

MODEL BERPIKIR SISWA DALAM MENYELESAIKAN ANALISIS VEKTOR MELALUI KONTEKS FISIS

Model of The Students Thinking in Completing Vector Analysis through Physical Context

*Fahrudin, I Komang Werdhiana, & Darsikin

Pendidikan Sains Program Magister/Pascasarjana – Universitas Tadulako, Palu – Indonesia 94118

Article History

Received 03 December
2016

Revised 08 January 2017

Accepted 14 February 2017

Keywords:

model of thinking, vector
analysis, thinking-aloud and
physical context

Abstract

This research was purposed to describe the way of the students' thinking in completing the vector based test by physical context. The instrument of this research consisted of respondent selection test (TSR), logical test with thinking-aloud (TA) and interview guidance. Respondents of this research were six students in one of the senior high school in Palu. Collecting data was held by applying thinking-aloud (TA) and interview which recorded by using video camera. The interview was conducted to find out supporting data in analyzing the result of thinking-aloud (TA) data. The analyzing data of the way of students' thinking can be seen from every step of their respondents in completing the test by using physical context. Generally, there are two thinking models that are deductive thinking and inductive thinking. In the results analysis of TA and interviews, obtained that respondents are more dominant used of deductive thinking in completing the test than the inductive thinking. It was influenced by the teacher's method in providing the test when teaching –learning process and the students' usage in completing the test.

doi: 10.22487/j25490192.2017.v1.i1.pp9-16

Pendahuluan

Analisis vektor yang mulai dikembangkan pada pertengahan abad ke-19, dewasa ini merupakan bagian penting latar belakang matematika yang diperlukan oleh lulusan-lulusan teknik, fisika, matematika, dan ilmuwan-ilmuwan lainnya. Spiegel (1985) mengemukakan bahwa analisis vektor tidak hanya memberikan notasi yang ringkas untuk memperkenalkan persamaan-persamaan yang muncul dalam perumusan matematis dari persoalan-persoalan fisika dan geometri tetapi vektor juga merupakan suatu pembantu dalam membentuk gambaran dari ide-ide fisika dan geometri. Ringkasnya, vektor dapat dipandang sebagai bahasa dan cara berpikir yang sangat penting untuk ilmu-ilmu fisika.

Kebanyakan konteks fisika yang tercakup dalam materi pembelajaran tidak terlepas dari konsep vektor. Telah banyak penelitian yang dilakukan yang berhubungan dengan konsep vektor baik itu dari penjumlahan, pengurangan, maupun analisis vektor. Seperti yang dilakukan oleh Barniol & Zavala (2014a), tentang pengaruh perbedaan konteks pada pemahaman vektor siswa dan penggunaannya dalam masalah isomorfis. Begitupula yang dilakukan oleh Restu (2014) tentang miskonsepsi pada materi gerak parabola di mana siswa kesulitan memahami persamaan-persamaan gerak parabola secara matematis.

Permasalahan yang sering muncul di lapangan berdasarkan observasi yang dilakukan baik itu pada siswa atau calon guru yaitu kesulitan menggambarkan analisis vektor, seperti menempatkan mana uraian vektor yang bekerja pada komponen x dan y (pada kasus dua dimensi) sehingga dalam menjabarkan penyelesaian banyak ditemukan kesalahan. Kesulitan lainnya adalah siswa kurang mampu menentukan arah penjumlahan dan

*Correspondence:

Fahrudin

e-mail: fahrudinpasca@yahoo.com

Copyright © 2018 Author(s) retain the copyright of this article.

This article is published under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0.

pengurangan vektor pada uraian komponen vektor.

Penelitian lainnya kebanyakan menyelidiki kesalahan konsep dasar vektor termasuk juga representasi dalam menggambarkan vektor ataupun materi-materi berbasis vektor seperti Gaya, Usaha dan Energi. Nguyen & Meltzer (2003) menemukan bahwa hanya sekitar 60% -70% dari siswa yang mempelajari dasar kalkulus dan 20% - 40% dari siswa yang mempelajari dasar aljabar dengan benar dapat menggambarkan jumlah dari dua vektor yang direpresentasikan sebagai panah pada kasus dua dimensi, dan hanya 60% -80% dari semua siswa bisa menjawab dengan benar tentang besar dan arah perbandingan pertanyaan dasar tentang representasi panah.

