

Analisis Pembelajaran Dinamika Rotasi dan Implikasinya Terhadap Pemahaman Konsep

Herlina Mulyastuti^{1*}, Sutopo², Ahmad Taufiq²

¹Pascasarjana Pendidikan Fisika Universitas Negeri Malang, Jalan Semarang No.5 Malang

²Jurusan Fisika Universitas Negeri Malang, Jalan Semarang No.5 Malang

*E-mail: herlinamulyastuti27@gmail.com

Abstrak: Penelitian literatur ini bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan pembelajaran dinamika rotasi. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kualitatif. Hasil studi literatur menunjukkan banyak penelitian pembelajaran yang telah dilakukan pada materi dinamika rotasi. Meskipun konsep materi telah disampaikan, tidak sedikit siswa yang tidak paham dan gagal dalam menerapkan konsep tersebut untuk menyelesaikan suatu permasalahan. Hal ini disebabkan karena ilmu yang dimiliki masih berupa potongan pengetahuan dan belum membentuk serangkaian ilmu yang utuh tentang konsep. Beberapa pembelajaran dinamika rotasi menggunakan konflik kognitif dan analogi. Pemilihan konflik kognitif dan analogi yang tidak tepat oleh pengajar dapat membuat siswa memberikan klaim yang salah pada konsep.

Kata kunci: dinamika rotasi, kesulitan belajar, permasalahan pembelajaran

Pada umumnya, pengetahuan dalam memori siswa berupa kepingan-kepingan kecil dari suatu informasi. Pengetahuan-pengetahuan tersebut merupakan cikal bakal terbentuknya suatu konsep. Kebermaknaan suatu konsep akan terbentuk hanya jika suatu konsep memiliki relasi dengan konsep lain (Ibrahim, 2012). Berdasarkan hal tersebut, sangatlah masuk akal apabila pembelajaran fisika yang diberikan pada siswa merupakan pembelajaran yang bertujuan untuk membantu siswa memahami konsep, mengkompilasi, dan menyempurnakan potongan konsep yang dimiliki siswa sehingga terangkai sebagai suatu konsep yang utuh. Keutuhan konsep ini nantinya akan digunakan siswa untuk menjelaskan fenomena fisika yang ada dalam kehidupan sehari-hari.

Dinamika rotasi merupakan materi yang tergolong kompleks. Hal ini dikarenakan materi tersebut tidak hanya mengkaji konsep gerak secara translasi tetapi juga secara rotasi (Lopez, 2003; Phommarach, 2012). Beberapa penelitian telah banyak dilakukan terkait strategi pembelajaran dinamika rotasi sebagai upaya untuk meningkatkan pemahaman konsep (Ambrosis *et al.*, 2015; Carvalho & Sousa, 2005; Close *et al.*, 2013; Pranata, 2017; Mulyastuti, 2016; Ortiz *et al.*, 2005; Sarkity, 2017). Namun meskipun telah banyak jenis dan upaya yang dilakukan, pembelajaran tersebut masih menimbulkan kesulitan belajar. Tidak selamanya kesulitan belajar hanya ditimbulkan oleh siswa. Terkadang kesulitan juga dialami oleh pengajar dalam menyampaikan konsep fisika. Salah satu kesulitan belajar yang timbul dapat diakibatkan karena siswa belum memahami materi sebelumnya yang berkaitan dengan materi yang akan disampaikan. Artikel ini dimaksudkan untuk membahas pembelajaran-pembelajaran dinamika rotasi yang telah dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa. Setiap penelitian pembelajaran akan dibahas bagaimana pembelajaran dinamika rotasi dilakukan, kekurangan, kelebihan, tantangan yang muncul selama pembelajaran berlangsung, dan solusi yang ditawarkan oleh penelitian tersebut.

