

Kemampuan Siswa dalam Memecahkan Masalah Momen Gaya melalui Pembelajaran Berbasis Masalah

Dios Sarkity¹, Lia Yuliati², Arif Hidayat²
^{1,2}Pendidikan Fisika-Pascasarjana Universitas Negeri Malang

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Diterima: 08-05-2017
Disetujui: 07-02-2018

Kata kunci:

problem solving skill;
torque;
problem based learning;
kemampuan pemecahan masalah;
momen gaya;
pembelajaran berbasis masalah

Alamat Korespondensi:

Dios Sarkity
Pendidikan Fisika
Pascasarjana Universitas Negeri Malang
Jalan Semarang 5 Malang
E-mail: sarkitydios@gmail.com

ABSTRAK

Abstract: The research aims to know the effect of problem based learning on students' skill in solving torque problems. The research method is Mixed Method with embedded experimental design model. Research subjects consist of 32 students of SMA Negeri 1 Pekanbaru. Data were collected through pretest and posttest using test, questionnaire, and interview. The result of N-Gain score shows that the improvement of students' skill in solving torque problems is in high category and the result of d-cohen effect size is in strong category. This result shows that problem-based learning can improve students' skill in solving torque problems.

Abstrak: Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pembelajaran berbasis masalah terhadap kemampuan siswa dalam memecahkan masalah momen gaya. Metode penelitian ini adalah *Mixed Method* dengan model *embedded experimental design*. Subjek penelitian terdiri atas 32 siswa SMA Negeri 1 Pekanbaru. Data dikumpulkan melalui *pretest* dan *posttest* menggunakan tes, kuesioner, dan wawancara. Hasil perhitungan *N-Gain score* menunjukkan adanya peningkatan kemampuan siswa dalam memecahkan momen gaya dalam kategori tinggi dan hasil perhitungan *d-cohen effect size* dalam kategori kuat. Hasil ini menunjukkan pembelajaran berbasis masalah dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam memecahkan masalah momen gaya.

Momen gaya merupakan salah satu sub materi dalam kajian kesetimbangan dan dinamika rotasi (Serway, 2014). Untuk menyelesaikan permasalahan kesetimbangan dan dinamika rotasi dibutuhkan kemampuan dalam menganalisis momen gaya yang dihasilkan oleh gaya-gaya yang bekerja pada suatu benda untuk mengetahui apakah benda berada dalam keadaan setimbang atau akan berotasi (Serway, 2014). Hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa mengalami kesulitan pada konsep mendasar dalam materi kesetimbangan dan dinamika rotasi yang salah satunya merupakan konsep momen gaya (Rimoldini & Singh, 2005; Duman et al, 2015). Kesulitan siswa yang diantaranya disebabkan oleh pemahaman konsep yang kurang baik akan menyebabkan siswa tidak mampu memecahkan masalah karena pemahaman konsep siswa akan menentukan bagaimana siswa mengidentifikasi masalah serta menentukan strategi pemecahan masalah (Docktor et al, 2015; Garret, 1986; Mason & Singh, 2006).

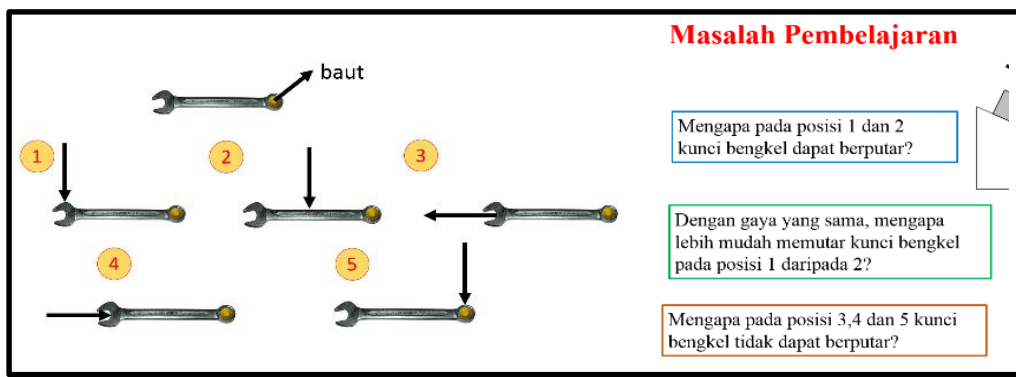
Momen gaya merupakan salah satu besaran vektor (Serway, 2014). Untuk menyelesaikan masalah momen gaya ataupun masalah fisika lainnya dibutuhkan pemahaman konsep vektor yang baik karena vektor merupakan bahasa matematika yang esensial di dalam fisika (Knight, 1995). Hasil penelitian menunjukkan bahwa banyak siswa yang tidak mampu memecahkan masalah fisika dikarenakan siswa tidak mampu mengoperasikan vektor (Flores et al, 2004; Shaffer & McDermott, 2005; Savinainen et al, 2013; Hecker & Scaifem, 2015). Bukan hanya tidak mampu mengoperasikan vektor, bahkan banyak siswa yang tidak mampu merepresentasikan vektor dalam bentuk *free body diagram* (Rosengrant et al, 2005; Rosengrant et al, 2009; Nguyen & Meltzer, 2003).

