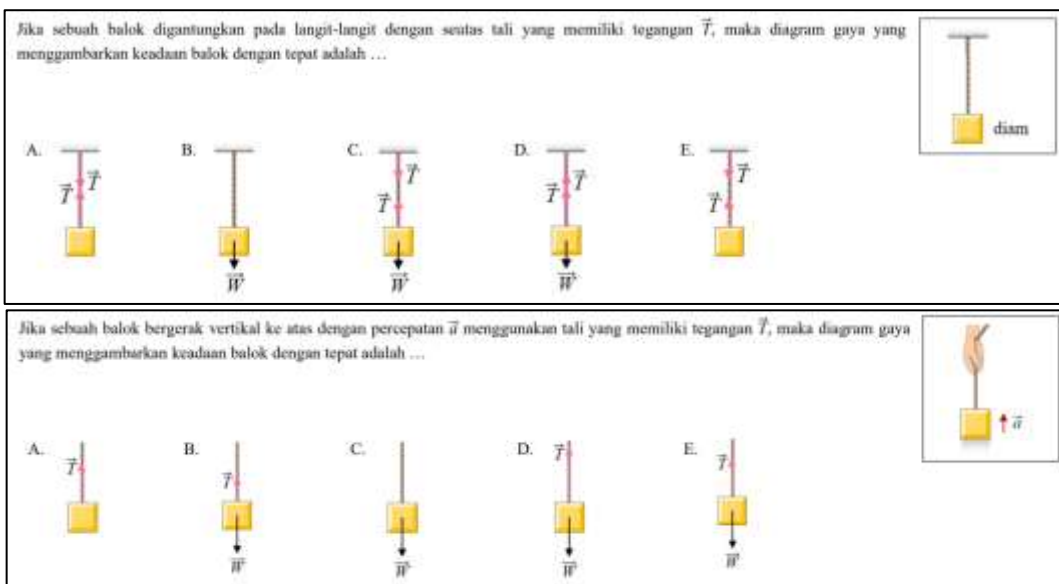
Gambar 3. Soal Nomor 1 dan 2

Berbeda dengan konteks bidang horizontal, konteks bidang miring merupakan konteks yang memiliki persentase tertinggi yang dilakukan oleh siswa dalam memilih diagram gaya yang benar. Pada soal nomor 3, siswa diujikan konteks bidang miring dimana objek diam di puncak bidang miring. Sebanyak 72 siswa memilih jawaban yang tidak sesuai dengan konteks ini karena siswa beranggapan bahwa gaya gesek tidak terlibat dalam posisi diamnya suatu objek. Selanjutnya, pada soal nomor 4, siswa diujikan konteks bidang miring dimana objek meluncur dengan percepatan konstan dari puncak bidang miring. Sebanyak 53 siswa memilih jawaban yang tidak sesuai dengan konteks ini karena siswa beranggapan bahwa panah ebagi gaya gesek kinetis searah dengan arah ebag objek. Padahal, gaya gesek kinetis suatu objek memiliki arah yang berlawanan dengan arah geraknya.



