

Analisis Pemahaman Konsep Mahasiswa pada Topik Vektor

Bakhrul Rizky Kurniawan^{1*}, Diana Eka Saputri², Muhammad Ibnu Shoiqin³

¹bakhrul.rizky.fmipa@um.ac.id

^{1,2,3}Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

^{1,2,3}Universitas Negeri Malang, Indonesia

Jl. Semarang No. 5, Malang, Jawa Timur, 65145

Abstract

This study aims to reveal the understanding of student concepts on the topic of vectors related to addition of vectors, subtraction of vectors, and unit vectors. To achieve this goal, three parts of the correct formatted question are given in an android application. Each part of the question consists of three questions that discuss different subtopics. Part 1 discusses subtopics of vector addition, part 2 subtraction vector, and part 3 unit vector. This research was conducted on 40 third-year students S1 Physics Education State University of Malang. The results of the analysis indicate that students have a good understanding of the concepts in subtopics of vector addition, but still weak in subtopics of vector reduction and determination of vector size based on unit vectors.

Keywords: Understanding, concepts, vectors, students

Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengungkap pemahaman konsep mahasiswa pada topik vektor terkait penjumlahan vektor, pengurangan vektor, dan vektor satuan. Untuk mencapai tujuan tersebut diberikan tiga bagian soal berformat benar-salah yang dikemas dalam aplikasi android. Masing-masing bagian soal terdiri dari tiga soal yang membahas subtopik yang berbeda-beda. Bagian 1 membahas subtopik penjumlahan vektor, bagian 2 pengurangan vektor, dan bagian 3 vektor satuan. Penelitian ini dilakukan pada 40 mahasiswa tahun ketiga S1 Pendidikan Fisika Universitas Negeri Malang. Hasil analisis menunjukkan bahwa mahasiswa memiliki pemahaman konsep yang baik pada subtopik penjumlahan vektor, namun masih lemah pada subtopik pengurangan vektor dan penentuan besar vektor berdasarkan vektor satuan.

Kata Kunci: Pemahaman, konsep, vektor, mahasiswa

PENDAHULUAN

Tujuan utama pembelajaran fisika adalah memberikan pemahaman konsep yang benar kepada mahasiswa. Pemahaman konsep yang benar dapat digunakan mahasiswa untuk memecahkan masalah terkait konsep tersebut (Docktor & Mestre, 2014; Hegde & Meera, 2012; Kurniawan & Taqwa, 2018). Pencapaian tujuan utama pembelajaran fisika ini sering terhambat karena konsepsi awal yang dibangun mahasiswa sebelum pembelajaran dimulai bertentangan dengan konsep ilmiah yang ada (Aufschnaiter & Rogge, 2010; Docktor & Mestre, 2014). Konsep yang bertentangan dengan konsep ilmiah ini terbangun dengan kuat sehingga sulit mengubah pemahaman yang dimiliki mahasiswa menjadi pemahaman yang benar.

Pada pembelajaran fisika terdapat dua jenis besaran yang harus dikuasai siswa yaitu besaran vektor dan besaran skalar. Besaran skalar merupakan besaran yang memiliki nilai tunggal dengan

satunya dan tidak memiliki arah, sedangkan besaran vektor merupakan besaran yang memiliki nilai dan satuannya ditambah arahnya (Serway, 2013). Besaran vektor lebih rumit daripada besaran skalar, sehingga kesulitan pemahaman besaran vektor banyak dialami oleh siswa (Susiharti & Ismet, 2017).

Vektor merupakan salah satu topik fundamental dalam pembelajaran fisika. Vektor memiliki peran penting dalam banyak materi fisika (Barniol & Zavala, 2014; Bollen, van Kampen, Baily, Kelly, & De Cock, 2017). Pemahaman konsep vektor yang baik diperlukan guna memudahkan mahasiswa dalam mempelajari topik-topik berikutnya pada pembelajaran fisika (Nguyen & Meltzer, 2003). Topik-topik mekanika seperti gerak, gaya, momentum dan impuls memiliki kaitan erat dengan analisis vektor (Bollen, van Kampen, & De Cock, 2015). Pemahaman vektor yang baik dan benar akan memberi dampak pada pemahaman konsep topik-topik mekanika dengan baik diantaranya kinematika, dinamika partikel, dan dinamika rotasi. Ketepatan penyelesaian permasalahan pada topik mekanika dipengaruhi oleh ketepatan dalam operasi vektor.

