

Profil Kemampuan Pemecahan Masalah Peserta Didik pada Materi Usaha dan Energi

Rikardus Feribertus Nikat^{1*}, Parno¹, Eny Latifah¹

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

**E-mail: rikard435@gmail.com*

Abstrak: Kemampuan pemecahan masalah sangat penting bagi peserta didik dalam memahami prosedural dan konseptual materi fisika. Peserta didik memahami fisika bukan hanya perhitungan matematisnya tetapi juga konsep dasar yang mendasari prosesnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana kemampuan peserta didik dalam memecahkan permasalahan fisika. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif deskriptif dengan teknik observasi dan tes. Subyek penelitian adalah 45 peserta didik kelas XII MIA SMA Negeri 1 Langke Rembong yang sudah mempelajari topik usaha dan energi. Instrumen penelitian yang digunakan adalah tes kemampuan pemecahan masalah, lembar observasi, dan lembar wawancara pada peserta didik dan guru. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan memecahkan masalah fisika peserta didik perlu ditumbuhkembangkan lagi melalui beberapa bantuan representasi seperti gambar, persamaan, grafik dan tabel, disamping guru sebagai fasilitator peserta didik melalui pembelajaran aktif.

Kata Kunci: Kemampuan Pemecahan Masalah, Representasi, Usaha dan Energi

Fisika merupakan cabang ilmu yang secara spesifik mempelajari fenomena alam semesta yang banyak diterapkan dalam bidang sains terapan dan teknik. Salah satu topik ilmu fisika yang dipelajari pada level menengah maupun perguruan tinggi adalah usaha dan energi. Kajian materi pada topik ini lebih spesifik membahas tentang konsep serta prinsip dasar mekanika yang berkaitan dengan gerak, gaya, perpindahan dan sistem gaya konservatif (Serway, 2014; Kemdikbud 2016). Pada level menengah (SMA), materi usaha dan energi terdiri dari beberapa sub pokok bahasan meliputi konsep usaha akibat gaya, perkalian dot product gaya dan perpindahan, teorema usaha energi (Kinetik dan mekanik), hukum kekekalan energi. Materi ini membutuhkan pendekatan dan prosedur khusus dalam memahaminya. Hal tersebut didasarkan bahwa konsep usaha dan energi saling berkaitan dengan materi lain seperti impuls dan momentum, kinematika newtonian.

Peserta didik memiliki kecenderungan memahami konsep usaha dan energi berdasarkan hasil kajian matematisnya saja tanpa memperhatikan maknanya secara fisis dan prosedur yang tepat untuk menyelesaikan permasalahannya (Ibrahim & Robello 2012). Kesulitan utama dalam memahami materi materi usaha dan energi membutuhkan pengetahuan yang kompleks dengan terlebih dahulu mengaitkan topik ini dengan konsep gaya, gerak dan hukum newton (Trumper, 1991; Heller 2013). Oleh karena itu, dalam membelajarkan konsep usaha dan energi, instruktur dapat memilih kombinasi pembelajaran kontekstual berbasis masa (Han et al., 2016). Hal tersebut dapat membantu peserta didik mengintegrasikan pendekatan kuantitatif (formulasi) dan kualitatif (makna fisis) dalam memahami materi usaha dan energi (Chen, 2015).

Pengembangan kemampuan pemecahan masalah merupakan salah satu elemen penting dalam memahami konsep fisika (Heuvalen & Zou, 2001; Gok, 2010; Docktor, et al.,

2015). Beberapa cara dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah melalui rutinitas membaca dan berlatih mengembangkan kreativitas (Rice, 2016). Peranaan instruktur memfasilitasi peserta didik melalui beberapa pendekatan yang mengutamakan kebiasaan bernalar dan kemandirian belajar (Berge, et al, 2012). Kemampuan bernalar yang baik dapat membantu peserta didik menganalisis dan mengevaluasi beberapa permasalahan fisika (Cox, R., & Brna, P. (2016).

Kemampuan pemecahan masalah bermanfaat bagi peserta didik dalam menyeleksi pengetahuan internal dalam memecahkan masalah dan mengkritisi kebenaran konsep fisika (Etkina, 2015). Variasi jawaban merupakan bentuk keberhasilan dalam memecahkan masalah fisika (Ding, Reay, Lee, & Bao, 2011). Kemampuan pemecahan masalah memudahkan peserta didik melihat masalah fisika dari berbagai konteks berbeda untuk menyelesaikannya, sehingga pembelajaran lebih bermakna (Mohotalla, 2016). Terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam memecahkan masalah, yaitu individu harus mampu mengidentifikasi masalah, memahami masalah dan langkah yang tepat dalam memecahkan masalah (Heller, 2013).