Gambar 4. Soal 3 dan 4

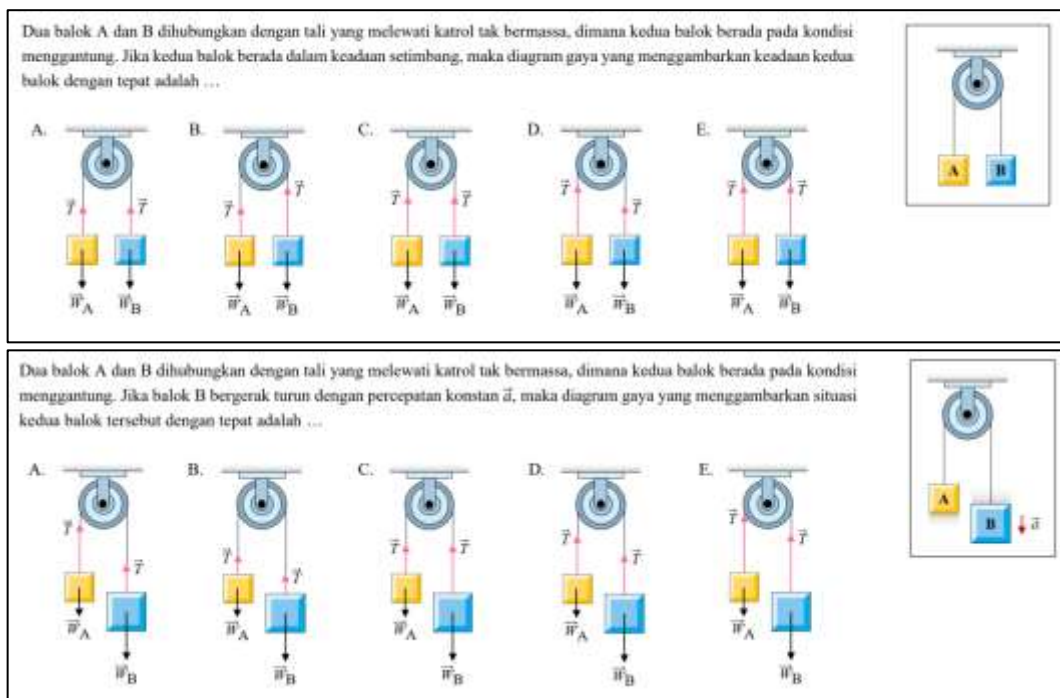
Pada konteks objek menggantung, siswa mengalami kesulitan dalam menentukan diagram gaya yang benar. Pada soal nomor 5, hanya 77 siswa yang memilih diagram gaya dengan benar untuk konteksnya balok yang digantung pada langit-langit dengan seutas tali. Hal ini dikarenakan sebagian besar siswa mengira hanya gaya tegangan yang terlibat pada balok. Padahal, gaya berat terlibat didalam objek karena gaya tegangan tali merupakan gaya reaksi yang timbul dari gaya berat. Hal ini menunjukkan bahwa siswa tidak menggunakan pemahamannya tentang konsep hukum Newton ketiga dengan baik. Pada soal nomor 6, hanya 74 siswa yang memilih diagram gaya dengan benar untuk konteks balok yang ditarik ke atas dengan percepatan konstan. Hal ini dikarenakan sebagian besar dari siswa memilih diagram gaya yang tidak sesuai dengan konteks pertanyaan.



Gambar 5. Soal Nomor 5 dan 6

Begitu pula untuk konteks sistem Atwood, siswa mengalami kesulitan dalam menentukan diagram gaya yang benar. Pada soal nomor 7, hanya 66 siswa yang memilih diagram gaya dengan benar untuk situasi diam. Kebanyakan siswa memilih diagram gaya yang panjang panah vektor gaya tegangan lebih kecil

daripada gaya berat kedua balok. Padahal, sesuai keadaan balok yang diam, maka gaya berat kedua balok sama sehingga gaya tegangan yang dihasilkan oleh tali juga sama. Hal ini dapat terjadi ketika siswa tidak teliti dalam mengamati kesesuaian diagram gaya terhadap konteks pertanyaan. Pada soal nomor 8, hanya 63 siswa yang memilih diagram gaya dengan benar untuk situasi diam. Sebagian besar siswa memilih diagram gaya yang salah karena tidak memiliki pemahaman yang cukup tentang hubungan ketiga gaya yang bekerja pada sistem. Untuk kasus sistem *Atwood* yang sistemnya bergerak dengan percepatan konstan, gaya berat balok biru lebih besar daripada gaya berat balok kuning sehingga besar dari gaya tegangan harus berada diantara kedua gaya berat tersebut. Maka, secara matematis dapat dituliskan bahwa $W_A < T < W_B$. Oleh sebab itu, perlu ditingkatkan kembali pemahaman siswa tentang penerapan konsep gaya untuk konteks sistem *Atwood*.



