



## **IDENTIFIKASI PEMAHAMAN MAHASISWA TERHADAP BESARAN VEKTOR DAN BESARAN SKALAR PADA KONSEP MOMENTUM DAN ENERGI**

Supardi<sup>1</sup>, Pradanto Poerwono<sup>1</sup>, Hadir Kaban<sup>1</sup>, Nilam Cahyati<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan IPA Universitas Sriwijaya

<sup>2</sup>Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sriwijaya  
Email: supardi@mipa.unsri.ac.id

### **Abstract**

This study is a preliminary study that aims to identify students' prior knowledge about vector and scalar quantities in the concepts of momentum and energy. The form of research is descriptive research using mixed methods. The population is all physics students who take part in the Physics Olympiad Competition at Sriwijaya University in 2021 with a sample of 30 students. The data collection technique used is test method. The test also includes the students' level of confidence in answering the questions and the reasons for giving answers. The results of the study showed that as many as 60% of students answered the questions incorrectly. This shows students' lack of understanding of concepts, especially in multiplication operations between vector quantities and scalar quantities or among vector quantities. Lack of confidence in the abilities possessed by students, also causes errors.

**Keywords:** Vector, Scalar, Momentum, Energy

### **Abstrak**

Penelitian ini merupakan penelitian pendahuluan yang bertujuan untuk mengidentifikasi pengetahuan awal mahasiswa mengenai besaran vektor dan skalar pada konsep momentum dan energi. Bentuk penelitian adalah penelitian deskriptif menggunakan metode campuran. Populasinya adalah seluruh mahasiswa yang mengikuti Kompetisi Olimpiade Fisika tingkat Universitas Sriwijaya tahun 2021 pada bidang Fisika dengan jumlah sampel 30 orang mahasiswa. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah metode tes. Pada tes ini juga disertakan tingkat keyakinan mahasiswa dalam menjawab soal dan alasan memberikan jawaban. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebanyak 60% mahasiswa menjawab pertanyaan dengan salah. Hal ini menunjukkan ketidakpahaman mahasiswa terhadap konsep, terutama pada operasi perkalian antara besaran vektor dan besaran skalar ataupun sesama besaran vektor. Kurangnya rasa kepercayaan diri akan kemampuan yang dimiliki oleh mahasiswa, juga menyebabkan kesalahan.

**Kata kunci:** Vektor, Skalar, Momentum, Energi

**Cara Menulis Sitasi:** Supardi,dkk. (2021). Identifikasi Pemahaman Mahasiswa Terhadap Besaran Vektor Dan Besaran Skalar Pada Konsep Momentum dan Energi. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*, Vol 8 (2) hal.127-135.

## **Pendahuluan**

Fenomena fisika dalam suatu sistem dapat dinyatakan menggunakan besaran. Besaran fisika dapat diklasifikasikan berdasarkan besar (nilai) dan arahnya ke dalam besaran skalar dan besaran vektor. Sebuah besaran fisika disebut sebagai besaran skalar jika cukup dicirikan hanya dengan nilai dan satuan. Contoh besaran skalar antara lain adalah massa, temperatur, muatan listrik, rapat massa, dan energi. Sebaliknya sebuah besaran vektor tidak cukup jika hanya dicirikan oleh nilainya saja,

tetapi juga harus dinyatakan arah ke mana besaran fisika tersebut menunjuk. Kemampuan memahami kedua jenis besaran tersebut menjadi hal fundamental yang harus dikuasai agar dapat menyelesaikan berbagai persoalan fisika dengan benar (Barniol & Zavala, 2014; Bollen et al., 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 et al., 2015).

Materi energi dan momentum merupakan bagian dari dinamika gerak. Materi ini dipelajari di sekolah menengah khusus siswa kelas IPA dan kembali dipelajari mahasiswa Jurusan Fisika saat semester 1 pada jenjang perkuliahan. Mahasiswa Fisika semester 1 Universitas Sriwijaya diberikan materi mengenai besaran skalar dan besaran vektor sebagai materi yang dibahas pada pertemuan awal. Hal ini dilakukan dengan harapan agar tidak terjadi kesalahan pada saat menganalisis permasalahan fisika.