Hasil studi pendahuluan pada beberapa penelitian pada kemampuan pemecahan masalah fisika, mayoritas menemukan kesulitan bahwa belum memiliki kemandirian belajar dalam memecahkan masalah fisika. Peserta didik memiliki paradigma yang sama bahwa dalam memecahkan masalah fisika terdapat kebingungan terhadap konsep apa saja yang digunakan. Pengalaman peserta didik belum terlampaui dalam kondisi pembelajaran yang dihadapkan dengan masalah, hanya dengan perhitungan matematis saja. Oleh karena itu, perlu dikembangkan lagi pembelajaran aktif yang dapat memfasilitasi peserta didik mengikuti prosedur dalam memecahkan masalah fisika sehingga baik konsep maupun persamaan matematis dapat mudah dipahami.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan teknik survey dan tes. Subyek penelitian diambil dari 45 kelas XII MIA SMA Negeri 1 Langke Rembong yang telah menempuh pelajaran Usaha dan Energi tahun pelajaran 2016/2017. Soal tes yang diujikan pada materi usaha dan energi berupa 3 tes uraian dengan menyesuaikan standar rubrik kemampuan pemecahan masalah. Materi yang diujikan adalah konsep usaha, teorema usaha energi dan hukum kekekalan energi. Instrumen soal diadopsi dari artikel (Sujarwanto, 2014) dan buku (Serway, 2014) yang sudah valid dan reliable.

Rubrik tes Kemampuan Pemecahan masalah diadaptasi dari Ledermen (2009), menjelaskan kemampuan pemecahan masalah fisika dapat dievaluasi menggunakan tahapan yang diuraikan dengan beberapa indikator pada tabel 1

Tabel 1. Sebaran Indikator Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika

Tahap	Indikator
Mengidentifikasi masalah	Mengidentifikasi masalah melalui konsep yang dipahami peserta didik Mengkaji daftar besaran yang disajikan pada permasalahan Menentukan besaran yang ditemukan
Merencanakan strategi	Membuat diagram benda bebas/sketsa yang menggambarkan permasalahan Merepresentasikan masalah dengan beberapa bentuk Menentukan solusi yang tepat terhadap pemecahan masalah

Menerapkan strategi	Mensubstitusikan nilai besaran yang diketahui ke persamaan Menyelesaikan perhitungan menggunakan persamaan yang dipilih
Mengevaluasi strategi	Mengevaluasi kesesuaian dengan konsep Mengevaluasi kesesuaian dengan satuan

HASIL

Kemampuan Pemecahan Masalah Pada sub bab Konsep Usaha

Berikut gambaran kemampuan pemecahan masalah fisika peserta didik pada sub-bab konsep usaha. Peserta didik memiliki sudut pandang yang berbeda dalam menerapkan konsep yang digunakan dalam memecahkan masalah konsep usaha. Pemahaman terhadap suatu konsep fisika dapat dilakukan dengan baik apabila peserta didik paham akan prosedur dalam memecahkan masalahnya (Doctor, et, al, 2016). Berdasarkan hasil tes dilakukan terdapat beberapa variasi kategori jawaban peserta didik, jadi perlu disederhanakan ke dalam 6 kategori bentuk jawaban peserta didik dengan rentangan nilai 0 sampai 5. Pada rentangan 0-1 dikategorikan memiliki kemampuan pemecahan masalah tinggi, 2-3 dikategorikan memiliki kemampuan pemecahan masalah sedang dan 4-5 dikategorikan memiliki kemampuan pemecahan masalah tinggi. Hasil menunjukkan persentase kemampuan pemecahan masalah peserta didik sebesar 36,7% dengan kategori rendah. Sedangkan indikator yang memperoleh skor terkecil pada saat mengidentifikasi masalah sebesar 13,3% . Hal ini menandakan bahwa peserta didik belum mampu menggunakan konsep fundamental dalam memecahkan masalah fisika. Secara detail dapat ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil tes pemecahan masalah peserta didik berdasarkan tahapan indikator pemecahan masalah pada konsep usaha.

