

Pemahaman Konsep dan Kemampuan Multirepresentasi Siswa SMA pada Materi Usaha-Energi

Desella Inna Rahmatina^{1*}, Sutopo¹, Wartono¹

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

*Email: drahmatina.um@gmail.com

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pemahaman konsep dan kemampuan multirepresentasi siswa SMA pada materi usaha energi. Penelitian ini dilakukan pada 52 siswa SMA kelas XII MIPA yang telah menempuh materi usaha energi. Jenis penelitian ini adalah deskriptif dengan metode survei. Teknik pengumpulan data yang digunakan yaitu tes dengan instrumen berupa soal uraian berjumlah 8 butir yang telah divalidasi oleh ahli. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemahaman siswa pada materi usaha energi terutama pada konsep *dot product* gaya terhadap perpindahan, energi pada sistem pegas, teorema usaha-energi kinetik, serta hukum kekekalan energi mekanik termasuk rendah. Kemampuan multirepresentasi siswa pada representasi verbal dan gambar/ grafik masih tergolong rendah, tetapi representasi pada matematis tergolong sedang. Disimpulkan bahwa siswa belum bisa memahami dan merepresentasi dengan baik konsep usaha-energi. Disarankan untuk melaksanakan penelitian lebih lanjut guna meningkatkan pemahaman konsep dan kemampuan multirepresentasi siswa khususnya pada materi usaha energi dengan pembelajaran menggunakan pendekatan multirepresentasi.

Kata kunci: pemahaman konsep, multirepresentasi, usaha-energi

Usaha dan energi termasuk dalam salah satu konsep penting yang dipelajari di fisika. Siswa diharapkan bukan mempelajari apa definisi usaha dan energi, tapi lebih pada bagaimana proses transfer dan transformasi energi serta bagaimana dampaknya (Serway & Jewet, 2010:166). Usaha energi termasuk konsep dasar yang digunakan untuk mempelajari gerak suatu benda dalam kehidupan sehari-hari (Hermann-Abel & DeBoer 2011). Oleh sebab itu, konsep usaha energi harus dipahami dengan baik oleh siswa.

Siswa dikatakan telah memahami konsep dengan baik jika konsep yang dipahami sesuai dengan apa yang dipahami oleh para ahli fisika, dan dapat menghubungkan konsep satu dengan yang lain. Pemahaman konsep yang baik dapat membantu siswa menyelesaikan suatu permasalahan dengan cepat dan tepat. Menurut Angin et al (2016), pemahaman konsep yang baik dapat ditanamkan pada siswa jika pembelajaran yang digunakan tepat dan sesuai dengan materi.

Pemahaman konsep merupakan area luas yang dapat di gunakan penelitian dalam pendidikan fisika (Dockett & Mestre, 2014). Penelitian tentang pemahaman konsep diantaranya yaitu pengembangan pemahaman konsep pada konsep hukum Newton (Waldrup et al, 2013) dan identifikasi kesulitan dalam memahami konsep energi dan momentum (Dalaklioglu et al, 2015). Setiap konsep tidak dapat dipahami pada siswa dengan cara yang sama, tetapi harus disesuaikan dengan karakter siswa dan karakter konsepnya.

Secara umum, konsep-konsep yang dipelajari dalam materi usaha energi meliputi perkalian *dot product* gaya terhadap perpindahan, energi pada sistem pegas, teorema usaha-energi kinetik, serta hukum kekekalan energi mekanik. Sebelum mempelajari materi usaha energi, siswa terlebih dahulu harus mengetahui apa yang dimaksud sistem dan lingkungan

pada suatu peristiwa gerak yang diamati. Pengetahuan tentang sistem dan lingkungan dapat memudahkan siswa menjelaskan proses transfer dan transformasi energi (Knight, 2012:247). Proses tersebut dapat dijelaskan secara verbal, matematis, dan gambar maupun diagram atau sering disebut multirepresentasi.

Kemampuan multirepresentasi adalah kemampuan menerapkan berbagai jenis representasi dalam berbagai konsep fisika (Kohl et al, 2007). Kemampuan multirepresentasi siswa sangatlah penting untuk diketahui atau diidentifikasi. Multirepresentasi mempunyai fungsi utama yaitu membantu melengkapi proses kognitif (pengetahuan) siswa, membatasi kemungkinan kesalahan interpretasi, dan menguatkan pemahaman konsep secara mendalam (Ainsworth, 2006). Sebagian besar siswa yang memiliki kemampuan multirepresentasi baik, memiliki pemahaman konsep yang baik pula.