Ketidakmampuan mahasiswa dalam menyelesaikan soal dengan tepat tidak hanya dipengaruhi oleh kesalahan konsep. Kemungkinan lain dikarenakan pengetahuan mahasiswa yang belum utuh, dimana pengetahuan yang dimiliki sifatnya berupa potongan-potongan pengetahuan yang terpisah satu sama lain (Docktor & Mestre, 2014; Hammer, 2000). Selain itu, kurangnya pemahaman konsep mahasiswa juga dapat disebabkan karena pemilihan model pembelajaran yang kurang tepat (Gumrowi, 2016; Poniman, 2016; H. K. Sari, 2016; W. P. Sari, Suyanto, & Suana, 2017; Yusuf & Amin, 2016). Pemahaman mahasiswa pada topik vektor yang masih keliru perlu dianalisis sebagai dasar pengembangan pembelajaran vektor yang tepat. Pembelajaran yang tepat diharapkan mampu menghasilkan mahasiswa dengan pemahaman konsep yang lebih baik. Pemahaman konsep vektor yang baik sangat diperlukan mengingat betapa pentingnya topik vektor pada mekanika. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengungkap pemahaman konsep mahasiswa pada topik vektor terkait penjumlahan vektor, pengurangan vektor, dan vektor satuan.

METODE PENELITIAN

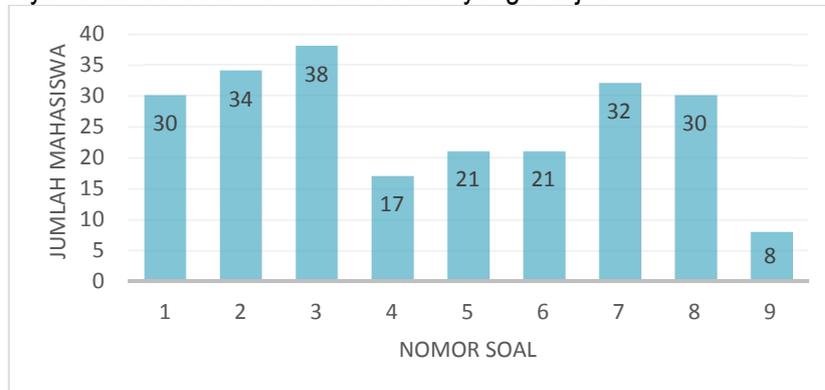
Jenis penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif yang diperdalam menggunakan pendekatan deskriptif. Penelitian dilakukan untuk mengungkap pemahaman konsep mahasiswa pada topik vektor pada sub topik penjumlahan vektor, pengurangan vektor, dan vektor satuan. Ketiga sub bahasan tersebut diberikan dalam tiga bagian soal berformat benar-salah yang dikemas menggunakan dalam aplikasi android. Masing-masing bagian soal terdiri dari tiga soal yang membahas subtopik yang berbeda-beda. Bagian 1 membahas subtopik penjumlahan vektor, bagian 2 pengurangan vektor, dan bagian 3 vektor satuan.

Subjek penelitian terdiri dari 40 mahasiswa tahun ketiga S1 Pendidikan Fisika di Universitas Negeri Malang. Soal yang ditampilkan pada masing-masing level langsung dijawab oleh mahasiswa dengan menekan tombol benar atau salah. Jawaban mahasiswa direkam oleh peneliti untuk dilakukan analisis lebih lanjut. Soal-soal dimana hanya sedikit mahasiswa yang mampu memilih opsi dengan benar artinya taraf kesukaran tinggi. Mahasiswa yang salah dalam menjawab soal dengan taraf kesukaran tinggi selanjutnya diwawancarai terkait alasan mahasiswa dalam menjawab soal tersebut. Alasan yang dipaparkan mahasiswa selanjutnya dianalisis untuk mengetahui penguasaan konsep mahasiswa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemahaman konsep vektor mahasiswa ditunjukkan dengan jumlah mahasiswa yang mampu menjawab soal dengan benar. Terdapat tiga bagian soal dengan masing-masing bagian mencakup 1 subtopik. Bagian 1 terkait penjumlahan vektor disajikan pada nomor 1, 2, dan 3. Bagian 2 terkait pengurangan vektor disajikan pada nomor 4, 5, dan 6. Soal bagian 3 terkait vektor satuan disajikan pada nomor 7, 8, dan 9. Adapun sebaran mahasiswa yang mampu menjawab dengan benar disajikan pada Gambar 1.