Heckler (2010) mengungkapkan bahwa siswa kurang mampu menggambarkan diagram gaya sehingga berdampak pada kesalahan umum dalam menyelesaikan soal-soal. Heckler dan Scaife (2015) mengemukakan selain kesulitan siswa dalam format panah, juga menemukan beberapa kesulitan tambahan, termasuk temuan bahwa berbeda orientasi panah relatif dapat mendorong jalur solusi yang berbeda dan berbagai jenis kesalahan yang menunjukkan bahwa siswa perlu berlatih dengan berbagai orientasi relatif. Temuan lain yang sering ditemukan (berdasarkan observasi) yaitu siswa kesulitan menentukan bidang sudut (sinus dan cosinus) setelah menentukan arah penguraian vektor.

Penelitian tentang vektor juga banyak dilakukan seperti: Barniol dan Zavala (2014b) melakukan penelitian dengan membuat dan mengembangkan tes pemahaman vektor. Penelitian ini membahas temuan pemahaman siswa tentang konsep vektor dalam permasalahan tanpa konteks fisis. Selanjutnya, Muhsina (2015) melakukan penelitian mengenai hubungan antara konsep trigonometri dan konsep vektor. Kemudian, Savinainen, dkk. (2013) melakukan penelitian yang menunjukkan banyak siswa yang mampu

dalam mengidentifikasi gaya, namun kesulitan dalam menggambarkan diagram benda bebas.

Berdasarkan uraian di atas hal yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu untuk menyelidiki bagaimana model berpikir responden dalam merepresentasikan garis vektor pada kasus dua dimensi dan menyelesaikan permasalahan tersebut mulai dari menggambarkan penguraian komponen vektor, penentuan bidang sudut trigonometri dan penentuan resultan vektor (solusi akhir) melalui konteks fisis.

Thaha (2002) mengartikan model berpikir sebagai bentuk atau jenis berpikir yang diperlihatkan oleh manusia yang berpikir. Bila kita amati manusia yang berpikir yaitu cara menunjukkan atau melahirkan pemikirannya, maka akan nampak berbagai bentuk (model) respon yang diwujudkan.

Secara umum model berpikir dibagi atas dua yaitu berpikir deduktif dan berpikir induktif. Suriasumantri (2005) menjelaskan Deduksi adalah cara berpikir yang di tangkap atau diambil dari pernyataan yang bersifat umum lalu ditarik kesimpulan yang bersifat khusus. Selanjutnya dijelaskan berpikir induktif dimulai dengan mengemukakan pernyataan-pernyataan yang mempunyai ruang lingkup yang khas dan terbatas dalam menyusun argumentasi yang diakhiri dengan pernyataan yang bersifat umum.

Berdasarkan studi literatur yang dilakukan fokus tujuan penelitian ini adalah mengamati, menyusun dan mendeskripsikan model berpikir siswa dalam menyelesaikan analisis vektor melalui konteks fisis.

Metode

Jenis penelitian ini merupakan penelitian kualitatif, yaitu peneliti mengumpulkan data dengan cara langsung pada situasi tempat penelitian. Bogdan dan Taylor (*dalam* Basrowi dan Suwandi, 2008) menyatakan bahwa penelitian kualitatif adalah salah satu prosedur penelitian yang menghasilkan data deskriptif berupa ucapan atau tulisan dan perilaku orang-orang yang

diamati. Olehnya, penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif, yaitu menggambarkan model berpikir responden menyelesaikan soal fisika berbasis vektor yang diberikan dengan konteks fisis.