Kemampuan multirepresentasi dan pemahaman konsep siswa perlu diidentifikasi lebih awal. Identifikasi tersebut dimaksudkan agar tingkat kemampuan tersebut pada siswa diketahui dan segera dilakukan perbaikan jika hasilnya masih rendah, tetapi jika sudah tinggi perlu di tingkatkan lagi melalui strategi pembelajaran yang tepat. Oleh sebab itu, dilakukan penelitian yang berfokus pada identifikasi pemahaman konsep dan kemampuan multirepresentasi siswa.

METODE

Penelitian ini dilakukan pada 52 siswa SMA kelas XII MIPA di salah satu SMA di kabupaten Wonogiri yang telah menempuh materi usaha energi. Jenis penelitian ini adalah deskriptif dengan metode survei. Teknik pengumpulan data yang digunakan yaitu tes dengan instrumen berupa soal uraian berjumlah 8 butir yang telah divalidasi oleh ahli. Soal-soal tersebut mengases pemahaman serta kemampuan multirepresentasi siswa pada materi usaha energi khususnya konsep perkalian *dot product* gaya terhadap perpindahan, energi pada sistem pegas, teorema usaha-energi kinetik, serta hukum kekekalan energi mekanik. Persebaran soal-soalnya ditunjukkan pada Tabel 1.1

Tabel 1.1 Persebaran soal usaha energi

Konsep	No Soal
Perkalian <i>dot product</i> gaya terhadap perpindahan	1 dan 5
Energi pada sistem pegas	2 dan 6
Teorema usaha energi kinetik	3 dan 7
Hukum kekekalan energi mekanik	4 dan 8

HASIL

Hasil penelitian memuat dua variabel yaitu pemahaman konsep dan kemampuan multirepresentasi siswa. Hasil pemahaman konsep dan kemampuan multirepresentasi siswa pada materi usaha energi dijelaskan sebagai berikut:

1. Pemahaman Konsep

Setelah dilakukan tes pada 52 siswa kelas XII MIPA di salah satu SMA di Wonogiri, didapatkan nilai terendah yaitu 9 dan tertinggi yaitu 20 dari nilai maksimum 40. Rata-rata nilai yang diperoleh siswa tiap konsep pada materi usaha energi disajikan pada Tabel 1.2

Tabel 1.2 Persentase rata-rata nilai siswa pada setiap konsep

Konsep	Persentase (%)
Perkalian <i>dot product</i> gaya terhadap perpindahan	46.154
Energi pada sistem pegas	30.385
Teorema usaha energi kinetik	31.731
Hukum kekekalan energi mekanik	31.346

Berdasarkan Tabel 1.2 diketahui bahwa persentase rata-rata nilai siswa pada konsep perkalian *dot product* gaya terhadap perpindahan yaitu 46,154%. Hal ini menunjukkan bahwa pemahaman siswa dalam konsep perkalian *dot product* gaya terhadap perpindahan dan masih tergolong rendah. Persentase rata-rata nilai siswa pada konsep energi pada sistem pegas hanya mencapai 30.385%. Hal ini menunjukkan bahwa pemahaman siswa dalam konsep tersebut masih tergolong rendah. Persentase rata-rata nilai siswa pada konsep teorema usaha-energi kinetik 31,731%. Hal ini menunjukkan bahwa pemahaman siswa dalam konsep tersebut masih tergolong rendah. Persentase rata-rata nilai siswa pada hukum kekekalan energi kinetik 31.346%. Hal ini menunjukkan bahwa pemahaman siswa dalam konsep tersebut juga masih tergolong rendah.

2. Kemampuan Multirepresentasi Siswa

Hasil kemampuan multirepresentasi terdiri dari kemampuan representasi verbal, matematis, dan diagram/ gambar. Tiap jenis representasi dikelompokkan lagi menjadi empat kategori yakni *missing*, *inadequate*, *need some improvement*, dan *adequate*. Hasil kemampuan representasi verbal siswa ditunjukkan dalam Tabel 1.3.