BAHASAN UTAMA

Pembelajaran Dinamika Rotasi dan Permasalahannya

Penelitian terkait strategi pembelajaran terus dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa. Namun beberapa upaya yang dilakukan masih menimbulkan kesulitan belajar. Berikut adalah beberapa strategi pembelajaran yang telah dilakukan:

Ambrosis, A. D., Massimiliano Malgieri, Paolo Mascheretti, dan Pasquale Onorato (2015)

Pada penelitian yang dilakukan oleh Ambrosis *et al.* (2015), dapat diketahui tujuan pembelajarannya yaitu untuk membantu peserta didik mengkonstruksi pengetahuan mereka tentang fenomena gerak menggelinding dengan menekankan peran gaya gesek dalam gerakannya. Pembelajaran dilakukan dengan memberikan demonstrasi sederhana untuk memunculkan masalah dan memotivasi siswa dalam mengeksplorasi topik yang akan dibelajarkan. Selanjutnya dilakukan percobaan sederhana dan analisis video untuk mengamati hubungan konsep yang sangat kompleks antara gaya gesek dan gerak menggelinding. Selain itu juga digunakan simulasi interaktif sederhana menggunakan *2D freeware Algodoo* yang dapat dimodifikasi oleh siswa sehingga dapat menghadirkan situasi atau konteks yang berbeda namun tetap mengarah pada konsep gaya gesek dan gerak menggelinding.

Pada penelitian ini, pembelajaran yang dirancang didasari pada studi atau temuan-temuan penelitian terdahulu tentang kesulitan siswa dan kuisisioner awal yang telah diberikan kepada siswa. Hasil studi dan kuisisioner menunjukkan bahwa pada pembelajaran gerak menggelinding, siswa sering mengabaikan adanya gaya gesek. Melalui hasil tersebut, pembelajaran pada penelitian ini dilakukan dengan menampilkan demonstrasi untuk menunjukkan adanya gaya gesek dan eksperimen sederhana untuk menentukan koefisien gesek statis benda.

Carvalho, P. S dan Sousa, A. S (2005)

Pembelajaran dinamika rotasi pada penelitian yang dilakukan oleh Carvalho & Sousa (2005) adalah dengan pemodelan fenomena. Fenomena tersebut nantinya akan dideskripsikan dan dianalisis oleh siswa. Analisis dilakukan melalui kegiatan diskusi antara guru dan siswa agar siswa tidak salah konsep dan memiliki pemahaman konseptual yang baik. Pemahaman konseptual yang baik juga akan membentuk penggunaan prosedur matematis yang baik pada siswa. Berikut adalah beberapa permasalahan dan solusi yang ditawarkan pada penelitian ini.

- a. Saat pembelajaran, beberapa siswa memiliki pemahaman bahwa gaya gesek selalu menentang arah gerak. Beberapa siswa hanya memperhatikan gerak translasi benda tanpa memperhatikan faktor gerak rotasi sehingga muncul pemahaman tersebut. Pemahaman ini diluruskan dalam pembelajaran dengan menghadirkan fenomena harian (misalnya: seseorang yang sedang berdiri di dalam bus yang bergerak). Fenomena ini juga dijelaskan dengan menggunakan analisis *free body diagram* dan diskusi konseptual. Melalui kegiatan ini, siswa sadar bahwa terkadang arah gaya gesek sama dengan arah gerakannya.
- b. Siswa menyederhanakan masalah benda tegar dengan penalaran yang sama dengan partikel. Hal ini membuat siswa tidak mempertimbangkan faktor rotasi yang ada.

Permasalahan ini terkadang juga dialami oleh pengajar. Pemahaman ini diluruskan dengan menggunakan analisis torka pada fenomena gerak menggelinding di atas bidang miring. Analisis yang dilakukan juga dilengkapi dengan analisis *free body diagram*. Selain itu juga dilakukan eksperimen sederhana, deskripsi fisis dan matematis tentang gerak dan diskusi konseptual yang mendukung.

Secara umum pada pembelajaran ini menyarankan bahwa:

- a. Sebelum memasuki pembahasan gerak menggelinding sebaiknya terlebih dahulu mengenalkan konsep dasar tentang kecepatan sudut, percepatan sudut, momen inersia, dan torka. Konsep-konsep tersebut dapat dideskripsikan secara fisis dan matematis.
- b. Menghadirkan tidak hanya satu konteks permasalahan dalam satu konsep sehingga siswa dapat menerapkan konsep tersebut meski konteks telah diganti.
- c. Melakukan analisis menggunakan *free body diagram* pada kasus benda tegar.