Untuk mengatasi permasalahan siswa dalam memecahkan masalah maka dibutuhkan suatu metode pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada siswa untuk aktif dalam pembelajaran seperti halnya memecahkan masalah (Bozdogan & Uzoglu, 2015). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis masalah dapat membantu siswa dalam memecahkan masalah dengan melatih siswa dalam mengidentifikasi masalah kemudian menerapkan konsep yang sesuai untuk memecahkan masalah secara sistematis (Yeung, 2010; Neo & Neo, 2005). Pembelajaran berbasis masalah juga melatih siswa untuk menentukan strategi pemecahan masalah (Lozano et al, 2015) kemudian menyelesaikan masalah dengan cara-cara yang relevan sesuai dengan masalah yang akan diselesaikan (Kumar & Refaei, 2013).

METODE

Metode penelitian ini adalah *Mixed Method* dengan model *embedded experimental design*. Subjek penelitian terdiri atas 32 siswa kelas XI IPA SMA Negeri 1 Pekanbaru. Data dikumpulkan melalui *pretest* dan *posttest* menggunakan tes dengan soal pemecahan masalah berbentuk essay yang diberikan pada saat *pretest* dan *posttest* untuk memperoleh data kuantitatif kemudian menggunakan kuesioner pada saat *pretest* dan wawancara pada saat *posttest* untuk memperoleh data kualitatif. Jawaban siswa dianalisis dengan menggunakan rubrik pemecahan masalah dengan lima indikator pemecahan masalah yaitu *useful dscription, physics approach, specific application physics, mathematical procedures* and *logical progression* (Docktor & Heller, 2009).

Intervensi penelitian dilaksanakan dengan menerapkan model pembelajaran berbasis masalah. pembelajaran berbasis masalah untuk menyelesaikan masalah momen gaya diberikan dengan memberikan permasalahan di awal pembelajaran seperti pada Gambar 1. Melalui masalah yang diberikan di awal pembelajaran, siswa dilatih untuk memecahkan masalah dengan beberapa tahap pemecahan masalah. Tahapan pemecahan masalah dimulai dari menganalisis vektor lengan gaya pada setiap posisi gaya hingga akhirnya siswa dapat menemukan hubungan antara vektor lengan gaya dan vektor gaya yang dapat menyebabkan gerak rotasi dan hubungan vektor lengan gaya dan vektor gaya yang tidak dapat menyebabkan gerak rotasi. Akhir dari tahapan pemecahan masalah adalah siswa dapat merumuskan persamaan untuk menentukan momen gaya dengan menggunakan perkalian vektor secara *cross product* antara vektor lengan gaya dan vektor gaya serta memaknai pengaruh momen gaya terhadap gerak rotasi. Setelah melewati tahapan pemecahan masalah, siswa dapat menjelaskan solusi dari permasalahan yang diberikan diawal pembelajaran dengan menggunakan konsep momen gaya.