Berdasarkan hasil survey terhadap mahasiswa semester 1 Jurusan Fisika, terdapat sebanyak 64% dari 49 mahasiswa menganggap bahwa momentum adalah besaran skalar, padahal momentum termasuk ke dalam besaran vektor. Hasil yang diperoleh pada survey tersebut relevan terhadap hasil penelitian dari Karim et al (2015) yang menyatakan bahwa banyak mahasiswa memandang konsep momentum sama dengan konsep energi, yaitu sebagai besaran skalar.

Kekeliruan mahasiswa memahami konsep besaran vektor dan skalar merupakan suatu permasalahan yang memang sering dijumpai. Hasil penelitian Handhika et al (2016) juga menyatakan bahwa mahasiswa mengalami kesulitan ketika harus membedakan konsep besar resultan vektor dan penjumlahan vektor. Selain itu, penelitian Yulia et al (2018) menyatakan salah satu materi yang cukup banyak terjadi miskonsepsi adalah materi momentum.

Berdasarkan hasil survey di atas peneliti tertarik untuk meneliti bagaimanakah pemahaman mahasiswa mengenai besaran skalar dan besaran vektor pada konsep momentum dan energi. Penelitian ini merupakan penelitian pendahuluan yang dilakukan terhadap mahasiswa yang mengikuti kegiatan Kompetisi Sains Nasional (KSN) tingkat Universitas Sriwijaya tahun 2021. KSN ini dapat diikuti oleh semua mahasiswa pada setiap jurusan dan setiap jenjang semester.

Fokus pada penelitian ini adalah mahasiswa yang mengikuti KSN tingkat pada jenjang semester 3-7 dari Jurusan Fisika FMIPA dan Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Sriwijaya. Pemilihan mahasiswa berdasarkan kenyataan bahwa mahasiswa tersebut telah menempuh mata kuliah Fisika Dasar dan Mekanika, sehingga seharusnya mahasiswa sudah memahami konsep besaran vektor, besaran skalar, dan jenis-jenis persoalan mekanika dan memiliki kemampuan yang lebih baik.

## **METODE**

Penelitian ini merupakan studi pendahuluan yang mengidentifikasi pemahaman mahasiswa pada materi besaran skalar, besaran vektor, momentum, dan energi. Metode penelitian dan analisa data menggunakan *mixed method* yaitu gabungan antara metode penelitian kuantitatif dan kualitatif. Instrumen penelitian menggunakan tes. Soal tes yang diberikan berbentuk pertanyaan konsep sebanyak dua soal yang harus dijawab oleh mahasiswa dengan pernyataan benar, salah, dan ragu-ragu, dimana pada masing-masing jawaban harus disertai dengan alasan. Alasan-alasan yang diberikan oleh mahasiswa inilah yang kemudian digunakan untuk mengidentifikasi dan mendeskripsikan pemahaman mahasiswa terhadap konsep-konsep tersebut. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh mahasiswa Jurusan Fisika dan program Studi Pendidikan Fisika yang mengikuti KSN bidang Fisika tingkat Universitas Sriwijaya tahun 2021. Sampel penelitian berjumlah 30 mahasiswa. Penelitian dilaksanakan di Jurusan Fisika dan Program Studi pendidikan Fisika Universitas Sriwijaya.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pertanyaan pertama menampilkan sebuah persamaan momentum dan pertanyaan kedua menampilkan persamaan energi. Mahasiswa diminta untuk menyatakan apakah persamaan yang ditunjukkan adalah persamaan yang benar atau salah dan jika mahasiswa tidak yakin dengan jawabannya mahasiswa dapat memilih “ragu-ragu”. Mahasiswa wajib memberikan alasan atas jawaban yang dipilihnya.

### **Pertanyaan 1**

“Perhatikan persamaan di bawah ini. Persamaan tersebut merupakan rumus besaran momentum di dalam mekanika klasik, yaitu besaran momentum ( $p$ ), massa ( $m$ ) dan kecepatan ( $v$ ). Menurutmu, apakah rumus yang tertulis di bawah ini sudah benar secara konsep fisika? Berikan alasanmu pada kolom yang tersedia.”

$$p = m \cdot v$$

Persamaan yang diberikan pada pertanyaan di atas adalah sebuah persamaan yang bernilai salah. Jawaban yang benar dari persamaan di atas seharusnya adalah  $\vec{p} = m\vec{v}$ , dengan  $\vec{p}$  adalah momentum yang merupakan hasil dari perkalian antara  $m$  (massa, besaran skalar) dengan  $\vec{v}$  (kecepatan, besaran vektor). Jadi di sini terjadi perkalian antara besaran skalar dengan besaran vektor di mana bentuk perkalian yang ada hanyalah perkalian langsung, tanpa ada notasi perkalian apapun dan akan menghasilkan besaran vektor.