Berdasarkan analisis jawaban mahasiswa terhadap sembilan soal yang dikerjakan, diperoleh empat soal dengan taraf kesukaran tinggi. Empat soal dengan taraf kesukaran tinggi merupakan soal yang hanya mampu diselesaikan dengan tepat oleh sedikit mahasiswa. Soal-soal dengan taraf kesukaran tinggi adalah soal nomor 4, 5, 6, dan 9. Keempat tersebut merupakan seluruh soal pada subtopik pengurangan vektor (4, 5, dan 6), dan satu soal pada subtopik vektor satuan (9) terkait penentuan besarnya vektor berdasarkan vektor satuan yang disajikan.



Gambar 1. Sebaran jumlah mahasiswa yang mampu menjawab dengan benar

Pemahaman konsep mahasiswa pada masing-masing subtopik disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pemahaman konsep mahasiswa pada masing-masing subtopik

Subtopik	Nomor Soal	Presentase Mahasiswa yang mampu menjawab dengan tepat	Rata-rata
Penjumlahan vektor	1	75,0 %	85,0 %
	2	85,0 %	
	3	95,0 %	
Pengurangan vektor	4	42,5 %	49,2 %
	5	52,5 %	
	6	52,5 %	
Notasi vektor	7	80,0 %	58,3 %
	8	75,0 %	
	9	20,0 %	
Rata-rata keseluruhan			64,2%

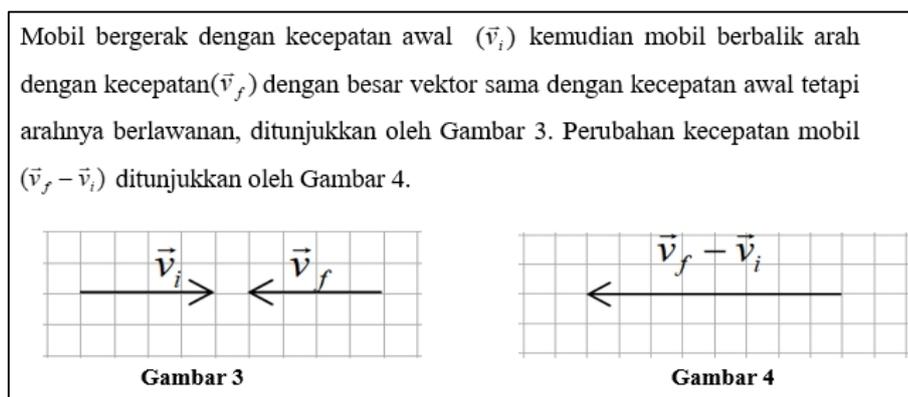
Hasil ini menunjukkan bahwa telah banyak mahasiswa yang memahami subtopik penjumlahan vektor (85,0 %), namun masih sedikit mahasiswa yang memahami subtopik pengurangan vektor (49,2 %) dan vektor satuan (58,3 %). Hasil yang tidak jauh berbeda ditunjukkan oleh penelitian Sari, Susanto, dan Suana (2017) terhadap siswa SMA yang menunjukkan bahwa 50,7 % siswa memahami subtopik pengurangan vektor dan 61,1 % siswa SMA memahami subtopik vektor satuan.

Pemahaman Konsep Mahasiswa pada Penjumlahan Vektor

Subtopik penjumlahan vektor disajikan pada nomor 1, 2, dan 3. Pada nomor 1, sebanyak 30 (75%) mahasiswa mampu menjawab dengan tepat, sedangkan pada nomor 2, sebanyak 34 (85%) mahasiswa dan pada nomor 3, sebanyak 38 (95%) mahasiswa. Secara keseluruhan pada subtopik penjumlahan vektor. Secara keseluruhan, sebagian besar mahasiswa (85,0 %) telah memahami konsep penjumlahan vektor. Hasil ini jauh berbeda dengan penelitian Susiharti dan Ismet (Susiharti & Ismet, 2017) yang melakukan penelitian terhadap 29 siswa SMA. Susiharti dan Ismet (2017) menemukan bahwa hanya terdapat 1 siswa (3,4 %) yang mampu menyelesaikan soal penjumlahan vektor dengan metode analitis.