Nilai	Kategori	Persentase Indikator			
		Mengidentifikasi Masalah	Merencanakan Strategi	Menerapkan Strategi	Mengevaluasi Strategi
0-1	Rendah	51.1 %	35.6%	57.8%	48.9%
2-3	Sedang	35.6%	37.8%	22.2%	15.6%
4-5	Tinggi	13.3%	26.7%	20.0%	35.5%
Persentase rata-rata		36,70%			

Kemampuan Pemecahan Masalah Pada sub-bab Teorema Usaha-Energi

Berikut gambaran kemampuan pemecahan masalah fisika peserta didik pada sub-bab teorema usaha dan energi. Peserta didik memiliki sudut pandang yang berbeda dalam menerapkan konsep yang digunakan dalam memecahkan masalah teorema usaha dan energi. Pemahaman terhadap suatu konsep fisika dapat dilakukan dengan baik apabila peserta didik secara sistematis memahami prosedur dalam memecahkan masalahnya (Doctor, et al, 2016). Berdasarkan hasil tes, peserta didik memiliki indeks kemampuan pemecahan masalah sebesar 28,8 %. Sedangkan pada masing-masing indikator, hampir semua indikator mendapatkan skor rendah yaitu dibawah 20%. Hal tersebut mengindikasikan kemampuan pemecahan masalah fisika peserta didik pada sub bab ini masih rendah. Secara detail dapat ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil tes pemecahan masalah peserta didik berdasarkan tahapan indikator pemecahan masalah pada teorema usaha dan energi.

Nilai	Kategori	Persentase Indikator			
		Mengidentifikasi Masalah	Merencanakan Strategi	Menerapkan Strategi	Mengevaluasi Strategi
0-1	Rendah	84.4 %	71.1 %	84.5 %	77.8 %
2-3	Sedang	0 %	15.6 %	4.4 %	11.1 %
4-5	Tinggi	15.6 %	13.3 %	11.1 %	11.1 %
Persentase rata-rata		28,80%			

Kemampuan Pemecahan Masalah Pada sub-bab Hukum kekekalan Energi

Berikut gambaran kemampuan pemecahan masalah fisika peserta didik pada sub-bab konsep hukum kekekalan energi. Peserta didik memiliki sudut pandang yang berbeda dalam menerapkan konsep yang digunakan dalam memecahkan masalah usaha dan energi. Pemahaman terhadap suatu konsep fisika dapat dilakukan dengan baik apabila peserta didik mengetahui prosedur dalam memecahkan masalah fisika (Doctor, et al, 2016). Pada sub bab ini peserta didik memiliki indeks kemampuan pemecahan masalah sebesar 11,4 % .Sedangkan pada masing-masing indikator, skor paling rendah pada saat mengidentifikasi masalah dan merencanakan strategi sebesar 2,2% dan 0%. Secara detail ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4 Hasil tes pemecahan masalah peserta didik berdasarkan tahapan indikator pemecahan masalah pada hukum kekekalan energi.

Nilai	Kategori	Persentase Indikator			
		Mengidentifikasi Masalah	Merencanakan Strategi	Menerapkan Strategi	Mengevaluasi Strategi
0-1	Rendah	97.8 %	80 %	57.8%	48.9%
2-3	Sedang	0 %	20 %	22.2%	15.6%
4-5	Tinggi	2.2 %	0 %	20.0%	35.5%
Persentase rata-rata		11,40%			

PEMBAHASAN

Pada sub bab konsep usaha, peserta didik diminta untuk membedakan besarnya usaha pada ketiga balok dengan dengan gaya dan arah yang berbeda. Ada beberapa variasi model jawaban peserta didik. *Pertama*, terdapat 3 orang yang mampu menjabarkan secara lengkap dan tepat mulai dari tahap merencanakan hingga tahap evaluasi. Para peserta didik menjelaskan bahwa besarnya usaha yang dilakukan dengan mempekerjakan gaya konstan yang menyebabkan benda berpindah posisi, sehingga besarnya usaha bergantung pada arah perpindahan yang diwakilkan oleh sudut antara gaya dan perpindahan. Usaha bernilai positif jika gaya yang bekerja searah dengan arah perpindahan dan titik kerja benda. *Kedua*, beberapa peserta didik hanya memproyeksikan arah vektor gaya dan perpindahan tanpa menjabarkan konsep fisisnya. *Ketiga*, beberapa peserta didik langsung menghitung menggunakan persamaan matematis bahwa $W = F \cdot S$, tanpa memperhatikan besarnya variasi sudut antara F dan s atau arah gaya yang diberikan. *Keempat*, kurang konsistensi peserta didik dalam menuliskan persamaan matematis dan satuan pada variabel yang diukur.

Misalnya: peserta didik menuliskan rumus $W = Fx s$ (tidak dapat membedakan *cross* dengan *dot*).

