

PENYELESAIAN MASALAH KONSEP ENERGI PADA GERAK HARMONIK

Eko Sujarwanto
Universitas KH. A. Wahab Hasbullah
sujarwanto_eko@yahoo.com

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the problem-solving ability in the energy concept of harmonic oscillation. Students were given recognition problem task to determine the recognition ability of physics problem and requested to solve problems based on the problem-solving stage. Interviews were conducted to follow up on students' problem recognition and problem solving. The results showed students' construction of physics concepts have not formed properly, students is able to distinguish between simple harmonic motion and damped harmonic motion, and students have difficulty in applying energy-theorem and energy-conservation laws in harmonic oscillation problem. Learning that involves asking the students give a conceptual explanation to the opinions and answer orally or in writing, giving the problem to be grouped based on the concept might can be done to help students establish physic concepts well and solve physics problems. For further research, it should be done involving more students.

KEYWORDS: philosophical, concepts Biology education

Fenomena gerak harmonik bisa ditemukan di kehidupan sehari-hari. Hal ini karena alat dan kegiatan manusia sehari-hari ada yang memanfaatkan gerak harmonik. Contoh gerak harmonik di kehidupan sehari-hari diantaranya gerak harmonik pada *shockbreaker* sepeda motor dan mobil, gerak harmonik pada ayunan, gerak harmonik pada rangkaian sirkuit listrik, gerak harmonik saat bermain *trampoline*. Alat dan kegiatan tersebut memungkinkan melibatkan gaya dan energi.

Gerak harmonik terdapat dua konsep dalam fisika yaitu Hukum II Newton dan Hukum Kekekalan Energi. Gerak harmonik melibatkan gaya dan energi (Arya,). Gaya dalam gerak harmonik diantaranya adalah gaya pemulih sedangkan energi diantaranya adalah energi kinetik dan energi potensial. Gaya pemulih berdasarkan

hukum Hooke serta energi ditinjau dari Hukum Kekekalan Energi Mekanik.

Gerak harmonik perlu dipahami oleh mahasiswa. Salah satu alasannya adalah gerak harmonik dapat diaplikasikan pada alat yang dimanfaatkan untuk membantu manusia. Misalnya, gerak harmonik teredam di *shockbreaker* sepeda motor, gerak harmonik teredam di galvanometer, dan gerak harmonik dipaksakan di sirkuit listrik. Alasan selanjutnya adalah gerak harmonik melibatkan energi. Energi dalam fenomena apapun perlu dipahami karena energi adalah salah satu konsep dasar Fisika dan juga pada bidang lain (Brewer, 2011).

Energi dalam gerak harmonik dapat ditinjau dari segi hukum kekekalan energi mekanik. Hal ini menjadikan gerak harmonik sebagai salah satu sarana penerapan hukum kekekalan energi

mekanik (Atam, 1998). Mahasiswa diharapkan memahami hukum kekekalan energi mekanik setelah diterapkan di gerak harmonik. Keberlakuan kekekalan energi mekanik dipengaruhi oleh kehadiran gaya luar yang mempengaruhi sistem.

Gerak harmonik dibagi menjadi 3 berdasarkan kehadiran gaya luar yang mempengaruhi sistem (Atam, 1998). Jika tidak ada gaya gesek maka sistem akan mengalami gerak harmonik sederhana. Jika terdapat gaya gesek maka akan mengalami gerak harmonik teredam. Jika terdapat gaya gesek dan terdapat gaya yang mempertahankan gerak harmonik maka benda mengalami gerak harmonik dipaksakan. Kehadiran gaya luar tersebut berpengaruh pada karakteristik masing-masing jenis gerak harmonik.

Gaya hambat pada gerak harmonik misalnya disebabkan oleh gaya gesek kinetis dan gaya hambat udara. Gaya gesek kinetis melibatkan gesekan 2 permukaan yang bersentuhan. Gaya hambat udara merupakan gaya yang bergantung pada kecepatan. Jika salah satu gaya tersebut bekerja pada sistem gerak harmonik, maka analisis persamaan gerak harmonik akan menghasilkan persamaan gerak yang berbeda .