Gambar 1. Masalah Pembelajaran Momen Gaya

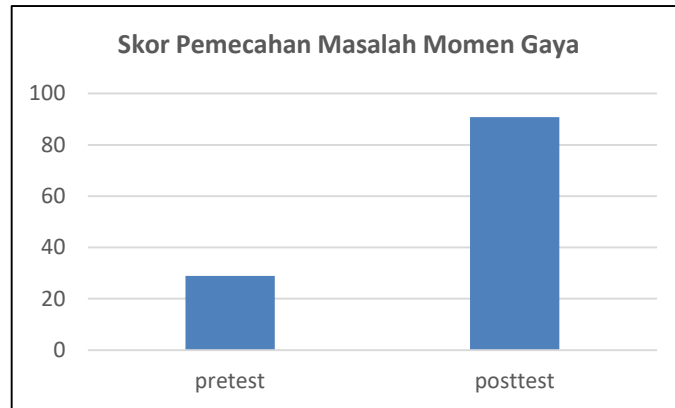
HASIL

Untuk mengatasi kesulitan siswa dalam memecahkan masalah momen gaya, maka pembelajaran berbasis masalah diterapkan untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah. Melalui pembelajaran berbasis masalah, siswa dilatih untuk memecahkan suatu masalah melalui beberapa tahap pemecahan masalah. Setelah melalui tahap-tahap pemecahan masalah, siswa dapat memahami langkah pemecahan secara konseptual mengenai hal-hal yang harus dilakukan untuk memecahkan masalah untuk menghasilkan solusi yang tepat.

Tabel 1. Statistik Deskriptif Skor Pemecahan Masalah Momen Gaya Keseluruhan Siswa

Statistik	Pretest	Posttest
Jumlah Data	32	32
Nilai Maksimum	68,4	100
Nilai Minimum	15,8	73,7
Rata-rata (mean)	28,9	90,8
Median	26,3	89,5
Modus	26,3	89,5

Dengan mengonversi skor pemecahan masalah momen gaya dalam skala 100, maka didapatkan statistik deskriptif skor pemecahan masalah siswa pada pretest dan posttest seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1. Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan rata-rata skor pemecahan masalah siswa dalam menyelesaikan masalah momen gaya dari *pretest* ke *posttest*. Rata-rata skor pemecahan masalah siswa meningkat dari 28,9 menjadi 90,8 yang divisualisasikan dalam bentuk grafik pada Gambar 2. Hasil ini didukung dengan hasil perhitungan *N-gain score* sebesar 0,87 yang menunjukkan adanya peningkatan kemampuan pemecahan masalah siswa dalam menyelesaikan masalah momen gaya dalam kategori kuat. Hasil perhitungan *d-cohen effect size* sebesar 0,9 menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis masalah secara kuat memengaruhi kemampuan pemecahan masalah siswa dalam menyelesaikan masalah momen gaya.

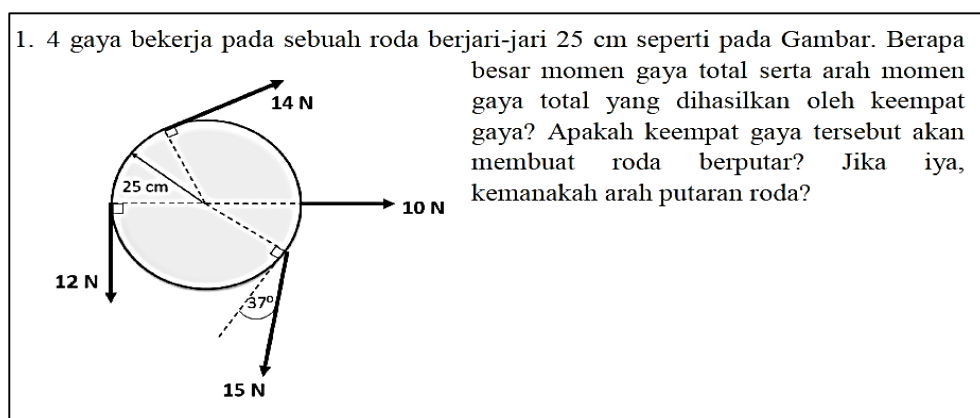


Gambar 2. Rata-rata skor pemecahan masalah momen gaya saat *pretest* dan *posttest*