Ortiz, L.G, Paula R. L. Heron, dan Peter S. Shaffer (2005)

Pembelajaran yang dirancang pada penelitian yang dilakukan oleh Ortiz *et al.* (2005) adalah pembelajaran berbasis pemodelan fenomena, menyelesaikan latihan soal, dan melakukan eksperimen sederhana tentang materi kesetimbangan. Pembelajaran dengan menggunakan pemodelan fenomena ini memiliki tantangan yaitu membantu siswa untuk memahami fenomena spesifik dengan menggunakan prinsip-prinsip dasar fisika. Melalui pemodelan fenomena dan eksperimen sederhana, siswa akan mengungkapkan gagasannya secara eksplisit. Namun diperoleh hasil bahwa gagasan siswa tidak selalu diungkapkan secara konsisten untuk menjelaskan fenomena yang diberikan. Siswa menanggapi fenomena fisika kualitatif berdasarkan gagasan abstrak dari fenomena umum dan yang seringkali terlihat jelas selama pengamatan siswa sebelumnya tentang fenomena tersebut. Hal ini mengindikasikan bahwa respon, jawaban, pola nalar, dan penjelasan siswa akan disampaikan berdasarkan konteks yang ada sehingga perbedaan konteks akan mempengaruhi penjelasan yang diberikan oleh siswa (diSessa *et al.*, 2004; Dufresne *et al.*, 2002; Steinberg & Sabella, 1997).

Pada penelitian ini didapatkan hasil bahwa kebanyakan siswa dapat menganalisis situasi fisik kesetimbangan yang sederhana dan hanya sedikit yang bisa meneruskan analisis ke sistem kesetimbangan yang lebih rumit. Pada sistem kesetimbangan, banyak siswa mengabaikan torka dan menganggap bahwa hanya gaya netto yang dipertimbangkan dalam kesetimbangan, bukan lokasi dimana gaya tersebut diaplikasikan. Sedangkan temuan pada pembelajarannya yaitu:

- a. Saat pembelajaran, perlu adanya perhatian secara eksplisit yang harus diberikan untuk membedakan antara gaya dengan torka,
- b. Perlu adanya peningkatan penekanan pada definisi operasional konsep meskipun konsep terlihat sederhana,
- c. Perlu adanya perhatian yang diberikan untuk membantu siswa menjelaskan orientasi sudut dan hubungannya dengan konsep hukum II Newton tentang rotasi,
- d. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kegiatan langsung yang dilakukan dalam kelompok kecil tidak menghasilkan pemahaman konsep yang utuh sehingga pengetahuan siswa masih berupa potongan-potongan konsep. Maka dari itu, tantangan bagi pengajar adalah membimbing siswa menyusun konsep dan menjadikan konsep-konsep agar berkaitan sehingga dapat terbentuk suatu konsep yang utuh dan bermakna,

- e. Melalui pembelajaran, siswa harus diberikan kesempatan untuk memperkuat dan memperbaiki gagasan yang berkembang melalui situasi atau konteks yang baru.

Mulyastuti, H. (2016)

Pembelajaran dinamika rotasi dilakukan dengan menggunakan model pembelajaran ECIRR yang dikembangkan oleh Wenning (2008). ECIRR merupakan singkatan dari sintaks pembelajaran tersebut yaitu *Elicit-Confront-Identify-Resolve-Reinforce*. Model pembelajaran ini mengakomodasi pengetahuan awal dengan strategi konflik kognitif untuk perubahan konseptual (Wenning, 2008). Perubahan konseptual ditujukan untuk memperbaiki pengetahuan awal siswa yang masih berupa konsepsi alternatif menjadi konsep ilmiah sehingga dapat diperoleh pemahaman konsep yang mendalam (Mulyastuti dkk., 2016). Konflik kognitif dihadirkan pada siswa dengan menggunakan fenomena baik dengan menggunakan demonstrasi sederhana maupun menggunakan video audiovisual tentang materi dinamika rotasi yang akan diajarkan.