Peserta yang menjadi responden dalam penelitian ini dipilih dengan cara peneliti memilih orang tertentu yang dipertimbangkan akan memberikan data yang diperlukan; selanjutnya berdasarkan data atau informasi yang diperoleh dari responden sebelumnya, peneliti dapat menetapkan responden lainnya yang dipertimbangkan akan memberikan data lebih lengkap (Sugiyono, 2010).

Peserta yang mengikuti seleksi responden ini adalah 30 orang siswa. Subjek penelitian ini ditentukan melalui seleksi dengan menggunakan tes seleksi responden (TSR). Selanjutnya dipilih beberapa responden lagi dengan melihat hasil analisis penyelesaian soal dari 3 tingkatan yang kemudian ditetapkan setelah responden-responden tersebut menyatakan kesiapannya untuk meluangkan waktu dalam mengerjakan soal berbasis vektor dengan konteks fisis pada sesi *Thinking-aloud* (TA) dan menjawab pertanyaan-pertanyaan pada saat wawancara yang direkam menggunakan camera video.

Tahap-tahap kegiatan analisis data kualitatif mengikuti Miles dan Huberman (*dalam* Emzir, (2012) adalah sebagai berikut:

- 1) Reduksi data (*data reduction*)
- 2) Penyajian data (*data display*)
- 3) Verifikasi (*conclusion drawing*).

Hasil Dan Pembahasan

Berdasarkan hasil TSR, diperoleh 6 responden yang mengikuti TA dan wawancara dengan rincian seperti pada Tabel 1. Proses pelaksanaan *thinking-aloud* dimulai dengan memberikan soal satu persatu kepada setiap

responden. Setiap responden menyelesaikan soal-soal tersebut dengan cara menulis jawaban pada lembar jawaban yang disediakan sambil berbicara mengenai apa yang dipikirkan serta keterangan-keterangan yang berhubungan dengan apa yang sedang dikerjakan itu. Kegiatan ini direkam dengan menggunakan *video camera*.

Proses pelaksanaan *thinking-aloud* dimulai dengan memberikan soal satu persatu kepada setiap responden. Setiap responden menyelesaikan soal-soal tersebut dengan cara menulis jawaban pada lembar jawaban yang disediakan sambil berbicara mengenai apa yang dipikirkan serta keterangan-keterangan yang berhubungan dengan apa yang sedang dikerjakan.

Tabel 1. Kode Responden yang mengikuti *Thinking-Aloud* dan Wawancara

No.	Kode Responden	Keterangan
1.	RT ₁	Responden dengan kemampuan tinggi 1
2.	RT ₂	Responden dengan kemampuan tinggi 2
3.	RS ₁	Responden dengan kemampuan sedang 1
4.	RS ₂	Responden dengan kemampuan sedang 2
5.	RR ₁	Responden dengan kemampuan rendah 1
6.	RR ₂	Responden dengan kemampuan rendah 2

Hasil kegiatan *thinking-aloud* dan wawancara dalam bentuk rekaman kemudian dibuat transkrip untuk masing-masing responden dari masing-masing nomor soal.

Model berpikir dari setiap responden setelah hasil *thinking-aloud* dan wawancara dianalisis dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Model Berpikir Responden Berdasarkan Analisis TA dan wawancara

Responden	Nomor Soal / Model Berpikir									
	Soal No. 1		Soal No. 2		Soal No. 3		Soal No. 4		Soal No. 5	
	Deduktif	Induktif	Deduktif	Induktif	Deduktif	Induktif	Deduktif	Induktif	Deduktif	Induktif
RT ₁	√	-	√	-	√	-	√	-	√	-
RT ₂	√	-	√	-	√	-	√	-	√	-
RS ₁	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RS ₂	√	-	√	-	√	-	√	-	-	√
RR ₁	√	-	-	√	-	√	-	-	√	-
RR ₂	√	-	-	√	-	√	√	-	√	-

Model Berpikir Deduktif

Berpikir deduktif adalah metode berpikir yang menerapkan hal-hal yang umum terlebih dahulu untuk seterusnya dihubungkan dalam bagian-bagiannya yang khusus.