Tabel 1.3 Persentase kemampuan representasi verbal siswa materi usaha energi

Kategori	Persentase (%)
<i>Missing</i>	45.913
<i>Inadequate</i>	43.510
<i>Need Some Improvement</i>	10.577
<i>Adequate</i>	0

Berdasarkan Tabel 1.3 diketahui bahwa persentase untuk jenis representasi verbal yang tergolong *missing* mencapai 45.913 %, *inadequate* mencapai 43.510%, *need some improvement* hanya 10.577%, dan *adequade* 0%. Kategori yang paling dominan pada representasi verbal adalah *missing*. Selanjutnya, data hasil kemampuan representasi matematis ditunjukkan pada Tabel 1.4.

Tabel 1.4 Persentase kemampuan representasi matematis siswa materi usaha energi

Kategori	Persentase (%)
<i>Missing</i>	6.731
<i>Inadequate</i>	31.490
<i>Need Some Improvement</i>	37.019
<i>Adequate</i>	24.760

Berdasarkan Tabel 1.4 diketahui bahwa persentase untuk jenis representasi matematis yang tergolong *missing* hanya 6.731%, *inadequate* 31.490%, *need some improvement* mencapai 37.019%, dan *adequate* 24.760%. Kategori yang paling dominan

pada representasi matematis adalah need some improvement. Selanjutnya, data hasil kemampuan representasi diagram/gambar ditunjukkan pada Tabel 1.5.

Tabel 1.5 Persentase kemampuan representasi diagram/gambar siswa materi usaha energi

Kategori	Persentase (%)
<i>Missing</i>	60.096
<i>Inadequate</i>	34.615
<i>Need Some Improvement</i>	5.288
<i>Adequate</i>	0

Berdasarkan table 1.5 diketahui bahwa persentase untuk jenis representasi diagram/gambar yang tergolong *missing* mencapai 60.096%, *inadequate* 34.615%, *need some improvement* 5.288%, dan *adequate* 0%. Kategori yang paling dominan pada representasi gambar/diagram adalah *missing*.

Secara umum, perolehan data hasil multirepresentasi siswa pada materi usaha energi ditunjukkan pada Tabel 1.6

Tabel 1.6 Rata-rata kemampuan multirepresentasi siswa

Jenis representasi	Persentase (%)
Verbal	21.635
Matematis	61.619
Diagram/gambar	15.064

Berdasarkan Tabel 1.6 diketahui bahwa persentase rata-kemampuan multirepresentasi siswa pada jenis representasi verbal 21.635%, matematis mencapai 61.619%, dan diagram/gambar hanya 15.064%. hal ini menunjukkan bahwa kemampuan multirepresentasi siswa pada jenis representasi verbal termasuk rendah, matematis termasuk sedang, dan diagram/gambar termasuk rendah.

PEMBAHASAN

1. Pemahaman Konsep

Soal terdiri dari 8 butir yang memuat 4 konsep yaitu usaha sebagai hasil dari perkalian *dot product* gaya terhadap perpindahan, energi pada sistem pegas, teorema usaha-energi kinetik, serta hukum kekekalan energi mekanik. Persebaran soal-soalnya yaitu konsep usaha sebagai hasil dari perkalian *dot product* gaya terhadap perpindahan disajikan pada soal nomor 1 dan 5, energi pada sistem pegas disajikan pada soal nomor 2 dan 6, teorema usaha-energi kinetik disajikan pada soal nomor 3 dan 7, serta hukum kekekalan energi mekanik disajikan pada soal nomor 4 dan 8. Berdasarkan data hasil penelitian diketahui bahwa keseluruhan konsep tersebut masih tergolong rendah. Diantara empat konsep tersebut, konsep energi pada sistem pegas berada pada pencapaian paling rendah, sedangkan konsep usaha sebagai hasil dari perkalian *dot product* gaya terhadap perpindahan paling tinggi.

Salah satu soal yang menyajikan konsep energi pada sistem pegas ditunjukkan pada Gambar 1.1

Dibawah ini adalah table pengukuran pertambahan panjang pegas (x) setelah dikenai gaya (F)

F (N)	X (cm)
1	1,00
2	2,10
3	3,10
4	4,15
5	5,20
6	6,20
7	7,15
8	8,20

Berdasarkan tabel diatas, energi apa yang dimiliki pegas tersebut dan berapakah besarnya?