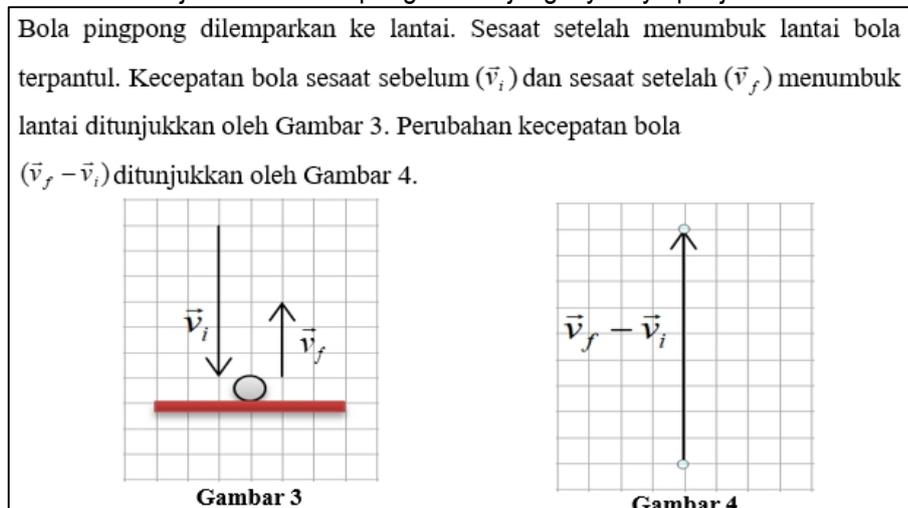
Pemahaman Konsep Mahasiswa pada Pengurangan Vektor

Soal terkait pemahaman konsep mahasiswa pada subtopik pengurangan vektor disajikan dalam tiga nomor yaitu 4, 5, dan 6. Soal nomor 4 disajikan pada Gambar 2. Sebanyak 17 (42,5 %) mahasiswa mampu menjawab dengan tepat. Hasil ini menunjukkan bahwa 57,5 % mahasiswa tidak mampu menjawab dengan tepat. Hasil wawancara dengan mahasiswa menunjukkan mahasiswa beranggapan bahwa panjang vektor kecepatan awal (v_i) dan kecepatan akhir (v_f) memiliki nilai yang sama dan arah yang berlawanan sehingga pengurangan kedua vektor ini ($v_f - v_i$) akan saling meniadakan atau bernilai nol. Pemahaman seperti ini merupakan pemahaman yang salah dan tidak sesuai dengan konsep ilmiah. Pengurangan vektor dapat dilakukan dengan menggunakan definisi negatif dari vektor kemudian kedua vektor dijumlahkan dari pangkal ke ujung layaknya penjumlahan vektor.