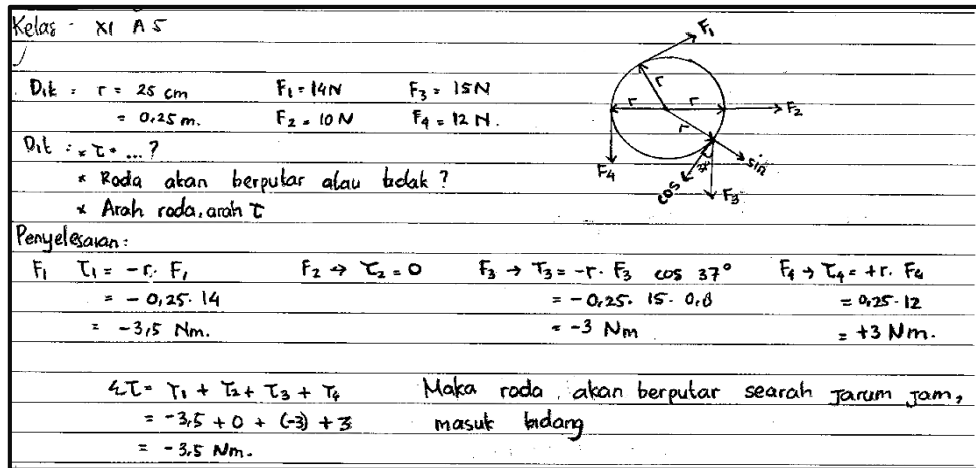
Peningkatan pada skor kemampuan pemecahan masalah siswa dalam menyelesaikan masalah momen gaya juga didukung oleh data kualitatif yang diperoleh saat *pretest* dan *posttest*. Hasil pengumpulan data kualitatif melalui kuesioner pada saat *pretest* menunjukkan bahwa banyak siswa yang tidak mengetahui cara memecahkan masalah momen gaya. Beberapa siswa yang mengetahui persamaan matematis momen gaya hanya mengoperasikan vektor lengan gaya dan vektor gaya ke dalam persamaan dengan mengalikannya secara skalar. Siswa tidak mengetahui bahwa momen gaya merupakan besaran vektor yang memiliki besar dan arah sehingga dalam mengoperasikannya harus dengan perkalian vektor secara *cross product* terhadap vektor lengan gaya dan gaya.

Berbeda dengan hasil pengumpulan data kualitatif saat *pretest*, hasil pengumpulan data kualitatif saat *posttest* melalui wawancara menunjukkan hasil yang lebih baik. Hasil menunjukkan bahwa sebagian besar siswa telah dapat menjelaskan bagaimana menggambarkan vektor lengan gaya. Siswa juga dapat menjelaskan bagaimana posisi vektor lengan gaya dan vektor gaya yang dapat menghasilkan vektor momen gaya serta posisi vektor lengan gaya dan vektor gaya yang tidak dapat menghasilkan vektor momen gaya. Siswa juga dapat menjelaskan cara menentukan arah vektor momen gaya dan arah rotasi benda diakibatkan oleh momen gaya dengan menggunakan kaidah tangan kanan.

Adapun soal pemecahan masalah momen gaya serta contoh hasil pemecahan masalah siswa dalam menyelesaikan masalah momen gaya ditunjukkan pada Gambar 3. Hasil pemecahan masalah siswa yang ditunjukkan pada Gambar 3b menunjukkan bahwa siswa secara sistematis mampu memecahkan masalah momen gaya pada Gambar 3a. Siswa memulai pemecahan masalah dengan membuat *useful description* untuk memecahkan masalah dengan menggambarkan vektor lengan gaya untuk setiap gaya yang bekerja pada roda. Dengan pemahaman konsep yang baik, siswa mampu menganalisis ada atau tidaknya momen gaya yang dihasilkan oleh setiap gaya terlihat dari jawaban siswa yang menyatakan bahwa momen gaya yang dihasilkan oleh vektor lengan gaya yang sejajar dengan vektor gaya sama dengan nol sedangkan momen gaya yang dihasilkan oleh vektor gaya yang tegak lurus terhadap vektor lengan gaya atau vektor gaya yang membentuk sudut tertentu terhadap vektor lengan gaya (bukan 0° dan 180°) tidak sama dengan nol. Siswa juga secara tepat menerapkan persamaan momen gaya untuk menentukan resultan momen gaya dan siswa juga mampu menginterpretasikan hasil momen gaya yang diperoleh baik besar vektor momen gaya, arah vektor momen gaya, dan arah gerak rotasi yang diakibatkan oleh momen gaya.