Gambar 1.1 Salah satu soal tentang konsep energi pada sistem pegas

Kebanyakan siswa mengetahui bahwa energi yang bekerja adalah energi potensial pegas, tetapi tidak bisa menjawab besarnya dengan benar karena tersaji data yang sangat banyak. Seharusnya, data pertambahan panjang dijadikan ke meter, lalu dibuat grafik hubungan gaya dengan pertambahan panjang pada pegas. Setelah itu, dicari luas segitiga di bawah kurva. Luas segitiga itu adalah besarnya energi potensial pegas.

Salah satu soal yang menyajikan konsep usaha sebagai hasil dari perkalian *dot product* gaya terhadap perpindahan ditunjukkan pada Gambar 1.2.

Seorang eskimo yang baru pulang dari memancing ikan, menarik keranjang yang dipenuhi ikan salmon. Massa keseluruhan dari keranjang dan ikan salmon yaitu 75 Kg, dan orang eskimo tersebut mengerjakan gaya sebesar 120 N terhadap keranjang dengan cara menariknya menggunakan tali. Berdasarkan peristiwa tersebut, jika gaya gesekan diabaikan, tentukan:

- Besar usaha yang dilakukan apabila tali ditarik sejajar dengan tanah dan keranjang tertarik sejauh 5 meter.
- Besar usaha yang dilakukan apabila tali ditarik dengan membentuk sudut sebesar 30° terhadap tanah, dan keranjang berpindah pula sejauh 5 meter.

Gambar 1.2 salah satu soal tentang konsep usaha sebagai hasil dari perkalian *dot product* gaya terhadap perpindahan

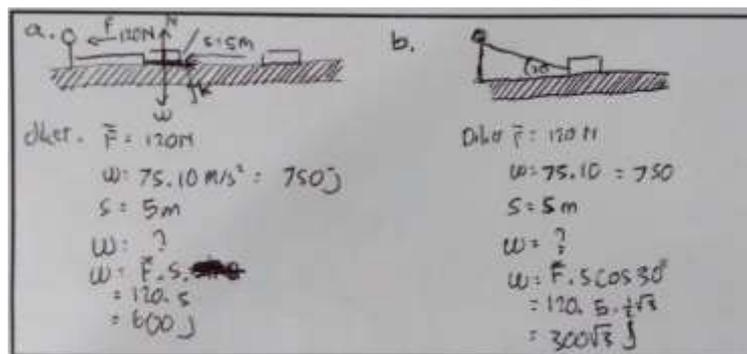
Kebanyakan siswa sudah mengetahui cara menentukan usaha yaitu dari perkalian *dot product* antara gaya yang diberikan pada benda dan perpindahannya. Tetapi, tidak sedikit pula siswa bingung jika gaya yang diberikan membentuk sudut terhadap perpindahan benda. Mereka cenderung menggunakan sinus dan tangen untuk menghitungnya, yang seharusnya adalah cosinus. Mereka tidak memahami maksud dari penggunaan cosinus pada perhitungan tersebut.

2. Kemampuan Multirepresentasi

Kemampuan multirepresentasi yang diukur ada tiga jenis yaitu representasi verbal, matematis, dan diagram/gambar. Berdasarkan data hasil penelitian diketahui bahwa kemampuan representasi matematis tergolong sedang, sedangkan representasi verbal dan

diagram/gambar tergolong rendah. Lebih spesifiknya, rata-rata kemampuan representasi verbal dominan pada kategori *missing* (tidak ada), representasi matematis dominan pada kategori *need some improvement* (perlu perbaikan), dan representasi diagram/gambar dominan pada kategori *missing* (tidak ada).

Berdasarkan data hasil penelitian diketahui bahwa representasi matematis tetap menjadi pilihan utama bagi siswa dalam menyelesaikan persoalan fisika. Jawaban dengan representasi verbal serta diagram/gambar hanya sedikit yang menggunakan dan cenderung asal-asalan. Contoh hasil jawaban siswa yang cenderung menggunakan representasi matematis ditunjukkan pada Gambar 1.2.