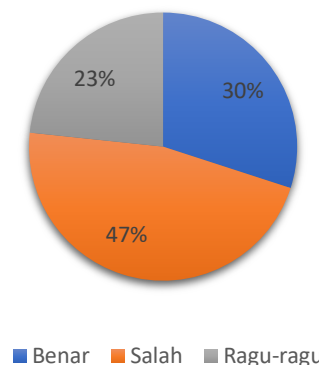
Pada kasus satu dimensi, persamaan di atas dapat ditulis dalam bentuk  $p = mv$ , tanpa notasi vektor karena untuk kasus satu dimensi notasi vektor yang menitikberatkan mengenai arah vektor memang biasa tidak ditulis, dimana fungsinya dalam menunjukkan arah akan diwakili oleh tanda,

yaitu tanda positif (+) atau negatif (-) yang disertai dengan perjanjian tandanya. Misalnya bila tanda positif menyatakan arah ke kanan, maka tanda negatif menyatakan arah ke kiri atau bila tanda positif menyatakan arah ke atas, maka tanda negatif menyatakan arah ke bawah, dan lain-lain.

Kesalahan yang ada pada persamaan di atas, bisa jadi terdapat pada kedua ruas. Untuk kasus dua atau tiga dimensi, jelas ruas kiri notasi momentum  $p$  harusnya menggunakan tanda vektor ( $\vec{p}$ ), namun untuk kasus satu dimensi penulisannya sudah benar. Sedangkan pada ruas kanan, untuk kasus dua atau tiga dimensi, notasi kecepatan harusnya menggunakan tanda vektor ( $\vec{v}$ ), sedangkan untuk kasus satu dimensi notasi sudah benar. Meskipun demikian keberadaan operasi titik (*middle dot*) - yang dalam ilmu fisika terasosiasi dengan perkalian antara dua buah vektor yang menghasilkan sebuah skalar – pada ruas kanan membuat persamaan ini menjadi “tidak benar”.

Berdasarkan jawaban yang diberikan oleh mahasiswa diperoleh data sebagai berikut: ada sebanyak 9 mahasiswa yang menjawab bahwa persamaan tersebut adalah persamaan yang bernilai salah, yang berarti mereka “benar”, tetapi alasan-alasan sebagian besar belum tepat. Kemudian ada sebanyak 14 mahasiswa yang menjawab bahwa persamaan tersebut adalah persamaan yang bernilai benar artinya jawaban mereka “salah” dan ada sebanyak 6 mahasiswa yang menjawab dengan ragu-ragu. Bila dinyatakan dalam diagram persentase jawaban mahasiswa terhadap pertanyaan 1 hasilnya seperti pada Gambar 1.

**Persentase Jawaban Mahasiswa Terhadap Pertanyaan kesatu**



**Gambar 1.** Diagram persentase jawaban mahasiswa

Kelompok mahasiswa yang menjawab “benar” bahwa persamaan tersebut bernilai salah memberikan alasan yang belum mencerminkan bahwa mereka memahami konsep besaran vektor dengan baik. Mahasiswa hanya menjawab kurangnya tanda vektor pada persamaan tersebut, tanpa memperhatikan keberadaan operasi perkalian titik (*dot product*) yang ada.

Kelompok mahasiswa yang menjawab “salah” memberikan alasan yang beragam, antara lain: benar bahwa besaran momentum sebanding dengan besaran kecepatan, persamaan yang digunakan sudah benar sebagaimana yang tertulis, dan momentum searah dengan kecepatan.

Sementara kelompok mahasiswa yang menjawab ragu-ragu diantaranya memberikan alasan bahwa seharusnya pada persamaan tersebut terdapat tanda vektor dan tidak ditulis dengan tanda *dot* (alasan ini sesungguhnya tepat, namun ketidakpercayaan diri membuatnya menjadi ragu-ragu). Alasan lain yang dikemukakan adalah karena mereka mengalami kebingungan dalam menentukan apakah besaran momentum itu merupakan besaran vektor atau skalar, sehingga akhirnya mereka menjawab pertanyaan dengan memilih “ragu-ragu”.