Gambar 3. Soal Pemecahan Masalah Momen Gaya



Gambar 4. Hasil Pemecahan Masalah Siswa

PEMBAHASAN

Setelah pemberian intervensi penelitian, sebagian besar siswa mampu menyelesaikan masalah momen gaya secara sistematis. Siswa mampu menerapkan pemahamannya dalam memecahkan masalah momen gaya seperti yang telah diberikan pada saat pembelajaran. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis masalah dapat membantu siswa untuk memecahkan masalah dengan cara yang relevan sesuai dengan masalah yang akan diselesaikan (Kumar & Rafaei, 2013). Pembelajaran berbasis masalah membantu siswa untuk menentukan strategi untuk memecahkan masalah (Lozano et al, 2015) mulai dari mengidentifikasi masalah hingga akhirnya menemukan solusi masalah melalui tahap pemecahan masalah yang sistematis (Yeung, 2010; Neo & Neo, 2005).

Hasil menunjukkan bahwa sebagian besar siswa membuat *useful description* secara baik dengan terlebih dahulu menggambarkan vektor lengan gaya untuk setiap posisi gaya. Hal ini perlu dilakukan untuk menganalisis ada tidaknya momen gaya yang dihasilkan oleh setiap gaya dengan melihat posisi antara vektor lengan gaya dan vektor gaya. Analisis awal yang dilakukan secara tepat akan mendukung proses pemecahan masalah yang akan dilakukan (Ganina & Ly Soord, 2011; Yerushalmi & Magen, 2006). Analisis awal secara menyeluruh ini akan menentukan bagaimana masalah akan dipecahkan sehingga dengan analisis awal yang dilakukan secara tepat maka siswa dapat menentukan cara yang tepat untuk menyelesaikan masalah (Murray & Byrne, 2013).

Sebagian besar siswa juga memiliki pemahaman konsep yang baik mengenai momen gaya. Hal ini dapat dilihat dari banyaknya siswa yang dapat menentukan posisi vektor lengan gaya dan vektor gaya yang dapat menghasilkan momen gaya serta posisi vektor lengan gaya dan vektor gaya yang tidak dapat menghasilkan momen gaya. Siswa juga secara tepat menerapkan persamaan momen gaya untuk menentukan resultan momen gaya, baik ketika melakukan perkalian *cross* antara vektor lengan gaya dan vektor gaya serta ketika menjumlah vektor momen gaya. Pemahaman konsep yang baik akan membantu siswa mengidentifikasi masalah secara baik, menentukan strategi pemecahan masalah secara tepat serta menerapkan prinsip-prinsip fisika secara sesuai untuk menyelesaikan masalah (Docktor et al, 2015; Garret, 1986; Mason & Singh, 2006).

Peningkatan kemampuan siswa dalam memecahkan masalah momen gaya juga didukung oleh kemampuan siswa dalam merepresentasikan dan mengoperasikan vektor. Siswa telah terampil dalam menggambarkan vektor lengan gaya untuk memulai pemecahan masalah dan siswa juga mampu mengoperasikan vektor lengan gaya dan vektor gaya melalui perkalian vektor secara *cross product* dan menjumlahkan vektor momen gaya untuk menemukan resultan momen gaya. Penguasaan konsep siswa terhadap konsep vektor sangat dibutuhkan dalam memecahkan berbagai masalah fisika karena vektor adalah bahasa matematika yang esensial dalam fisika (Knight, 1995). Penguasaan konsep siswa terhadap konsep vektor akan mendukung proses pemecahan berbagai masalah fisika secara baik (Nguyen & Meltzer, 2003; Shaffer & McDermott, 2005).

SIMPULAN

Pembelajaran berbasis masalah dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa dalam memecahkan masalah momen gaya. Siswa dapat memecahkan masalah dengan terlebih dahulu menggambarkan vektor momen gaya untuk menganalisis ada atau tidaknya momen gaya yang dihasilkan oleh setiap gaya dengan melihat posisi antara vektor gaya dan vektor lengan gaya. Sebagian besar siswa juga secara tepat menerapkan persamaan momen gaya untuk memecahkan masalah baik dalam melakukan perkalian *cross* terhadap vektor lengan gaya dan vektor gaya serta menjumlahkan vektor momen gaya untuk menemukan resultan momen gaya dan menghasilkan solusi masalah.