Para responden banyak menggunakan berpikir deduktif. Seperti yang dilakukan oleh RT₁, RT₂, dan RT₄. Dimana hampir setiap soal diselesaikan dengan berpikir deduktif yaitu memulai dengan penggambaran secara umum dan kemudian dilakukan penarikan kesimpulan pada akhir penyelesaian soal. Seperti pada proses penyelesaian untuk soal nomor 2 yang dilakukan oleh RT₁, yaitu diawali dengan membaca soal dan mencari konsep apa yang digunakan dalam menyelesaikan soal, hal ini nyatakan pada sesi wawancara sebagai berikut:

Interviewer : Apa yang anda pikirkan ketika pertama kali membaca soal?

Responden : {-}, **terus konsep apa yang harus digunakan.**

Selanjutnya RT₁ mencoba menggambarkan ulang sistem agar tampak jelas diagram gayanya, seperti yang terkam pada sesi TA yaitu “[...] **gambar diagram gayanya**, [...]”. Penggambaran ulang sistem dilakukan agar dapat lebih mudah dalam

menyelesaikan soal, hal ini sesuai dengan kutipan pada sesi wawancara sebagai berikut:

Interviewer : Langkah selanjutnya yang anda lakukan adalah dengan mencoba menggambarkan sistem, apa alasan anda?

Responden : Jadi kan **kalau kita menggambarkan sistem lebih mudah mengerjakannya dan lebih paham bagaimana sistemnya itu**. Ee.. seperti gerakanya. Jadi, **kalau kita tidak gambarkan kita masih menghayalkan dan membingungkan.**

Langkah berikutnya yang dilakukan RT₁ yaitu menentukan konsep yang akan digunakan pada penyelesaian soal, di mana pada soal nomor 2 RT₁ menentukan momen gaya dengan menggunakan persamaan $\tau = F \times l$, sebagaimana yang dinyatakan pada sesi TA bahwa “[...] *Nah yang ditanyakan jumlah besar momen gaya, momen gaya seperti yang kita tahu rumusnya $\tau = F$ kali l di mana F dan l harus tegak lurus* [...]”. Selanjutnya R₁ membuat penguraian gaya pada F agar dapat

menentukan penyelesaian soal, hal tersebut dilakukan agar sesuai konsep pada momen gaya di mana antara lengan dengan gaya yang bekerja harus saling tegak lurus, hal ini juga di paparkan RT₁ pada sesi TA bahwa “[...] karena *sebelumnya F itu belum tegak lurus maka harus diubah sehingga F-nya tegak lurus* yaitu yang digunakan $F \sin$, ini gambar penguraian gayanya ada F di sini $F \sin \theta$ dan $F \cos \theta$ [...]”. Hal ini juga diperkuat dengan pernyataan pada sesi wawancara sebagai berikut:

- Interviewer : Di bagian penyelesaian anda mengambil gaya yang bekerja adalah $F \sin \theta$, padahal anda menguraikan ada juga $F \cos \theta$, apa alasan anda?
- Responden : Karena kalau di momen gaya itu dia harus tegak lurus gaya dan lengannya, kalau menggunakan $F \cos$ itu kan searah atau sejajar, kalau $F \sin$ itu dia tegak lurus, syaratnya itu harus tegak lurus jadi menggunakan $F \sin$.

Untuk langkah selanjutnya, RT₁ langsung memasukkan data-data yang ada ke dalam persamaan yang telah dituliskan hingga penyelesaian akhir soal

Terlihat pada analisis di atas cara berpikir RT₁ dalam menyelesaikan soal yang terekam sangat tepat sesuai pola langkah pengerjaan berpikir deduktif mulai dari membaca soal, menggambarkan ulang diagram gaya yang bekerja, menentukan konsep, memasukkan data-data yang ada hingga pada penyelesaian akhir.