Gambar 1.3 contoh hasil jawaban siswa yang cenderung menggunakan representasi matematis dengan benar dan representasi gambar yang asal-asalan

Berdasarkan Gambar 1.3 diketahui bahwa siswa lebih cenderung dapat menggunakan representasi matematis dari pada representasi gambar. Terlihat bahwa representasi matematis dikerjakan secara runtut dan jelas. Sedangkan representasi gambar tidak jelas maknanya karena tidak disertai arah panah dengan jelas yang menunjukkan vector gaya, dan perpindahan benda dari posisi awal dan akhir juga tidak jelas. Kerumitan dari gambar/diagram inilah yang membuat siswa enggan menggunakan representasi gambar. Sedangkan representasi verbal tidak digunakan karena dirasa siswa terlalu lama untuk menuliskannya dan tidak sedikit siswa yang bingung jika harus menjelaskan peristiwa tersebut dan bagaimana cara menyelesaikannya. Seharusnya, dalam menyelesaikan suatu persoalan siswa membuat representasi diagram/gambar dulu, diikuti dengan penjelasan verbal, kemudian bisa membuat penjelasan matematis dengan runtut (Heuvelen & Zou, 2001). Proses merepresentasi tersebut sangat memudahkan siswa dalam mendalami suatu materi yang dipelajari.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan paparan hasil dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar siswa belum bisa memahami konsep dengan baik. Persentase rata-rata nilai siswa pada konsep perkalian *dot product* gaya terhadap perpindahan yaitu 46,154%, energi pada sistem pegas hanya mencapai 30,385%, teorema usaha-energi kinetik 31,731%, dan hukum kekekalan energi kinetik 31,346%. selain itu, sebagian besar siswa juga belum bisa merepresentasi dengan baik. Persentase rata-rata kemampuan multirepresentasi siswa pada jenis representasi verbal 21,635%, matematis mencapai 61,619%, dan diagram/gambar hanya 15,064%.

Mengingat bahwa sebagian besar siswa masih belum bisa memahami dan merepresentasi dengan baik tentang materi usaha energi, maka perlu diadakan perbaikan dalam pembelajaran. Salah satu pembelajaran yang cocok untuk meningkatkan pemahaman konsep dan kemampuan multirepresentasi siswa yaitu menggunakan berbagai bentuk representasi. Pembelajaran dengan menggunakan berbagai bentuk representasi dapat memudahkan siswa mendalami konsep (Suhandi & Wibowo, 2012). Pembelajaran dengan membelajarkan materi melalui berbagai bentuk representasi sering disebut dengan pendekatan multirepresentasi.

DAFTAR RUJUKAN

- Ainsworth, S. 2006. DeFT: A Conceptual Framework for Considering Learning with Multiple Representations, Learning and Instruction. *Journal Learning and Instruction*, XVI (3): 183-198.
- Angin, S. L., Sutopo, & Parno. 2016. Strategi Pembelajaran Multirepresentasi untuk Meningkatkan Konsep Kinematika Mahasiswa Semester Awal. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA Pascasarjana UM*, (1):465-478.
- Dalaklioglu, S., Demirci, N., & Sekercioglu, A. G. 2015. Eleventh Grade Student's Difficulties and Misconception About Energy and Momentum Concepts. *International Journal on New Trends in Education and Their Implication*, VI (1): 13-21.
- Docktor, J. L., & Mestre, J. P. 2014. Synthesis of discipline-based education research in physics. *Physics Education Research* (10), 020119.
- Hermann-Abell, & DeBoer. 2011. Investigating Student's Understanding of Energy Transformation, Energy Transfer, and Conservation of Energy Using Standards-Based Assessment Items. *NARST Conference* (pp.1-13). Orlando: NARST.
- Heuvelen, V., A. & Zou, X. 2001. Multiple representations of work-energy processes. *Americans Journal of Physics*, LXIX (2): 184-194.
- Knight, R. D. 2012. *Physics for Scientist and Engineers third edition*. USA: Pearson Education, Inc.
- Kohl, P. B., Rosengrant, D., & Finklestein, N. D. 2007. Strongly and Weakly Directed Approach to Teaching Multiple Representation Use in Physics. *Physics Education Research*, (3), 010108.
- Serwey & Jewet. 2010. *Physics for Scientist and Engineers with Modern Physics eighth edition*. USA: Cengage Learning.
- Suhandi, A., & Wibowo, F. C. 2012. Pendekatan Multirepresentasi dalam Pembelajaran Usaha-Energi dan Dampak terhadap Pemahaman Konsep Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, (8): 1-7.
- Waldrip, B., Prain, V., & Sellings, P. 2013. Explaining Newton's Laws of Motion:Using Student Reasoning Through Representations to Develop Conceptual Understanding. *Instr Sci*, (41): 165-189.