Untuk mengetahui seberapa efektif pembelajaran berbasis masalah dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa, maka peneliti lain dapat menerapkan pembelajaran berbasis masalah untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa pada topik fisika yang berbeda.

DAFTAR RUJUKAN

- Bozdogan, A.E., & Uzoglu, M. (2015). Science and Technology Teachers' Opinions About Problems Faced While Teaching 8th Grade Science Unit "Force and Motion" and Suggestions for Solutions. *Journal of Turkish Science Education*, 12(1), 57—70. DOI. 10.12973/tused.10133a.
- Duman, I., Demirci, N., & Sekercioglu, A. (2015). University Student's Difficulties and Misconceptions on Rolling, Rotational Motion and Torqu Concepts. *International Journal on New Trends in Educational and Their Implications*, 6(1), 46—54. Retrieved from <http://www.ijonte.org/FileUpload/ks63207/File/06a.duman.pdf>.
- Flores, S., Kanim, S. E., & Kautz, C.H. (2004). Student Use of Vectors in Introductory Mechanics. *American Journal of Physics*, 72(4), 460—468. <https://doi.org/10.1119/1.1648686>.
- Ganina, S., & Soord, Ly. (2011). Opportunities for Increasing Learning Efficiency Through Problem Solving. *Physics Education*, 46(4), 376—378. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/46/4/F04>.
- Garrett, R. M. (1986). Problem-solving in Science Education. *Studies in Science Education*, 13(1), 70—95. <https://doi.org/10.1080/03057268608559931>.
- Knight, R. D. (1995). The Vector Knowledge of Beginning Physics Students. *The Physics Teacher*, 33, 74—77. <https://doi.org/10.1119/1.2344143>.
- Kumar, R., & Refaei, B. (2013). Designing a Problem-Based Learning Intermediate Composition Course. *College Teaching*, 61(2), 67—73. <https://doi.org/10.1080/87567555.2012.741079>.
- Lozano, E., Gracia, J., Corcho, O., Noble, R., & Pérez, A. G. (2015). Problem-Based Learning Supported by Semantic Techniques. *Interactive Learning Environments*, 23(1), 37—54. <https://doi.org/10.1080/10494820.2012.745431>.
- Mason, A., & Singh, C. (2006). Using Categorization of Problems as an Instructional Tool to Help Introductory Students Learn Physics. *Physics Education*, 51(2), 1—5. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/51/2/025009>.
- Murray, M. A., & Byrne, R. M. J. 2013. Cognitive Change in Insight Problem Solving: Initial Model Errors and Counterexamples. *Journal of Cognitive Psychology*, 25(2), 210—219. <https://doi.org/10.1080/20445911.2012.743986>.
- Neo, M., & Neo, T. K. (2005). A Multimedia-Enhanced Problem-Based Learning Experience in the Malaysian Classroom. *Learning, Media, and Technology*, 30(1), 41—53. <https://doi.org/10.1080/13581650500075553>.
- Nguyen, N. L., & Meltzer, D. E. (2003). Initial Understanding of Vector Concept among Students in Introductory Physics Course. *American Journal of Physics*, 71(6), 630—638. <https://doi.org/10.1119/1.1571831>.
- Rosengrant, D., Van Heuvelen, A., & Etkina, E. (2009). Do students Use and Understand Free Body Diagrams?. *Physical Review Special Topics*, 5(010108), 1—13. DOI:<https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.5.010108>.
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2014). *Physics for Scientist and Engineers 9th Edition*. California: Thompson Brook/Cole.
- Shaffer, P. S., & McDermott, L. C. (2005). A Research-Based Approach to Improving Student Understanding of the Vector Nature of Kinematical Concepts. *American Journal of Physics*, 73(10), 921—931. <https://doi.org/10.1119/1.2000976>.
- Yerushalmi, E., & Magen, E. (2006). Same Old Problem, New Name? Alerting Students to the Nature of the Problem-Solving Process. *Physics Education*, 41(2), 161—167. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/41/2/007>.
- Yeung, E., Yeung, S.A., Chiu, T., Mok, N., & Lai, P. (2003). Problem Design in Problem-Based Learning: Evaluating Students' Learning and Self-Directed Learning Practice. *Innovations in Education and Teaching International*, 40 (3), 237—244. <https://doi.org/10.1080/1470329032000103762>.