Gambar 6. Soal Nomor 7 dan 8

KESIMPULAN

Tingkat kemampuan representasi diagram gaya siswa di kota Pontianak berada pada kategori menengah (*intermediate*). Hal ini dikarenakan sebagian besar siswa kesulitan dalam menentukan diagram gaya yang sesuai dengan konteks dan situasi. Kesulitan yang dialami oleh siswa diantaranya pemahaman konsep siswa yang keliru, arah panah vektor gaya yang tidak tepat, dan ketidaksesuaian ukuran panah terhadap konteks dan situasi.

DAFTAR PUSTAKA

Adom, D., Mensah, J. A., & Dake, D. A. (2020). Test, measurement, and evaluation: Understanding and use of the concepts in education. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 9(1), 109–119.

Aviani, I., Erceg, N., & Mešić, V. (2015). Drawing and using free body diagrams: Why it may be better not to decompose forces. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 11(2), 1–14.

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.

Etkina, E., Planinsic, G., & Heuvelen, A. Van. (2019). *College Physics: Explore and Apply* (2nd ed.). United States of America: Pearson.

- Febriana, R. (2019). *Evaluasi Pembelajaran*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Giancoli, D. C. (2015). *Physics: Principles with Applications Global Edition*. United States of America: Pearson.
- Heller, P., Keith, R., & Anderson, S. (1992). Teaching problem solving through cooperative grouping. Part 1: Group versus individual problem solving. *American Journal of Physics*, 60(7), 627–636.
- Klein, P., Ivanjek, L., Dahlkemper, M. N., Jeličić, K., Geyer, M. A., Küchemann, S., & Susac, A. (2021). Studying physics during the COVID-19 pandemic: Student assessments of learning achievement, perceived effectiveness of online recitations, and online laboratories. *Physical Review Physics Education Research*, 17(1), 1–11.
- Maries, A., & Singh, C. (2023). Helping Students Become Proficient Problem Solvers Part I: A Brief Review. *Education Sciences*, 13(2), 1–21.
- Kotrunnada, N. A. (2022). Analysis of the Difficulties of High School Students in Improving Problem Solving Ability in Physics Learning. *International Journal of Current Educational Research*, 1(1), 84–101.
- Rosengrant, D., Van Heuvelen, A., & Etkina, E. (2009). Do students use and understand free-body diagrams? *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 5(1), 1–13.
- Sirait, J. (2020). *Students ' Use of Representations in Solving Physics Problems : Complete and Incomplete Force Diagrams*. University of Leicester.
- Sirait, J. (2021). *Multirepresentasi dalam Penyelesaian Soal Fisika*. Pontianak: Fahrana Bahagia Press.
- Sirait, J., Hamdani, & Mursyid, S. (2018). Students' understanding of forces: Force diagrams on horizontal and inclined plane. *Journal of Physics: Conference Series*, 997(1).
- Susanti, E., Maulidah, R., & Makiyah, Y. S. (2021). Analysis of problem-solving ability of physics education students in STEM-based project based learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 2104(1), 0–6.
- Susilawati, A., Yusrizal, Y., Halim, A., Syukri, M., Khaldun, I., & Susanna, S. (2022). Effect of Using Physics Education Technology (PhET) Simulation Media to Enhance Students' Motivation and Problem-Solving Skills in Learning Physics. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(3), 1157–1167.
- Tong, D., Liu, J., Sun, Y., Liu, Q., Zhang, X., Pan, S., & Bao, L. (2023). Assessment of student knowledge integration in learning work and mechanical energy. *Physical Review Physics Education Research*, 19(1), 10127. American Physical Society. Retrieved from <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.19.010127>
- Vignal, M., & Wilcox, B. R. (2022). Investigating unprompted and prompted diagrams generated by physics majors during problem solving. *Physical Review Physics Education Research*, 18(1), 10104. American Physical Society. Retrieved from <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.18.010104>
- Walker, J., Halliday, D., & Resnick, R. (2014). *Fundamentals of Physics* (10th ed.). United States of America: Wiley.
- Young, H. D., & Freedman, R. A. (2014). *Sears and Zemansky's University Physics with Modern Physics: Technology Update*. (13th ed.). United States of America: Pearson.