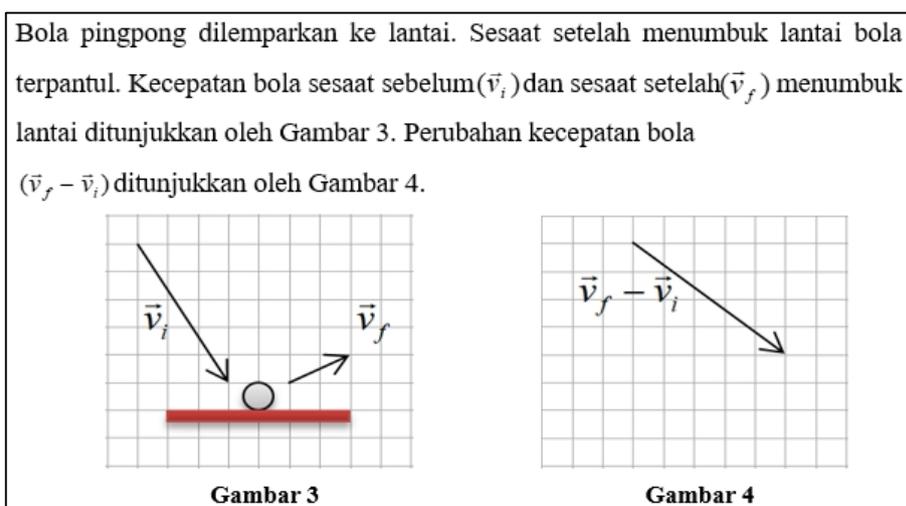
Gambar 2. Soal nomor 4

Butir soal nomor 5 menyajikan permasalahan pengurangan vektor pada kasus gerak vertikal seperti yang disajikan pada Gambar 3. Sebanyak 21 mahasiswa (52,5 %) mampu menjawab dengan tepat. Hasil wawancara menunjukkan bahwa mahasiswa memiliki kesalahan konsep yang sama dengan temuan pada soal nomor 4. Hanya saja pada soal nomor 5 vektor kecepatan awal (v_i) lebih panjang daripada vektor kecepatan akhir (v_f) sehingga hasil pengurangan kedua vektor ini memiliki resultan searah vektor kecepatan awal (v_i) dengan besarnya merupakan selisih panjang kedua vektor. Temuan ini menunjukkan bahwa mahasiswa memiliki konsepsi yang tidak sesuai dengan konsep ilmiah. Pengurangan vektor dapat diselesaikan dengan menggunakan definisi negatif dari vektor kemudian vektor diresultankan atau dijumlahkan dari pangkal ke ujung layaknya penjumlahan vektor.



Gambar 3. Soal nomor 5

Permasalahan terkait pengurangan vektor pada dua dimensi disajikan pada butir soal nomor 6 sebagaimana yang disajikan pada Gambar 3. Pada soal nomor 6, sebanyak 21 mahasiswa (52,5 %) mampu menjawab dengan tepat. Wawancara dilakukan terhadap mahasiswa yang tidak mampu menjawab soal nomor 6 dengan tepat. Hasil wawancara menunjukkan bahwa mahasiswa belum mampu membedakan penjumlahan vektor dan pengurangan vektor. Soal pada nomor 6 terkait pengurangan vektor dapat diselesaikan dengan dua langkah yakni mula-mula membuat definisi negatif dari vektor kemudian langkah berikutnya adalah menjumlahkan vektor definisi negatif ini dengan vektor lainnya kemudian ditarik dari pangkal ke ujung vektor. Diduga mahasiswa gagal mengaktivasi pengetahuan tentang definisi negatif vektor. Pemahaman seperti ini juga ditemukan dalam penelitian Sari, Suyanto, dan Suana (2017) yang menunjukkan bahwa siswa tidak mengetahui jika arah vektor perlu dibalik (negatif vektor).



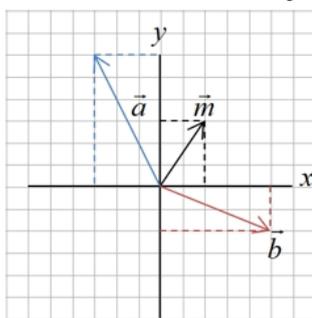
Gambar 4. Soal nomor 6

Pemahaman Konsep Mahasiswa pada Vektor Satuan

Soal terkait subtopik vektor satuan disajikan dalam tiga nomor soal antara lain nomor 7, 8, dan 9. Sebanyak 32 mahasiswa (80 %) telah mampu menjawab dengan tepat soal pada nomor 7, sedangkan pada soal nomor 8, 30 mahasiswa (75 %). Hasil berbeda ditunjukkan pada nomor 9. Pada soal nomor 9, hanya 8 mahasiswa (20 %) yang mampu menjawab pertanyaan dengan tepat. Hasil ini menunjukkan bahwa lebih banyak mahasiswa yang mampu menjawab dengan tepat soal pada nomor 7 dan 8 daripada soal pada nomor 9.

Soal nomor 7 dan 8 merupakan soal vector satuan yang dilengkapi dengan penggambaran vektor sebagaimana yang disajikan pada Gambar 5 dan 6. Pada soal nomor 7 dan 8, mahasiswa diminta untuk menentukan resultan vektor baik dengan operasi penjumlahan maupun pengurangan. Hasil penelitian menunjukkan sebagian besar mahasiswa telah mampu mengerjakan dengan tepat. Mahasiswa tidak kesulitan dalam menyelesaikan soal terkait vektor satuan yang dilengkapi dengan gambar.