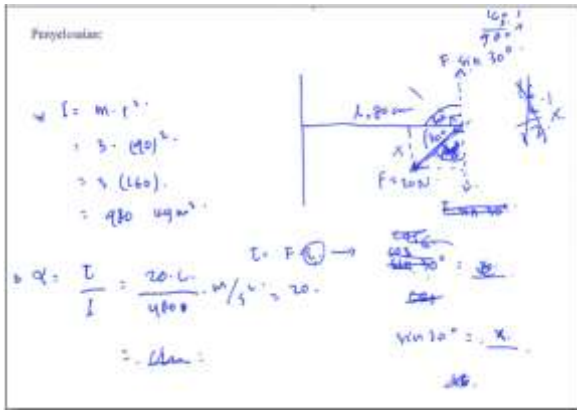
$l = 0,8 \text{ m} = 0,8 \text{ m}$
 $T = F \cdot L \quad F \perp L \text{ harus tegak lurus}$
 $= F \sin \theta \cdot L$
 $= 20 \cdot \frac{1}{2} \cdot 0,8$
 $= 8 \text{ Nm}$
 $I = \frac{1}{3} m L^2$
 $I = \frac{1}{3} m (0,8)^2$
 $I = \frac{1}{3} m \cdot 0,64$
 $\alpha = \frac{T}{I} = \frac{8}{\frac{1}{3} m \cdot 0,64} = \frac{8 \cdot 3}{0,64 m} = \frac{24}{0,64 m} = \frac{30}{0,8} = \frac{30 \cdot 10^3}{8} = \frac{30000}{8} = 3750 \text{ rad/s}^2$

Gambar 1. Lembar Jawaban RT₁

Model Berpikir Induktif

Berpikir induktif adalah metode yang digunakan dalam berpikir dengan bertolak dari hal-hal khusus ke umum. Berpikir induktif tidak banyak dilakukan oleh para responden.

Pada penelitian ini yang menggunakan cara berpikir induktif yaitu RS₂ untuk soal nomor 5 dan RR₁ dan RR₂ untuk soal nomor 2 dan 3. Seperti yang dilakukan oleh RR₂ dalam menyelesaikan soal nomor 2 yaitu langsung menentukan persamaan yang digunakan. Di mana dalam hal ini persamaan yang digunakan yaitu momen inersia. Hal tersebut terekam pada sesi TA yaitu “*I itu sama dengan $m \cdot r^2$* ”, selanjutnya langkah yang dilakukan yaitu menguraikan gaya pada sistem. Sebagaimana juga terekam pada sesi TA yaitu “[...] *terus gambar dulu untuk mengetahui arahnya* [...]”. Selanjutnya yang dilakukan oleh RR₂ yaitu menentukan nilai torsi. Namun, pada proses penyelesaian soal RR₂ mengalami kesulitan sehingga tidak dapat menyelesaikan soal. Sejak awal langkah yang dilakukan oleh RR₂ sudah keliru dimana kekeliruan yang dilakukan adalah salah menggunakan persamaan momen inersia.



Gambar 1. Lembar Jawaban RR₂

Konteks Fisis

Pada penelitian ini semua responden dalam penyelesaian soal memperlihatkan konteks fisis. Konteks fisis itu sendiri adalah cara menilai sesuatu bukan hanya dari segi matematis saja tapi lebih cenderung pada bagaimana sesuatu itu bernilai secara fisika. Seperti yang dilakukan oleh RT₂ sebagaimana yang terekam pada sesi TA yaitu

“[...] kalau ada tali pasti ada tegangan tali diuraikan dalam sumbu y dan sumbu x, [...] tegangan talinya ini tinjau menggunakan momen gaya, momen gaya yang ditinjau itu di titik A jadi $\Sigma \tau = 0$, sama dengan nol karena dia hanya diam atau dalam keadaan setimbang, jadi tinjau gaya-gaya yang ada... eee momen gaya yang searah jarum jam itu diberi tanda positif. Ada gaya berat w_1 di tengah-tengah batang w_1 kali $\frac{1}{2} l$, di mana l ini panjang batangnya, terus w_1 kali l ini searah dengan jarum jam jadi plus (+) ada w_2 di ujung batang, w_2 kali l , selanjutnya tegangan tali T diuraikan dalam sumbu y supaya tegak lurus terhadap poros A dapatnya dikurangi $T \sin \theta$, dikurangi karena torsiya atau momen gayanya berlawanan dengan arah jarum jam, jadi $T \sin \theta$ kali l sama dengan 0 [...]”