## **Pertanyaan 2**

“Perhatikan persamaan di bawah ini. Persamaan tersebut merupakan rumus besaran Energi di dalam mekanika klasik, yaitu besaran energi ( $E$ ), massa ( $m$ ), percepatan gravitasi ( $g$ ), dan ketinggian ( $h$ ). Menurutmu, apakah rumus yang tertulis di bawah ini sudah benar secara konsep fisika? Berikan alasanmu pada kolom yang tersedia.”

$$E = m \cdot g \cdot h$$

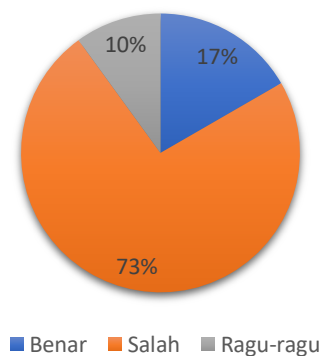
Persamaan energi yang diberikan pada pertanyaan kedua merupakan persamaan yang bernilai salah. Hal ini dikarenakan besaran energi  $E$  pada ruas kiri tidak spesifik dalam arti tidak disebutkan jenis energi apa yang diminta, apakah energi potensial, energi kinetik, energi total, energi termal, atau energi yang lainnya. Karena setiap jenis energi memiliki perumusan tersendiri, berbeda satu sama lainnya. Bahkan untuk satu jenis energi pun bisa memiliki perumusan yang berbeda, bila tinjauan kasusnya berbeda. Misalnya energi kinetik ada dua jenis, yaitu energi kinetik translasi yang ditulis sebagai  $E_k = \frac{1}{2}mv^2$  dan energi kinetik rotasi yang ditulis sebagai  $E_k = \frac{1}{2}I\omega^2$ . Begitu juga halnya dengan energi potensial, kita mengenal ada energi potensial pegas  $E_p = \frac{1}{2}kx^2$ , energi potensial listrik antara dua buah benda bermuatan listrik  $E_p = -\frac{kq_1q_2}{r}$ , dan juga ada energi potensial gravitasi antara dua buah massa  $E_p = -\frac{Gm_1m_2}{r}$ . Lebih lanjut, kita juga mengenal energi potensial gravitasi sebuah benda bermassa  $m$  yang berada pada ketinggian  $h$  dari permukaan bumi relatif terhadap energi potensial gravitasinya di permukaan bumi (yang sering kali hanya disebut sebagai energi potensial benda bermassa  $m$  pada ketinggian  $h$ ) yang ditulis sebagai  $E_p = mgh$ .

Bentuk energi yang terakhir, yaitu  $E_p = mgh$ , dan tentu saja  $E_k = \frac{1}{2}mv^2$  adalah dua jenis energi yang paling awal diberikan pada orang yang belajar fisika, sehingga seringkali terekam lebih kuat dibenak si pembelajar dibandingkan dengan jenis – jenis energi yang lain. Sebagaimana diketahui bahwa energi adalah besaran skalar, maka energi merupakan perkalian besaran-besaran skalar atau perkalian besaran-besaran vektor yang menghasilkan skalar, sehingga ungkapan di ruas kanan pertanyaan kedua bernilai tidak benar.

Berdasarkan jawaban yang diberikan oleh mahasiswa diperoleh data sebagai berikut: ada sebanyak 5 mahasiswa yang menjawab bahwa persamaan yang diberikan pada pertanyaan kedua

bernilai salah, yang berarti jawaban mereka “benar”, tetapi alasan yang diberikan belum sepenuhnya tepat. Kemudian ada sebanyak 22 mahasiswa yang menjawab bahwa persamaan yang diberikan pada pertanyaan kedua bernilai benar yang berarti jawaban mereka “salah” dengan alasan yang relatif sama dan ada sebanyak 3 mahasiswa menjawab dengan ragu-ragu. Bila dinyatakan dalam diagram persentase jawaban mahasiswa terhadap pertanyaan 2 hasilnya seperti pada Gambar 2.

**Persentase Jawaban Mahasiswa Terhadap  
Pertanyaan kedua**



**Gambar 2.** Diagram persentase jawaban mahasiswa

Kelompok mahasiswa yang menjawab “benar” yaitu yang menyatakan bahwa persamaan tersebut bernilai salah memberikan alasan yang belum mencerminkan bahwa mereka memahami konsep energi dengan baik. Mahasiswa menjawab persamaan tersebut bernilai salah karena energi merupakan besaran skalar sehingga tidak adanya operasi perkalian titik, yang mana operasi ini untuk besaran vektor. Bahkan mereka juga belum memperhitungkan pada ruas kiri itu energi jenis apa.