Penelitian ini dianalisis menggunakan teori miskonsepsi, yaitu menganggap bahwa konsep awal yang dimiliki oleh siswa adalah salah dan harus diubah menjadi konsep ilmiah. Penggunaan strategi konflik kognitif dirasa ampuh dalam mengarahkan siswa pada perubahan konsep awal (Ibrahim, 2012; Suparno, 2013). Namun pada kenyataannya, tidak mudah untuk memberikan stimulus pada siswa saat menghadirkan konflik kognitif melalui suatu fenomena. Pengajar harus benar-benar mengajak siswa untuk menganalisis fenomena yang ada sehingga siswa dapat merasakan konflik kognitif pada dirinya. Selain itu, pengajar harus memilih fenomena yang cocok dengan konsep agar konflik kognitif yang dihadirkan dapat dimengerti dan nantinya dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa.

Pada penelitian ini, diberikan hasil bahwa terdapat beberapa sub materi yang tidak tepat sasaran sehingga beberapa siswa menjadi salah konsep yaitu pada konsep gerak rotasi benda tegar dan energi gerak rotasi. Hal ini disebabkan karena pada saat pembelajaran, konsep-konsep tersebut tidak dihadirkan dan dibahas secara utuh serta tidak mendapatkan penekanan dan respon konflik kognitif yang tepat sasaran pada siswa.

Sarkity, D. (2017)

Pembelajaran dinamika rotasi yang dirancang pada penelitian yang dilakukan oleh Sarkity (2017) adalah pembelajaran berbasis masalah dengan menggunakan analogi. Pembelajaran diawali dengan menampilkan sebuah fenomena yang berkaitan dengan sub materi dinamika rotasi yang akan diajarkan. Fenomena tersebut selanjutnya dianalisis dengan menggunakan analogi dengan konsep gerak translasi. Konsep gerak translasi dipilih karena konsep tersebut sebelumnya telah dipelajari oleh siswa. Menjadikan konsep yang telah dipelajari sebagai analogi untuk mempelajari konsep baru akan membuat siswa memahami konsep baru secara lebih mudah (Duit *et al.*, 2001).

Tantangan bagi pembelajaran ini adalah pengajar harus memilih analogi yang tepat. Pemilihan analogi yang salah dapat membuat siswa menjadi miskonsepsi (Hutchison & Padgett, 2007). Permasalahan yang muncul saat pembelajaran yaitu siswa tidak melakukan analisis kondisi masalah secara menyeluruh melainkan siswa hanya mengandalkan variabel-variabel yang ada pada permasalahan yang diberikan dengan mengandalkan manipulasi matematis, misalnya hanya memasukkan besaran-besaran yang diketahui pada persamaan

yang ada. Selain itu banyak siswa yang tidak bisa menggambarkan *free body diagram* pada sub materi kesetimbangan.

SIMPULAN

Secara umum, pembelajaran dinamika rotasi yang dilakukan diawali dengan menampilkan fenomena yang selanjutnya dianalisis oleh siswa hingga akhirnya diperoleh argumen siswa tentang fenomena tersebut. Argumen yang disampaikan dapat berupa potongan-potongan konsep atau pengetahuan yang belum terangkai menjadi satu konsep yang utuh. Hal ini bersesuaian dengan *teori resource* yang memiliki anggapan bahwa pengetahuan siswa berupa potongan-potongan yang harus dirangkai menjadi suatu konsep yang utuh. Ketidak utuhan konsep yang digunakan dalam menjelaskan suatu fenomena dapat menyebabkan siswa menjadi salah konsep dan sulit memahami konsep dinamika rotasi. Oleh karena itu, perlu adanya pembelajaran yang dapat membantu siswa merangkai, mengkompilasi, serta menyempurnakan potongan pengetahuannya agar tidak salah konsep sehingga dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa.