Mahasiswa diperluas pemahaman tentang gerak harmonik dengan mengenalkan gaya luar yang berpengaruh pada gerak harmonik. Mahasiswa, sebelum mendapat matakuliah fisika dasar dan mekanika, mengenal gerak harmonik sebatas gerak harmonik sederhana (Kemendiknas, 2006). Hal ini tercermin dari kurikulum tingkat SMA.

Perluasan pemahaman tentang gaya yang mempengaruhi gerak harmonik akan memperkaya penggunaan konsep fisika mahasiswa dalam penyelesaian masalah.

Beberapa penelitian telah menunjukkan perbedaan kemampuan penyelesaian masalah fisika mahasiswa dan karakternya masing-masing. Perbedaan antara mahasiswa yang memiliki kemampuan rendah dan tinggi dalam penyelesaian masalah fisika adalah pengorganisasian serta penggunaan pengetahuan oleh mahasiswa, dan cara mahasiswa mengkaitkan satu konsep dengan konsep yang lain ketika memecahkan masalah (Chi dkk., 1981; Walsh dkk, 2007; Malone, 2008; Mason & Singh, 2011). Mahasiswa yang memiliki kemampuan tinggi dalam penyelesaian masalah fisika mengenali masalah berdasarkan konsep yang mendasari masalah (*deep feature*) dan mengevaluasi solusi (Chi dkk., 1981; Mason & Singh, 2011). Mahasiswa yang memiliki kemampuan rendah dalam penyelesaian masalah fisika memecahkan masalah berdasarkan cara penyajian masalah (*surface feature*) dan secara langsung menggunakan rumus-rumus fisika tanpa disertai evaluasi terhadap solusi (Chi dkk., 1981; Ogilvie, 2009; Rosengrant dkk, 2009).

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, artikel ini bertujuan 1) mengetahui pemahaman mahasiswa tentang gerak harmonik sederhana, 2) mengetahui pemahaman mahasiswa tentang gerak harmonik teredam, dan 3) mengetahui kemampuan penyelesaian masalah

fisika mahasiswa pada masalah penerapan konsep energi pada gerak harmonik.

METODE

Penelitian ini dilakukan pada mahasiswa fisika semester 3. Mahasiswa tersebut sedang menempuh matakuliah mekanika. Mahasiswa pada semester sebelumnya telah menempuh matakuliah fisika dasar 1 dan fisika dasar 2. Mahasiswa terdiri dari 2 orang mahasiswa laki-laki dan 2 mahasiswa perempuan. Mahasiswa diberikan soal pengenalan masalah untuk mengetahui kemampuan pengenalan masalah fisika berdasarkan konsep fisika. Selanjutnya, mahasiswa diberikan permasalahan fisika dan diminta untuk menyelesaikan permasalahan berdasarkan tahap-tahap seperti pada tabel 1. Wawancara dilakukan untuk menindaklanjuti hasil pengenalan masalah dan penyelesaian masalah yang dilakukan oleh mahasiswa. Soal pengenalan masalah memuat konsep teorema usaha energi, kekekalan energi mekanik, hukum II Newton, pengenalan terhadap macam gerak harmonik. Soal penyelesaian masalah fisika berupa aplikasi kekekalan energi mekanik dan teorema usaha energi pada gerak harmonik.

HASIL dan PEMBAHASAN

Soal pengenalan masalah terdiri dari 6 soal. Mahasiswa diminta untuk mengenali masalah yang disajikan berdasarkan konsep fisika yang mendasari masalah. Berdasarkan hasil analisis

pada jawaban mahasiswa, kategorisasi jawaban mahasiswa dapat dikelompokkan seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Kategorisasi Pengelompokan Masalah Oleh Mahasiswa

Kategorisasi	Deskripsi
Konsep dasar	Pengelompokan masalah berdasarkan konsep dasar fisika
Variabel yang diketahui	Pengelompokan masalah berdasarkan variabel-variabel yang diketahui
Variabel yang ditanyakan	Pengelompokan masalah berdasarkan variabel yang ditanyakan
Sajian soal	Pengelompokan masalah berdasarkan representasi soal

Kategorisasi jawaban mahasiswa didapatkan berdasarkan alasan yang dituliskan pada lembar soal serta diperkuat melalui wawancara. Gejala kategorisasi pengelompokan seperti pada tabel 2 juga nampak pada penelitian Chi dkk. (1981), Mason & Singh (2011), dan De Cock (2012). Berdasarkan kategorisasi jawaban mahasiswa, dapat ditunjukkan hasil pengenalan masalah seperti pada tabel 3.