Beberapa pernyataan konteks fisis juga terekam pada sesi wawancara berikut:

- Interviewer : Di bagian Penyelesaian anda menggambar tanda loop, apa maksud tanda tersebut?
- Responden : Maksudnya tanda ini kan torsiya ini untuk benda yang berputar, jadi benda yang berputar dengan searah jarum jam saya kasi torsiya jadi positif.
- Interviewer : Kenapa pada tanda anda

- Responden : tidak memberikan nilai minus/negatif?
- Interviewer : Karena sama saja sih, kalau ambil minus berarti gaya yang berlawanan jarum jam itu yang positif, jadi hasilnya mungkin akan tetap sama.
- Interviewer : Selanjutnya anda menggambar segitiga trigonometri, untuk apa?
- Responden : Supaya kita bisa tahu nilai $\sin \theta$ dan $\cos \theta$, nah di sini kan nanti ada komponen $T \sin \theta$ diubah jadi komponen y dan x dan torsiya F kali l , T -nya ini nanti dipakainya $T \sin \theta$ karena tegak lurus dengan porosnya jadi pakainya $T \sin \theta$, nah $\sin \theta$ itu didapat dari segitiga ini kan nilai θ -nya belum ditahu.

Begitupun juga pada penyelesaian soal nomor 1 yang dilakukan oleh RS₂ sudah tampak konteks fisis yang dijabarkan oleh RS₂ seperti yang terekam pada sesi TA dan wawancara sebagai berikut:

“Berarti diagram gayanya yang benda kedua itu gaya berat ke bawah w_2 dan gaya tegangan tali ke atas atau gaya T . Sedangkan pada benda yang di bidang miring gaya yang bekerja itu ada gaya normal atau gaya ke atas yang tegak lurus dengan bidangnya, baru ada gaya w di mana terurai oleh w_x dan w_y , di mana w_x mengarah ke bawah dan w_y mengarah ke sini”

- Interviewer : Untuk apa pemanfaatan simbol-simbol yang anda tuliskan?
- Responden : Kalau w kan gaya berat berarti gaya ke bawah dia mengarah ke bawah {-}, baru tegangan tali gaya yang menahan benda yang bekerja makanya dia mengarah ke sini (sambil menunjuk

- gambar), baru di sini juga bekerja gaya normal ke atas, terus ada juga gaya w , terus karena dia bidang miring ada w_x dan w_y .
- Interviewer : Selanjutnya pada gambar yang mana w_x dan w_y pada gambar?
- Responden : w_x ke sini dan w_y ke sini (sambil menuju gambar)
- Interviewer : Mengapa memilih w_x ke arah sana (arah bawah sejajar bidang miring) dan w_y ke arah bawah bidang?
- Responden : Karena w_x searah sumbu x
- Interviewer : Dilihat dari mana sejajar sumbu x itu?
- Responden : Kan horizontal.
- Interviewer : Kalau w_y -nya?
- Responden : Karena w_y kan gaya searah sumbu y, jadi dia mengarah ke bawah.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian dikemukakan kesimpulan bahwa: 1) Setiap responden memiliki model atau cara berpikir yang bergantung pada konsep berpikir dalam memahami maksud soal ketika responden tersebut diperhadapkan pada soal, dimana para responden lebih cenderung berpikir secara deduktif dari pada berpikir induktif. 2) Faktor yang mempengaruhi terbentuknya model atau cara berpikir yang berbeda dalam menyelesaikan setiap soal oleh para responden adalah faktor kebiasaan dalam proses mengerjakan soal.