Kelompok mahasiswa yang menjawab “salah” yaitu yang menyatakan bahwa persamaan tersebut bernilai benar, sebagian besar memberikan alasan yang relative sama, yaitu mereka berpendapat bahwa persamaan tersebut benar menyatakan energi, dalam hal ini yang terpikir oleh mereka adalah energi potensial, tanpa menyebutkankan energi potesial apa dan juga tanpa memperhatikan keberadaan operasi perkalian titik (*dot product*) di antara besaran-besaran yang ada.

Sementara kelompok mahasiswa yang menjawab ragu-ragu diantaranya memberikan alasan bahwa mereka bingung karena tidak tahu ini energi apa dan seharusnya tidak ditulis dengan tanda *dot* (alasan ini sesungguhnya tepat, namun ketidakpercayaan diri membuatnya menjadi ragu-ragu). Alasan lain yang dikemukakan adalah karena mereka mengalami kebingungan dalam menentukan apakah besaran energi itu merupakan besaran vektor atau skalar, sehingga akhirnya mereka menjawab pertanyaan dengan memilih “ragu-ragu”.

Kesalahan-kesalahan yang terjadi memang tidak sepenuhnya menyatakan kekurangan dari si pembelajar (mahasiswa), tapi bisa jadi berasal dari “ketidakkonsistenan” dalam membuat notasi (khususnya untuk perkalian). Sebagai contoh pada tahap awal belajar (khususnya bilangan), saat

masih di jenjang sekolah dasar, penulisan perkalian antara 2 dan 5, ditulis  $2 \times 5$ . Sementara di jenjang pendidikan yang lebih tinggi, dapat dinyatakan dalam bentuk  $2 \cdot 5$  dan  $(2)(5)$ . Ketiga jenis penulisan ini bernilai benar dan akan memberikan hasil yang sama, karena semesta pembicaraan yang ada masih pada bilangan (skalar). Bahkan ungkapan untuk perkalian antara bilangan  $a$  dan bilangan  $b$  juga dapat ditulis dalam bentuk  $ab$ . Penulisan ini juga bernilai benar, meski cara penulisan ini tidak dapat digunakan bila bilangan-bilangan yang dikalikan dalam bentuk angka. Contoh perkalian antara 2 dan 5 tidak dapat ditulis dalam bentuk 25, karena orang lain akan membaca 25 sebagai bilangan dua puluh lima dan bukan perkalian antara 2 dan 5. Beragamnya jenis ungkapan perkalian yang pernah dikenali si pembelajar ini terekam dengan kuatnya, sehingga mereka seringkali “lupa” tentang semesta pembicaraan dari yang semula hanya suatu besaran skalar, namun di dalam fisika mereka akan bertemu dengan besaran vektor (bahkan juga tensor), yang memerlukan “perjanjian” notasi tertentu dalam operasinya.

Kondisi ini sesuai dengan yang dikemukakan Syuhendri et al (2019) dan Ariska et al (2015) bahwa untuk mengubah pemahaman seseorang yang dibawa dari konsep masa lalu, merupakan hal yang sulit sehingga walaupun mahasiswa tersebut sudah berada di semester lanjut tetap membawa “ingatan” yang mereka bawa dari pengalaman sebelumnya. Ada empat syarat yang harus dipenuhi agar pemahaman konseptual dapat diubah, yaitu ketidakpuasan terhadap konsep lama dan dapat dipahami secara logika, serta kejelasan dan keberhasilan dari konsep pengganti.

Berdasarkan hasil di atas selain mahasiswa belum memahami konsep dasarnya, mahasiswa juga masih banyak yang belum percaya diri dengan kemampuan dan pemahaman yang mereka miliki. Mahasiswa yang memilih “ragu-ragu” dapat memberikan alasan yang lebih tepat, tetapi lebih memilih menjawab ragu-ragu. Oleh karena itu, menurut analisa peneliti salah satu penyebab mahasiswa menjawab ragu-ragu adalah karena ketidakpercayaan diri yang diakibatkan oleh ketidakpahaman mahasiswa pada materi yang dibahas maupun materi pendukungnya.