Tabel 3. Persentase Kategorisasi Pengelompokan Masalah Oleh Mahasiswa

Kategorisasi	Persentase
Konsep dasar	4 %
Variabel yang diketahui	40 %
Variabel yang ditanyakan	8 %
Sajian soal	48 %

Hasil analisis terhadap pengenalan gerak harmonik menunjukkan mahasiswa dapat mengenali macam gerak harmonik dan gaya-gaya yang terlibat dalam persamaan geraknya. Mahasiswa dapat membedakan gerak harmonik mana yang dipengaruhi oleh gaya hambat konstan

(gaya gesek) dan mana yang dipengaruhi oleh gaya hambat bergantung kecepatan. Hasil analisis mahasiswa mengenai persamaan gerak harmonik ditunjukkan Gambar 1.

Hasil analisis terhadap proses penyelesaian masalah oleh mahasiswa menunjukkan bahwa mahasiswa mengalami kesulitan dalam menyelesaikan masalah melalui tahapan seperti pada tabel 1. Mahasiswa cenderung menitikberatkan pada tahap penghitungan. Mahasiswa kesulitan dalam mengenali masalah, membuat diagram bebas, dan melakukan evaluasi terhadap jawaban mereka.

Berdasarkan hasil analisis data menunjukkan bahwa mahasiswa kesulitan dalam mengenali masalah fisika berdasarkan konsep dasar fisika. Mahasiswa pengelompokkan masalah berdasarkan besaran yang diketahui. Mahasiswa menuliskan bahwa suatu masalah termasuk pada kategori tertentu karena besaran-besaran yang diketahui pada masalah. Berdasarkan hasil wawancara, mahasiswa mengatakan, misalnya, suatu masalah termasuk dalam energi kinetik karena terdapat besaran energi kinetik.

Pengelompokkan masalah berdasarkan besaran yang diketahui mengakibatkan siswa kesulitan membedakan masalah fisika yang menggunakan teorema usaha energi dengan masalah fisika yang menggunakan kekekalan energi mekanik. Mason & Singh (2011) menyebutkan bahwa seseorang yang memiliki kemampuan tinggi dalam penyelesaian masalah

mampu mengenali konsep dasar fisika dalam suatu masalah meski tidak secara eksplisit disebutkan besaran yang merujuk pada konsep dasar tertentu. Misalnya, mahasiswa mampu mengenali konsep dasar suatu masalah adalah usaha walau dalam masalah tidak disebutkan "usaha oleh gaya".

Mahasiswa juga mengelompokkan masalah fisika berdasarkan apa yang ditanyakan. Mahasiswa memandang bahwa apa yang ditanyakan dalam masalah adalah alasan suatu masalah dikelompokkan dalam kategori tertentu. Misalnya, saat masalah menanyakan energi kinetik maka mahasiswa mengelompokkan ke dalam permasalahan energi kinetik. Mason & Singh (2011) juga memperoleh hasil bahwa mahasiswa yang memiliki kemampuan kurang dalam penyelesaian masalah mudah untuk mengelompokkan masalah ke dalam kategori "usaha" jika soal menanyakan tentang "usaha". Jika soal berdasarkan konsep "usaha" tapi yang ditanyakan tentang yang lain, misalnya "kelajuan", maka mahasiswa mengalami kesulitan untuk mengenali konsep dasar masalah.

Hasil analisis tersebut menunjukkan konstruk konsep fisika mahasiswa belum terbentuk dengan baik. Chi dkk. (1981) dan Malone (2008) menyebutkan bahwa ciri-ciri mahasiswa yang memiliki kemampuan penyelesaian masalah tinggi adalah konstruk pengetahuan yang lebih hirarkis yaitu prinsip fisika yang fundamental berada pada puncak tingkatan diikuti subpengetahuan lain dan detail lain. Konstruk pengetahuan yang lebih hirarkis membantu dalam mengenali masalah fisika.