DAFTAR RUJUKAN

- Ambrosis, D. A., Malgieri, M, Mascheretti, P., & Onorato, P. (2015). "Investigating the Role Sliding Friction in Rolling Motion: A Teaching Sequence based on Experiments and Simulation". *European Journal of Physics*, 36(2015): 1-21
- Carvalho & Sousa, 2005
- Carvalho, P.S & e Sousa, A.S. (2005). "Rotational In Secondary School: Teaching The Effect of Frictional Force". *Physics Education*, 40 (3): 257 - 265
- Close, Hunter G., Luasna S. Gomez, & Paula R.L. Heron. (2013). "Student Understanding of The Application of Newton's Second Law to Rotating Rigid Bodies". *American Journal of Physics*. 81, 458 (2013): 458-470
- Pranata, Ogi Danika. (2017). *Analisis Penguasaan Konsep dan Kemampuan Berfikir Kritis Siswa Melalui Pembelajaran Interactive Demonstration dengan Bantuan Free Body Diagram pada Materi Dinamika Rotasi di SMAN 2 Sungai Penuh Jambi*. Tesis tidak diterbitkan. Malang: Pascasarjana Universitas Negeri Malang.
- diSessa, A.A., Nicole M. G., & Jennifer B. E. (2004). "Coherence Versus Fragmentation In The Development of The Concept of Force". *Cognitive Science* 28 (2004) 843–900
- Dufresne, R.J., Willian J.L, & Willian J.G. (2002). "Marking Sense of Students' Answers to Multiple-Choice Questions". *The Physics Teacher* 40, 174-180
- Duit R., W.M. Roth, M. Komorek, & J. Wilbers. (2001). "Fostering Conceptual Change by Analogies Between Scylla and Charybdis". *Learning and Instruction*, 11 (4-5): 283-303
- Hutchison, C. B. & Padgett, B.L. (2007). "Conceptual Understanding of Causal Reasoning in Physics". *International Journal of Science Education*, 28(13): 1601-1621.
- Ibrahim, Muslimin. (2012). *Seri Pembelajaran Inovatif Konsep, Miskonsepsi, dan Cara Pembelajarannya*. Surabaya : Unesa University Press.
- Lopez, M. (2003). Angular and Linear Acceleration In a Rigid Rolling Body: Students' Misconception. *European Journal of Physics*, 24 (2003): 553-362
- Mulyastuti, Herlina. (2016). *Model Pembelajaran ECIRR Berbantuan Media Audiovisual untuk Mereduksi Miskonsepsi Siswa Pada Materi Dinamika Rotasi di SMAN 2 Bangkalan*. Skripsi tidak diterbitkan. Surabaya: FMIPA Universitas Negeri Surabaya

- Mulyastuti, Herlina, Woro Setyarsih, Mukhayyarotin N.R.J. (2016). "Profil Reduksi Miskonsepsi Siswa Materi Dinamika Rotasi Sebagai Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran ECIRR Berbantuan Media Audiovisual". *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika (JIPF) Universitas Negeri Surabaya*. ISSN: 2302-4496, Vol. 05, No. 02, hal 82-84.
- Ortiz, L.G., Heron, P.R.L., & Shaffer, P.S. (2005). "Students Understanding of Static Equilibrium: Predicting and Accounting for Balancing". *American Journal of Physics*. 73 (2005): 545-553
- Phommarach, S., P. Wattanakasiwich, & I. Johnston. (2012). Video Analysis of Rolling Cylinders. *Physics Education*, 47 (2): 189-196
- Sarkity, Dios. (2017). *Kemampuan Pemecahan Masalah Melalui Analaogi Kesetimbangan dan Dinamika Rotasi dalam Pembelajaran Berbasis Masalah pada Siswa SMAN 1 Pekanbaru*. Tesis tidak diterbitkan. Malang: Pascasarjana Universitas Negeri Malang
- Steinberg, Richard N. & Sabella, Mel S. (1997). "Performance on Multiple Choice Diagnostic and Complementary Exam Problem". *American Association of Physics Teachers*. The Physics Teacher Vol. 35, 150 (1997)
- Suparno, Paul. (2013). *Miskonsepsi dan Perubahan Konsep Pendidikan Fisika*. Jakarta: PT. Grasindo.
- Wenning, C.J. (2008). "Dealing More Effectively With Alternative Conceptions In Science". *Journal of Physics Teacher Education*. Online. 5, (1), 11-19