Menurut Susiharti & Ismet (2017), Fisika adalah ilmu yang harus dipahami secara berurutan artinya mahasiswa dapat memahami konsep baru jika lulus pada materi sebelumnya. Ketika kepercayaan diri menurun, maka motivasi belajar juga akan menurun. Padahal motivasi belajar adalah salah satu faktor penting yang mempengaruhi prestasi belajar mahasiswa. Jika mahasiswa memiliki Motivasi yang tinggi maka mahasiswa akan belajar lebih keras, ulet, tekun dan memiliki konsentrasi penuh dalam proses belajar pembelajaran sehingga dapat menghasilkan pembelajaran yang lebih efektif (Hamdu & Agustina, 2011). Motivasi dan kepercayaan diri merupakan beberapa faktor yang datang dari dalam diri mahasiswa (faktor internal), namun dalam mewujudkan pencapaian prestasi belajar yang maksimal tidak hanya ditentukan oleh faktor internal tetapi juga faktor eksternal. Dosen adalah salah satu faktor eksternal yang menjadi komponen penting yang memiliki peranan strategis dalam pelaksanaan pembelajaran (Elis Mediawati, 2010). Oleh karena itu, dosen berpengaruh besar terhadap terciptanya pembelajaran yang efektif di dalam kelas sekaligus dapat mempengaruhi motivasi mahasiswa untuk belajar.

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian di atas diperoleh hasil bahwa 60% dari 30 mahasiswa mengalami kesalahan dalam memahami konsep besaran vektor dan besaran skalar pada materi energi dan momentum. Kesalahan yang terjadi pada mahasiswa disebabkan karena tidak memperhatikan operasi perkalian antar besaran-besaran yang ada, baik perkalian besaran vektor dengan besaran skalar maupun perkalian sesama besaran vektor. Kesalahan juga terjadi karena kurangnya rasa kepercayaan diri akan kemampuan yang dimilikinya.

## **UCAPAN TERIMAKASIH**

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada pihak Universitas Sriwijaya yang telah mendanai penelitian ini melalui hibah penelitian sateks tahun 2021.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Ariska, M. (2015). Studi Pemahaman Konsep Siswa Pada Sub Konsep Rangkaian Listrik Arus Searah Di Kelas Xi Sma Negeri 1 Palembang. *Jurnal Inovasi Dan Pembelajaran Fisika*, 2(2), 147–154. <https://doi.org/10.36706/jipf.v2i2.2616>
- 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. <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), 1–17. <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), 1–14. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.11.020129>
- Elis Mediawati. (2010). PENGARUH MOTIVASI BELAJAR MAHASISWA DAN KOMPETENSI DOSEN TERHADAP PRESTASI BELAJAR. *JURNAL PENDIDIKAN EKONOMI DINAMIKA PENDIDIKAN*, 5, 134–136.
- Hamdu, G., & Agustina, L. (2011). PENGARUH MOTIVASI BELAJAR SISWA TERHADAP PESTASI BELAJAR IPA DI SEKOLAH DASAR. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 12(1), 90–96.
- Handhika, J., Kurniadi, E., & Ahwan. (2016). Peningkatan Hasil Belajar Mahasiswa Pohok Bahasan Analisis Vektor Melalui Inkuiri Terbimbing. *JPFK*, 2, 12–15.
- Karim, S., Saepuzaman, D., & Sriyansyah, S. P. (2015). Diagnosis Kesulitan Belajar Mahasiswa Dalam Memahami Konsep Momentum. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 1, 85–90.
- 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>
- Susiharti, & Ismet. (2017). Studi Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal-Soal Vektor di SMA



Negeri 1 Inderalaya. *Jurnal Inovasi Dan Pembelajaran Fisika*, 4(1), 99–105.  
<http://ejournal.unsri.ac.id/index.php/jipf/article/view/4296>

Syuhendri, S., Andriani, N., & Taufiq, T. (2019). Preliminary development of Conceptual Change Texts regarding misconceptions on Basic Laws of Dynamics. *Journal of Physics: Conference Series*, 1166(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1166/1/012013>

Yulia, Silitionga, H. T. M., & Oktavianty, E. (2018). *PENGEMBANGAN BAHAN BACAAN REFUTATION TEXT SEBAGAI MEDIA UNTUK MEREMEDIASI MISKONSEPSI MATERI MOMENTUM DAN IMPULS*. Universitas Tanjungpura.