Mahasiswa harus mampu mengenali masalah sesuai dengan konsep fisika agar mampu menentukan proses selanjutnya dalam memecahkan masalah fisika. Shih & Singh (2013) menyebutkan bahwa salah satu komponen penting dalam penyelesaian masalah fisika adalah mengidentifikasi prinsip fisika yang relevan yang terkandung dalam permasalahan.

Mahasiswa mampu membedakan gerak harmonik teredam dan gerak harmonik sederhana. Hal ini ditunjukkan saat mahasiswa mampu menuliskan persamaan gerak dari masing-masing jenis gerak harmonik tersebut. Saat gerak harmonik sederhana ditambahkan pengaruh gaya gesek, mahasiswa juga mampu menuliskan persamaan geraknya. Hal tersebut juga menunjukkan bahwa mahasiswa mampu membedakan gerak harmonik mana yang dipengaruhi oleh gaya hambat konstan (gaya gesek) dan mana yang dipengaruhi oleh gaya hambat bergantung kecepatan. Lebih jauh lagi, hal tersebut mahasiswa dapat mengenali dan menganalisis gaya-gaya yang bekerja pada sistem yang ditinjau.

Mahasiswa kesulitan dalam hal mengaplikasikan teorema usaha-energi dan hukum kekekalan energi dalam permasalahan gerak harmonik. Hal ini terlihat pada jawaban mahasiswa saat menyelesaikan soal penyelesaian masalah. Keadaan tersebut bisa terjadi karena mahasiswa seperti terkungkung hanya dalam konsep Hukum II Newton dan hanya melihat variabel yang diketahui dalam masalah. Alasan lain adalah mahasiswa

belum mampu menganalisis perubahan-perubahan energi yang terjadi dalam sistem. Masalah yang melibatkan gaya tidak selalu bisa diselesaikan menggunakan Hukum II Newton namun juga dengan menggunakan pendekatan teorema usaha-energi dan hukum kekekalan energi mekanik (Young & Freedman, 2012). Keterkaitan antar variabel yang diketahui, variabel yang ditanyakan, dan keadaan fisis awal serta akhir sistem menentukan konsep fisika apa yang digunakan dalam menyelesaikan masalah.

Selain kesulitan dalam mengenali masalah, mahasiswa kesulitan dalam membuat diagram benda bebas untuk sistem yang melibatkan perubahan bentuk energi dan saat melakukan evaluasi. Hal ini karena dalam perkuliahan belum disediakan secara khusus waktu untuk berlatih membuat diagram bebas serta perlu adanya strategi dalam berlatih membuat diagram benda bebas. Salah satu strategi dalam membuat diagram benda bebas adalah dengan menggunakan *Interaction Diagram* (Savinainen dkk., 2013). Kemampuan mengevaluasi mahasiswa dapat ditingkatkan dengan melakukan kegiatan evaluasi materi pembelajaran yang telah dipelajari di tiap akhir perkuliahan. Hal ini penting untuk melatih kemampuan metakognitif mahasiswa.

KESIMPULAN dan SARAN

Hasil penelitian ini menunjukkan beberapa hal. Pertama, konstruk konsep fisika mahasiswa belum terbentuk dengan baik. Mahasiswa

kesulitan dalam mengenali masalah fisika berdasarkan konsep fisika dan lebih sering melakukan perhitungan secara langsung saat menyelesaikan masalah. Kedua, mahasiswa mampu membedakan gerak harmonik sederhana dan gerak harmonik teredam serta mampu membedakan gaya hambat konstan dan gaya hambat yang bergantung pada kecepatan. Ketiga, mahasiswa kesulitan dalam mengaplikasikan teorema usaha-energi dan hukum kekekalan energi dalam permasalahan gerak harmonik. Hal ini karena mahasiswa hanya fokus pada variabel yang diketahui pada masalah bukan pada keadaan fisis sistem. Keempat, kemampuan mahasiswa dalam membuat diagram benda bebas dan mengevaluasi dalam rangkaian penyelesaian masalah belum terbentuk dengan baik.