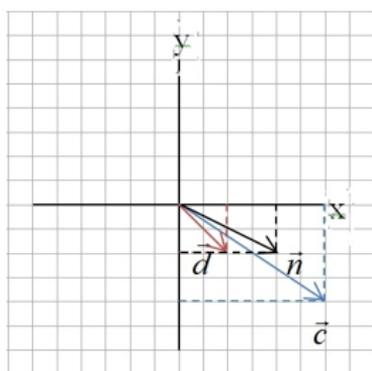
Vektor $\vec{a} = -3\hat{i} + 6\hat{j}$ dan vektor $\vec{b} = 5\hat{i} - 2\hat{j}$ seperti pada Gambar 5, jika $\vec{a} + \vec{b} = \vec{m}$, maka vektor $\vec{m} = 2\hat{i} + 4\hat{j}$



Gambar 5

Gambar 5. Soal nomor 7

Vektor $\vec{c} = 6\hat{i} - 4\hat{j}$ dan vektor $\vec{d} = 2\hat{i} - 2\hat{j}$ seperti pada Gambar 6, jika $\vec{c} - \vec{d} = \vec{n}$, maka vektor $\vec{n} = 4\hat{i} - 2\hat{j}$



Gambar 6

Gambar 6. Soal nomor 8

Pada soal 9 persoalan terkait vektor satuan disajikan dalam vektor satuan saja tanpa disertai penggambaran vektor menggunakan anak panah. Vektor-vektor yang ada dijumlahkan dan yang lainnya dikurangkan kemudian siswa diminta untuk menentukan besarnya vektor seperti pada Gambar 7. Pada soal nomor 9 ini, hanya 8 mahasiswa (20%) yang mampu memilih opsi jawaban yang tepat. Sebagian besar mahasiswa masih kesulitan menyelesaikan soal vektor satuan jika tidak disertai gambar.

Empat buah vektor yakni $\vec{a} = -3\hat{i} + 6\hat{j}$; $\vec{b} = 5\hat{i} - 2\hat{j}$; $\vec{c} = 6\hat{i} - 4\hat{j}$; dan $\vec{d} = 2\hat{i} - 2\hat{j}$. Apabila $\vec{a} + \vec{b} = \vec{m}$ dan $\vec{c} - \vec{d} = \vec{n}$ maka besarnya vektor m sama dengan besar vektor n .

Gambar 7. Soal nomor 9

Berdasarkan wawancara yang telah dilakukan, diperoleh temuan bahwa mahasiswa pada dasarnya mampu menentukan vektor \vec{m} dan vektor \vec{n} dengan benar tetapi gagal mengaktivasi pengetahuan bahwa besarnya vektor \vec{m} dan \vec{n} . Besarnya vektor \vec{m} dan \vec{n} dinyatakan dalam

$m = \sqrt{m_x^2 + m_y^2}$ dan $n = \sqrt{n_x^2 + n_y^2}$. Penentuan besar vektor dinyatakan dengan penjumlahan kuadrat komponen vektor pada sumbu x dan y kemudian diakar kuadratkan. Mahasiswa lebih mampu menyelesaikan persoalan vector satuan dengan disertai gambar. Hasil serupa ditemukan pada siswa SMA yaitu siswa menyelesaikan persoalan vektor dengan melihat jumlah kotak pada gambar namun menentukan vector satuan dengan sembarang (W. P. Sari et al., 2017).

SIMPULAN

Hasil penelitian yang telah dilaksanakan menunjukkan secara umum mahasiswa memiliki pemahaman konsep yang baik terkait penjumlahan vektor. Mahasiswa memiliki pemahaman konsep yang masih rendah pada topik pengurangan vektor. Miskonsepsi yang dialami mahasiswa diantaranya pengurangan vektor merupakan selisih dari vektor-vektor. Konsepsi ini tidak sesuai dengan penggunaan definisi negatif vektor pada pengurangan vektor. Pada soal terkait vektor satuan mahasiswa memiliki pemahaman yang baik dalam menentukan resultan vektor yang dinyatakan dalam vektor satuan dilengkapi gambar, namun mahasiswa masih kesulitan menentukan besarnya vektor yang dinyatakan dalam komponen vektor satuan.