Secara keeluruhan kemampuan pemecahan masalah peserta didik masih tergolong rendah dengan dibuktikan dengan perolehan pada beberapa kategori tinggi, sedang dan rendah pada tabel 2, tabel 3 dan tabel 4. Hasil wawancara dengan seorang peserta didik terkait dengan permasalahan perpindahan benda secara vertikal. Peserta didik tersebut merasa bingung membedakan ketinggian dan perpindahan, padahal secara dimensi dan satuan keduanya sama. Misalnya: pada kasus ketika seseorang kardus diangkat, peserta didik kebanyakan mengatakan bahwa tidak ada usaha yang dilakukan karena tidak ada perpindahan. Peserta didik tidak paham bahwa ada gaya gravitasi sebagai gaya konservatif yang bergantung pada ketinggian atau perpindahan benda.

Pada sub bab teorema usaha-energi, peserta didik diminta untuk menghitung kecepatan bola besi yang digelinding pada papan seluncur dengan bidang licin. Ada beberapa variasi model jawaban peserta didik. *Pertama*, terdapat 4 orang yang mampu menjabarkan bahwa kecepatan bola akan semakin bertambah ketika memasuki pasir dengan beberapa argumentasi bahwa pada ketinggian bola besi memiliki energi potensial lebih besar dan akibat percepatan gravitasi maka bola besi akan menggelinding dan semakin mendekati tanah kecepatannya semakin bertambah dan energi potensialnya semakin berkurang. *Kedua*, Bola besi bergerak dapat diakibatkan oleh kecepatan awal yang diberikan dan sama saat menyentuh pasir. Pernyataan beberapa tersebut tidak sesuai dengan pernyataan pada soal dimana kondisi bola yang diam saat berada pada ketinggian tertentu. Hal tersebut membuktikan bahwa peserta didik belum mampu menganalisis konsep pemecahan masalah pada materi sebelumnya tentang gerak dan gravitasi. *Ketiga*, perhitungan matematis masih menggunakan rumus kinematika saja, sehingga tidak memunculkan keterkaitan antara permasalahan yang perlu dipecahkan dengan jawaban peserta didik itu sendiri.

Pada sub bab hukum kekekalan energi, peserta didik diminta untuk mendeskripsikan mengapa tanah liat yang dijatuhkan dari ketinggian tertentu kemudian diam sampai di tanah, kemudian peserta didik menganalisis apakah hal tersebut menandakan bahwa ada energinya hilang saat sampai ditanah. Ada beberapa variasi model jawaban peserta didik. *Pertama*, hanya 1 orang mengevaluasi jawaban dengan mengidentifikasi keadaan benda saat pada ketinggian h dan sesaat sebelum jatuh ke lantai. Konsep hukum kekekalan energi yang diberlakukan oleh peserta didik, dimana saat ketinggian tertentu tanah liat hanya memiliki energi potensial. Seiring perjalanan menuju lantai sebagian besar energi potensial berubah menjadi energi kinetik secara keseluruhan sesaat setelah menumbuk lantai. Tanah liat yang diam setelah menumbuk lantai menandakan bahwa energi kinetik berubah menjadi energi lain akibat adanya gaya interaksi antara lantai dan tanah liat. *Kedua*, beberapa peserta didik menjelaskan permasalahan melalui gambar tanpa disertai keterangan yang jelas mengenai solusi dari permasalahan melalui jawaban singkat tanpa alasan yang jelas. *Ketiga*, sebagian besar peserta didik menjelaskan bahwa energi akan hilang saat menyentuh tanah akibat gesekan dengan permukaan lantai ditandai dengan kondisi tanah liat yang diam setelah menyentuh lantai.

Beberapa faktor teridentifikasi berdasarkan hasil wawancara guru dan beberapa peserta didik serta observasi pada kegiatan pembelajaran. Peserta didik terbiasa hanya menggunakan prosedur sistematis dalam memecahkan masalah fisika. Instruktur belum

mengarahkan peserta didik pada penggunaan bantuan multirepresentasi secara sepenuhnya dalam memecahkan masalah fisika. Penemuan tersebut sesuai dengan hasil kajian Byun (2014) tentang rendahnya kemampuan pemecahan masalah peserta didik pada topik mekanika disebabkan oleh ketidaksesuaian antara metode pembelajaran dengan karakteristik materi.

Hasil penelitian tentang topik usaha dan energi secara keseluruhan menunjukkan bahwa perlu ada perbaikan pembelajaran terutama bantuan yang diberikan kepada peserta didik. Pembelajaran berbasis masalah menjadi kunci utama peserta didik dalam melatih kemampuan pemecahan masalah. Fakta di lapangan kurang efektif karena baik instruktur maupun peserta didik belum memanfaatkan secara optimal beberapa representasi seperti visualisasi gambar, grafik, simbol dalam pembelajaran fisika. Penggunaan representasi dalam pembelajaran berbasis masalah telah dikembangkan oleh (Hill, 2006) melalui worksheet, menggunakan *modeling instruction* (Cock, 2012). Pembelajaran multirepresentasi pada pembelajaran fisika memiliki kelebihan, yaitu peserta didik memiliki variasi cara dalam merepresentasikan masalah dan menyelesaikan masalah fisika. Kemampuan menalar dan berpikir secara sistematis lebih diutamakan dalam memecahkan masalah fisika. Keduanya merupakan pengetahuan kognisi yang perlu dikembangkan agar tercapainya proses berpikir yang matang pada individu.

SIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan hasil kajian pada uraian hasil dan pembahasan menyimpulkan bahwa kemampuan pemecahan masalah peserta didik SMA Negeri 1 Langke Rembong pada materi usaha dan energi masih tergolong rendah yaitu kurang dari 50%. Hal tersebut menggambarkan peserta didik belum paham terhadap penggunaan konsep yang tepat dalam memecahkan permasalahan Fisika. Peserta didik cenderung menganggap bahwa konsep usaha dan energi hanya dapat dianalisis melalui persamaan matematis saja.

Oleh karena itu, beberapa saran perlu dikembangkan lebih lanjut metode pembelajaran aktif yang dapat membantu peserta didik mengarahkan peserta didik menggunakan konsep dan matematis dalam memecahkan masalah. Salah satu metode yang dapat dikembangkan pada pembelajaran fisika adalah melalui bantuan representasi (gambar, grafik, tabel, simbol dan persamaan matematis). Bantuan representasi sebagai salah satu cara dalam merepresentasikan masalah dan juga sebagai alat bantu dalam memecahkan masalah.

DAFTAR RUJUKAN

- Byun & Lee. (2014). *Why students still can't solve physics problems after solving over 2000 problems*. American Journal of Physics 82, 906
- Berge, M., & Danielsson, A. T. (2013). *Characterising Learning Interactions : A Study of University Students Solving Physics Problems in Groups*, 1177–1196.
- Cock, M. De. (2012). *Representation use and strategy choice in physics problem solving, 20117*, 1–15.
- Cox, R., & Brna, P. (2016). *Twenty Years on : Reflections on “ Supporting the Use of External Representations in Problem Solving”*. International Artificial Intelligence in Education Society. 193–204.
- Ding, L., Reay, N., Lee, A., & Bao, L. (2011). *Exploring the role of conceptual scaffolding in solving synthesis problems*, Physics Education Research Conference. 20109, 1–11.

- Docktor., et al. (2015). *Conceptual problem solving in high school physics*, *Review Physics Education Research*. 20106, 1–13.
- Docktor, et al, (2016). *Assessing student written problem solutions: A problem-solving rubric with application to introductory physics*, 10130, 1–18.
- Etkina, E. (2015). *Analyzing patterns in experts' approaches to solving experimental problems*. *American Journal Physics*. LXXXIII(4)
- Han, J., et al. (2016). *Experimental validation of the half-length Force Concept Inventory*. *Physical Review Physics Education Research*, XII (2), 20122.
- Heller, K. (2013). *Helping Your Students Develop Expertise in Problem Solving – While Learning Physics*. USA:University of Minnesota, AAPT new faculty workshop
- Heuvelen, A. Van, & Zou, X. (2001). *Multiple representations of work – energy processes*. *American Journal Physics* LXIX (2), 184.
- Hill, M., & Sharma, M. (n.d.). (2006). *Research-based worksheets on using multiple representations in science classrooms*. (1).
- Kemdikbud. (2016). *Silabus Mata Pelajaran Sekolah Menengah Atas/ Madrasah Aliyah*. Kemdikbud: Jakarta.
- Lederman. 2009. *Journey into Problem Solving: A Gift from Polya*. *The Physics Teacher* 47, 94
- Mohhotalla, E. (2016). *Improving Critical Skills Using Wikis and CGPS in a Physics Classroom*. *American Association of Physics Teachers*. V(1).
- Serway, R.A & Jewett, J.W. (2004). *Physics for Scientists and Engineers*. James Madison University: California
- Sujarwanto, E., & Hidayat, A. (2014). *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, III(1), 65–78.