Proses pembelajaran yang dapat meningkatkan kemampuan penyelesaian masalah fisika mahasiswa perlu diberlakukan. Pembelajaran yang melibatkan kegiatan meminta mahasiswa memberikan penjelasan konseptual terhadap pendapat dan jawaban secara lisan atau tulis, pemberian masalah untuk dikelompokkan berdasarkan konsep bisa dilakukan untuk membantu mahasiswa. Penyediaan waktu khusus dan juga alat bantu membuat diagram benda bebas, misalnya *Interaction Diagram*, juga bisa diterapkan untuk membantu mahasiswa dalam melakukan evaluasi dan membuat diagram benda bebas.

Penelitian ini dilakukan pada mahasiswa fisika semester 3. Salah satu metode yang

digunakan dalam penelitian ini adalah wawancara. Wawancara memungkinkan memperoleh informasi tentang kemampuan penyelesaian masalah secara lebih mendalam. Metode wawancara bisa dilakukan dengan melihat bahwa ada 4 mahasiswa. Berdasarkan fakta tersebut, keterbatasan penelitian ini adalah generalisasi hasil penelitian. Untuk penelitian lebih lanjut, perlu dilakukan penelitian yang melibatkan lebih banyak mahasiswa.

DAFTAR RUJUKAN

- Arya, Atam P. 1998. *Introduction To Classical Mechanics: 2nd Edition*. San Fransisco: Pearson Education.
- Chi, M. T. H., & Glaser, R. 1985. Problem-solving ability. Dalam R. J. Sternberg (Ed.), *Human abilities: An information-processing approach* (hlm. 227–250). New York: Freeman.
- Chi, M.T.H., Feltovich, P. J., & Glaser, R. 1981. Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive Science*, (Online), 5:121-152, (<http://chilab.asu.edu/papers/ClassicCitation.pdf>), diakses 7 April 2015.
- De Cock, M. 2012. Representation Use and Strategy Choice in Physics Problem Solving. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, (Online), 8, 020117, (<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.8.020117>), diakses 9 Februari 2015.
- Permendiknas No. 22 Tahun 2006 Tentang Standar Isi. Kementrian Pendidikan Nasional: 2006
- Heller, P., Keith, R., & Anderson, S. 1991. Teaching Problem Solving Through Cooperative Grouping. Part 1: Group Versus Individual Problem Solving. *American Journal of Physics*, (Online), 60(7): 627-636, (http://www.physics.emory.edu/~weeks/journal/Heller_AJP_91a.pdf), diakses 9 Juni 2015.
- Malone, K.L. 2008. Correlations among Knowledge

- Structures, Force Concept Inventory, and Problem-Solving Behaviors. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, (Online), 4, 020107, (<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.4.020107>), diakses 23 Februari 2015.
- Mason, A. & Singh, C. 2011. Assessing Expertise in Introductory Physics Using Categorization Task. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, (Online), 7, 020110, (<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.7.020110>), diakses 7 Maret 2015.
- Ogilvie, C. A. 2009. Changes In Students' Problem-Solving Strategies In A Course That Includes Context-Rich, Multifaceted Problems. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, (Online), 5, 020102, (<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.5.020102>), diakses 7 Maret 2015.
- Rosengrant, D., Van Heuvelen, A., Etkina, E. 2009. Do Students Use and Understand Free-Body Diagrams?. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, (Online), 5, 010108, (<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.5.010108>), diakses 31 Januari 2015.
- Savinainen, A., Mäkynen, A., Nieminen, P., & Viiri, J. 2013. Does Using a Visual-Representation Tool Foster Students' Ability to Identify Forces and Construct Free-Body Diagrams?. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research* 9, 010104, (online), (<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.9.010104>), diakses 9 Februari 2015.
- Shih, Y.L. & Singh, C. 2013. Using an isomorphic problem pair to learn introductory physics: Transferring from a two-step problem to a three-step problem. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, (Online), 9, 020114, (<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.9.020114>), diakses 16 November 2015.
- Walsh, L.N., Howard R.G., & Bowe, B. 2007. Phenomenographic study of students' problem solving approaches in physics. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, (Online), 3, 020108, (<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.3.020108>), diakses 9 Februari 2015.
- Young, H.D. & Freedman, R.A. 2012. *Sear's and Zemansky University Physics: with Modern Physics*. San Francisco: Pearson Education.