Penelitian lebih lanjut diharapkan dapat menindaklanjuti penelitian ini dalam penyusunan model maupun media pembelajaran yang mampu mengatasi kesulitan mahasiswa pada materi vektor. Penelitian serupa dapat dilakukan dengan mengkaji lebih mendalam keterkaitan antara pemahaman konsep vektor dengan pemahaman konsep fisika lainnya. Hal ini dapat dilakukan mengingat vector merupakan materi dasar dari materi-materi di fisika.

DAFTAR RUJUKAN

- Aufschnaiter, C. von, & Rogge, C. (2010). Misconceptions or Missing Conceptions? *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 6(1), 3–18. <https://doi.org/10.12973/ejmste/75223>
- 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), 010121. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.10.010121>
- Bollen, L., van Kampen, P., Baily, C., Kelly, M., & De Cock, M. (2017). Student difficulties regarding symbolic and graphical representations of vector fields. *Physical Review Physics Education Research*, 13(2), 020109. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.13.020109>
- Bollen, L., van Kampen, P., & De Cock, M. (2015). Students' difficulties with vector calculus in electrodynamics. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 11(2), 020129. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.11.020129>
- Docktor, J. L., & Mestre, J. P. (2014). Synthesis of discipline-based education research in physics. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 10(2), 020119. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.10.020119>
- Gumrowi, A. (2016). Strategi Pembelajaran Melalui Pendekatan Kontekstual dengan Cooperative Learning untuk Meningkatkan Hasil Belajar Gelombang Siswa Kelas XII MAN 1 Bandar Lampung. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 5(2), 183–191. <https://doi.org/10.24042/jpifalbiruni.v5i2.118>
- Hammer, D. (2000). Student resources for learning introductory physics. *American Journal of Physics*, 68(S1), S52–S59. <https://doi.org/10.1119/1.19520>
- Hegde, B., & Meera, B. N. (2012). How do they solve it? An insight into the learner's approach to the mechanism of physics problem solving. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 8(1), 010109. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.8.010109>

- Kurniawan, B. R., & Taqwa, M. R. A. (2018). Seminar Nasional Pembelajaran IPA ke 3. *Pembelajaran IPA berbasis Kehidupan untuk Generasi Z di Era Disruptif*, 3, 51–55. Universitas Negeri Malang: Prodi Pendidikan IPA, FMIPA, Universitas Negeri Malang.
- Nguyen, N.-L., & Meltzer, D. E. (2003). Initial understanding of vector concepts among students in introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 71(6), 630–638. <https://doi.org/10.1119/1.1571831>
- Poniman, P. (2016). Upaya Peningkatan Aktivitas dan Hasil Belajar Fisika dengan Metode Praktikum pada Siswa Kelas XI IPA MAN 1 Kalianda Lampung Selatan. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 5(2), 257–264. <https://doi.org/10.24042/jpifalbiruni.v5i2.125>
- Sari, H. K. (2016). Peningkatan Keterampilan Proses Sains dan Hasil Belajar Fisika Siswa pada Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Student Team Achievement Division. *Tadris: Jurnal Keguruan Dan Ilmu Tarbiyah*, 1(1), 15–22.
- Sari, W. P., Suyanto, E., & Suana, W. (2017). Analisis Pemahaman Konsep Vektor pada Siswa Sekolah Menengah Atas. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 6(2), 159–168. <https://doi.org/10.24042/jpifalbiruni.v6i2.1743>
- Serway, R. A. (2013). *College physics: hybrid pkg* (10th Ed). Boston, MA: Cengage Learning.
- Susiharti, S., & Ismet, I. (2017). STUDI KESALAHAN SISWA DALAM MENYELESAIKAN SOAL-SOAL VEKTOR DI SMA NEGERI 1 INDERALAYA. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*, 4(1). Retrieved from <https://ejournal.unsri.ac.id/index.php/jipf/article/view/4296>
- Yusuf, M. Y., & Amin, M. (2016). Pengaruh Mind Map dan Gaya Belajar terhadap Hasil Belajar Matematika Siswa. *Tadris: Jurnal Keguruan Dan Ilmu Tarbiyah*, 1(1), 85–92.