Berdasar dari temuan fenomena dalam penelitian maka dapat disarankan hal sebagai berikut: 1) Perlu membiasakan siswa mengerjakan soal dengan menanamkan penguasaan konsep sehingga siswa tidak selalu

cenderung menyelesaikan soal fisika dengan cara matematis tanpa memahami maksud dari soal yang mereka kerjakan. 2) Perlu penelitian lebih lanjut menyangkut (a) cara berpikir siswa dalam menyelesaikan soal bahkan bukan hanya pada soal berbasis vektor, (b) Pemahaman konteks fisis pada penyelesaian soal sehingga tidak terfokus pada penyelesaian soal secara matema

Referensi

- Barniol & Zavala, G. 2014a. *Force, velocity, and work: The effects of different contexts on students understanding of vector concepts using isomorphic problems*. The American Physical Society, Physical Review Special Topics-Physics Education Research, Vol. 10.
- Barniol, & Zavala, G. 2014b. *Test of understanding of vectors: A reliable multiple-choice vector concept test*. The American Physical Society, Physical Review Special Topics-Physics Education Research, Vol. 10.
- Creswell, J. W. 2007. *Research Design Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (2nd Ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Emzir. 2012. *Metodologi Penelitian Kualitatif Analisis Data*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Heckler, A. F. 2010. Some Consequences of Prompting Novice Physics Students to Construct Force Diagrams. *International Journal Of Science Education* Vol. 32, No. 14, Published 15 September 2010, pp. 1829–1851.
- Heckler, A. F. dan Scaife, T. M. 2015. Adding and subtracting vectors: The problem with the arrow representation. *The American Physical Society. Physical Review Special Topics - Physics*

- Education Research Vol. 11 Issue 1. pp 1554-9178/15/11(1)/010101(17)
- Indrajit, D. 2009. Mudah dan Aktif Belajar Fisika untuk Kelas XI Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah Program Ilmu Pengetahuan Alam (BSE). Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional.
- Nguyen & Meltzer, D. E. 2003. Initial understanding of vector concepts among students in introductory physics courses. American Association Physic Teachers. *American Journal of Physics* Vol. 71, No. 6, pp 630-638.
- Moleong, Lexy. J. 2013. Metode Penelitian Kualitatif (Edisi Revisi). Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Muhsina. 2015. Pengaruh Urutan Pemberian Materi Pembelajaran (Sequenced) Dengan Model Fragmented Dan Model Connected Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Konsep Vektor Di SMA Negeri 1 Palu. Tesis Diterbitkan. Palu: Program Pascasarjana Universitas Tadulako.
- Poerwadarminta, W. J. S. 2003. Kamus Umum Bahasa Indonesia Edisi Ketiga Pusat Bahasa Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta: Balai Pustaka.
- Restu. 2014. Remediasi Miskonsepsi Siswa Melalui Pembelajaran Problem Posing Pada Materi Gerak Parabola Program Studi Pendidikan Fisika UNTAN. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran* Vol. 3, No 6.
- Satori, D. dan Komariah. 2010. Metodologi Penelitian Kualitatif. Bandung: Alfabeta.
- Savinainen, A., Maˆkynen, A., Nieminen, P., dan Viiri, J. 2013. Does using a visual-representation tool foster students' ability to identify forces and construct free-body diagrams?. *The American Physical Society, Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, Vol. 9, pp. 1554-9178/13/9(1)/010104(11)
- Spiegel, M. R. 1985. Analisis Vector dan Suatu Pengantar Analisis Tensor (Versi Sumetrik). Jakarta: Erlangga.
- Sugiyono, 2010. *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sunardi dan Etsa, I. I. 2006. Fisika Bilingual untuk SMA/MA Kelas XI Semester 1 dan 2. Bandung: Yrama Widya.
- Suriasumantri, S. 2005. Filsafat Ilmu. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan.
- Thaha, T. 2002. *Logika Mengoptimalkan Daya Pikir*. Palu: Untad Press.
- Widodo, T. 2009. Fisika Untuk SMA/MA Kelas XI (BSE). Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional.