

Eksplorasi Kemampuan Pemecahan Masalah Konseptual Fluida Dinamis pada Siswa SMA

Helmi Pakas Rivai^{1*}, Lia Yulianti², Parno²

¹Pascasarjana Pendidikan Fisika Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang 5 Malang

²Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang 5 Malang

E-mail: helmipakas.rivai@gmail.com

Abstrak: Kemampuan pemecahan masalah konseptual merupakan kemampuan yang berfokus pada analisis dalam proses pemilihan konsep–konsep yang diperlukan siswa untuk memecahkan suatu permasalahan. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi kemampuan pemecahan masalah konseptual siswa pada materi fluida dinamis. Subjek penelitian adalah 34 siswa kelas XII IPA. Teknik pengumpulan data menggunakan tes dengan 5 butir soal kemampuan pemecahan masalah konseptual fluida dinamis. Hasil tes menunjukkan persentase siswa yang memiliki kemampuan pemecahan masalah konseptual sebesar 26% siswa berkemampuan tinggi dan 74% siswa berkemampuan rendah. Berdasarkan hasil tes tersebut, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar siswa memiliki kemampuan pemecahan masalah konseptual fluida dinamis yang rendah.

Kata Kunci: kemampuan pemecahan masalah konseptual, fluida dinamis.

Kemampuan pemecahan masalah merupakan salah satu bagian dari *High Order Thinking Skills* (HOTS) yang penting dan perlu ditingkatkan di dalam pembelajaran fisika (Docktor & Mestre, 2014). Kemampuan pemecahan masalah merupakan kemampuan Abad 21 yang difokuskan untuk dibangun dan dikembangkan pada diri siswa (Jang, 2016). Kemampuan pemecahan masalah konseptual merupakan kemampuan yang diperlukan siswa untuk menerapkan konsep fisika yang bertujuan untuk memecahkan suatu permasalahan konseptual (Docktor et al., 2015). Siswa yang memiliki kemampuan pemecahan masalah konseptual akan mampu untuk memecahkan permasalahan konseptual yang mereka hadapi di dalam pembelajaran fisika khususnya permasalahan konsep fluida dinamis.

Kemampuan pemecahan masalah konseptual pada materi fluida dinamis diperlukan siswa untuk melakukan analisis dalam proses pemilihan konsep–konsep yang diperlukan untuk memecahkan permasalahan. Fluida dinamis merupakan konsep fisika yang menjelaskan tentang fenomena dan hukum–hukum gerakan dari suatu zat alir (Krause, 2005). Konsep fluida dinamis terdiri dari konsep fluida ideal, persamaan kontinuitas, Hukum Bernoulli, dan penerapan Hukum Bernoulli melalui persamaan Torricelli, venturimeter, pipa pitot, serta Gaya angkat pada pesawat terbang (Knight, 2017). Kajian telah dilakukan yang bertujuan untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah pada materi fluida dinamis (Rahman, 2016), namun siswa masih mengalami kesulitan dalam menganalisis konsep-konsep yang diperlukan untuk memecahkan masalah konseptual fluida dinamis.

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi kemampuan pemecahan masalah konseptual siswa pada materi fluida dinamis. Melalui eksplorasi kemampuan pemecahan masalah konseptual siswa, guru dapat mengetahui kemampuan yang dimiliki oleh siswa dalam memecahkan masalah dan kesulitan-kesulitan yang dihadapi siswa dalam memecahkan masalah. Hasil kajian dari eksplorasi kemampuan pemecahan masalah konseptual siswa dapat menjadi informasi yang penting untuk melakukan kajian lebih lanjut terkait kemampuan pemecahan masalah konseptual.

METODE

Penelitian deskriptif ini dilaksanakan di SMA Negeri 4 Malang. Metode penelitian yang digunakan berupa metode survey. Subjek penelitian adalah 34 siswa kelas XII IPA SMA Negeri 4 Malang yang telah mengikuti pembelajaran fluida dinamis. Teknik pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan tes kemampuan pemecahan masalah konseptual. Instrumen tes menggunakan lima butir soal tes kemampuan pemecahan masalah konseptual yang berbentuk uraian pada materi fluida dinamis. Analisis data dilakukan secara kuantitatif dengan perhitungan nilai skor dan secara kualitatif dengan analisis deskriptif pada jawaban siswa. Penilaian kemampuan pemecahan masalah konseptual fluida dinamis dinilai berdasarkan rubrik kemampuan pemecahan masalah Docktor yang telah dimodifikasi. Aspek penilaian dibagi menjadi empat poin yakni *useful description*, *physics approach*, *specific application of physics*, dan *mathematical procedure*. Jawaban siswa akan dianalisis berdasarkan empat poin tersebut. Rubrik penilaian kemampuan pemecahan masalah konseptual disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Rubrik Penilaian Kemampuan Pemecahan Masalah Konseptual

Aspek	Skor	Keterangan
<i>Useful Description</i>	5	Deskripsi berguna, diperlukan, dan lengkap
	4	Deskripsi berguna, namun masih terdapat sedikit kesalahan
	3	Beberapa bagian dari deskripsi tidak berguna, tidak lengkap, dan/atau terdapat kesalahan
	2	Sebagian besar deskripsi tidak berguna, tidak lengkap, dan/atau salah
	1	Keseluruhan deskripsi tidak berguna dan salah
	0	Solusi tidak berisi deskripsi yang diperlukan
<i>Physics Approach</i>	5	Pendekatan fisika diperlukan dan lengkap
	4	Pendekatan fisika terdapat sedikit kesalahan
	3	Beberapa konsep dan prinsip dari pendekatan fisika tidak lengkap/tidak diperlukan
	2	Sebagian besar pendekatan fisika tidak lengkap/tidak diperlukan
	1	Keseluruhan konsep dan prinsip yang dipilih tidak diperlukan
	0	Solusi tidak memiliki pendekatan yang diperlukan
<i>Specific Application of Physics</i>	5	Aplikasi spesifik dari konsep fisika diperlukan dan lengkap
	4	Aplikasi spesifik dari konsep fisika terdapat sedikit kesalahan
	3	Beberapa bagian aplikasi spesifik dari konsep fisika tidak lengkap dan/atau terdapat kesalahan
	2	Sebagian besar aplikasi spesifik dari konsep fisika tidak lengkap/terdapat kesalahan
	1	Keseluruhan aplikasi spesifik dari konsep fisika tidak diperlukan dan/atau salah
	0	Solusi tidak memiliki aplikasi spesifik dari konsep fisika yang diperlukan
<i>Mathematical Procedure</i>	5	Prosedur matematis diperlukan dan lengkap
	4	Prosedur matematis terdapat sedikit kesalahan
	3	Beberapa bagian dari prosedur matematis tidak lengkap dan/atau terdapat kesalahan
	2	Sebagian besar prosedur matematis tidak lengkap dan/atau terdapat kesalahan
	1	Keseluruhan prosedur matematis tidak diperlukan dan/atau salah
	0	Tidak terdapat prosedur matematis yang diperlukan
<i>Logical Progression</i>	5	Keseluruhan solusi permasalahan jelas, fokus, dan berkaitan secara logika
	4	Solusi permasalahan jelas dan fokus namun terdapat sedikit kesalahan

	3	Beberapa bagian dari solusi permasalahan tidak jelas, tidak fokus, dan/atau tidak konsisten
	2	Sebagian besar solusi permasalahan tidak jelas, tidak fokus, dan/atau tidak konsisten
	1	Keseluruhan solusi permasalahan tidak jelas, tidak fokus, dan/atau tidak konsisten
	0	Tidak terdapat <i>logical progression</i> yang diperlukan

Sumber: (Docktor et al., 2016)

Perhitungan Nilai Kemampuan Pemecahan Masalah Konseptual

Jumlah Skor maksimum = 25

$$\text{Nilai KPMK} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah skor maksimum}} \times 100$$

Setelah jawaban siswa dianalisis sesuai dengan rubrik skor kemampuan pemecahan masalah konseptual, kemudian skor dihitung dengan perhitungan nilai kemampuan pemecahan masalah konseptual. Nilai kemampuan pemecahan masalah konseptual kemudian dianalisis dan dikategorikan ke dalam kelompok berkemampuan pemecahan masalah konseptual tinggi dan rendah. Kategori kemampuan pemecahan masalah konseptual yang dimiliki siswa disajikan pada Tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2. Kategori Kemampuan Pemecahan Masalah Konseptual

Nilai	Kategori
$75 \leq x \leq 100$	Tinggi
$x \leq 74$	Rendah

HASIL

Hasil penelitian diperoleh dengan menganalisis jawaban siswa dari soal tes kemampuan pemecahan masalah konseptual. Analisis jawaban dari 34 siswa menunjukkan 9 siswa memperoleh nilai kemampuan pemecahan masalah konseptual dengan kategori tinggi dengan persentase 26%, sedangkan 25 siswa memperoleh nilai kemampuan pemecahan masalah konseptual dengan kategori rendah dengan persentase 74%. Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar siswa memiliki kemampuan pemecahan masalah konseptual yang rendah.

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis data diperoleh hasil bahwa 9 siswa memiliki kemampuan pemecahan masalah konseptual dengan kategori tinggi dengan persentase 26%, sedangkan 25 siswa memiliki kemampuan pemecahan masalah konseptual dengan kategori rendah dengan persentase 74%. Kesulitan yang dihadapi siswa dalam memecahkan permasalahan konseptual fluida dinamis akan dikaji pada setiap butir soal berdasarkan rubrik kemampuan pemecahan masalah konseptual.

Butir soal nomor 1 menyajikan konsep debit aliran fluida yang mengalir masuk dan keluar dari sebuah pipa. Butir soal ini termasuk ke dalam kategori C4 atau *analyze* berdasarkan

taksonomi Bloom. Pada butir soal ini siswa diharapkan mampu menganalisis berapa dan bagaimana debit aliran fluida yang masuk/keluar dari pipa. Siswa diharapkan mampu menerapkan konsep prinsip kontinuitas yang menjelaskan bahwa debit aliran fluida memiliki jumlah yang sama besar di setiap titik masuk/keluarnya fluida. Analisis jawaban siswa berdasarkan rubrik kemampuan pemecahan masalah konseptual memperoleh hasil 12 siswa menjawab benar dan alasan tepat dengan persentase 35%, sedangkan 22 siswa menjawab salah dengan persentase 65%. Siswa yang benar dalam menjawab butir soal nomor 1 memiliki jawaban yang sesuai dengan konsep prinsip kontinuitas, sedangkan siswa yang salah dalam menjawab butir soal nomor 1 memiliki jawaban yang tidak sesuai dan konsisten dengan/terhadap konsep prinsip kontinuitas. Hasil analisis jawaban butir soal nomor 1 menunjukkan bahwa sebagian besar siswa mengalami kesulitan untuk memecahkan permasalahan konseptual pada konsep prinsip kontinuitas.

Butir soal nomor 2 menyajikan konsep hukum Bernoulli yang menjelaskan tentang hubungan antara kecepatan aliran fluida terhadap tekanan yang ditimbulkan pada suatu daerah. Butir soal ini termasuk ke dalam kategori C4 atau *analyze* berdasarkan taksonomi Bloom. Pada butir soal ini siswa diharapkan mampu menganalisis ketinggian air yang dipengaruhi oleh kecepatan aliran udara di dalam sebuah pipa. Siswa diharapkan mampu menerapkan konsep hubungan antara kecepatan aliran fluida dengan tekanan yang ditimbulkan pada suatu titik di dalam pipa. Analisis jawaban siswa berdasarkan rubrik kemampuan pemecahan masalah konseptual memperoleh hasil 7 siswa menjawab benar dan alasan tepat dengan persentase 21%, sedangkan 27 siswa menjawab salah dengan persentase 79%. Siswa yang benar dalam menjawab butir soal nomor 2 memiliki jawaban yang sesuai dengan konsep hubungan kecepatan aliran udara dengan tekanan yang ditimbulkan pada suatu titik di pipa. Pipa yang memiliki diameter lebih kecil akan meningkatkan kecepatan udara yang melewatinya sehingga menimbulkan tekanan yang rendah pada pipa yang dihubungkan dengan air. Keadaan ini akan menyebabkan air tersedot naik sehingga memiliki ketinggian yang berbeda-beda dengan pipa lainnya. Siswa yang salah dalam menjawab butir soal nomor 2 memiliki jawaban yang tidak sesuai dengan konsep hubungan kecepatan fluida dengan tekanan yang ditimbulkan. Sebagian siswa terkecoh dengan adanya *variable air pump* yang ditambahkan ke dalam gambar. Siswa memiliki pemahaman bahwa *air pump* adalah faktor yang menyebabkan ketinggian air di dalam pipa. Hasil analisis jawaban butir soal nomor 2 menunjukkan bahwa sebagian besar siswa mengalami kesulitan untuk memecahkan permasalahan konseptual pada konsep hukum Bernoulli pada kasus hubungan kecepatan aliran udara dengan tekanan yang ditimbulkan berdasarkan perbedaan diameter pipa.

Butir soal nomor 3 menyajikan konsep hukum Bernoulli pada hubungan kecepatan fluida yang mengalir terhadap tekanan yang dapat ditimbulkan. Butir soal ini termasuk ke dalam kategori C4 atau *analyze* berdasarkan taksonomi Bloom. Pada butir soal ini siswa diharapkan mampu menganalisis hubungan kecepatan angin yang bertiup di atas cerobong asap sebuah terhadap tekanan yang ditimbulkan di dalam rumah tersebut. Siswa diharapkan mampu menerapkan konsep hubungan kecepatan aliran fluida dengan tekanan yang ditimbulkan. Analisis jawaban siswa berdasarkan rubrik kemampuan pemecahan masalah konseptual memperoleh hasil 19 siswa menjawab benar dan alasan tepat dengan persentase 56%, sedangkan 15 siswa menjawab salah dengan persentase 44%. Siswa yang benar dalam menjawab butir soal nomor 1 memiliki jawaban yang sesuai dengan konsep hukum Bernoulli.

Ketika angin bertiup di atas cerobong asap sebuah rumah dengan kecepatan tinggi, maka keadaan ini akan mengakibatkan tekanan udara di dalam rumah menjadi rendah sehingga menimbulkan aliran udara yang mengalir masuk melewati jendela dan keluar melewati cerobong asap. Siswa yang salah dalam menjawab butir soal nomor 3 memiliki jawaban yang tidak sesuai dan konsisten dengan/terhadap konsep hukum Bernoulli, siswa memiliki pemahaman bahwa angin akan masuk ke dalam cerobong asap dan menimbulkan aliran udara yang akan keluar melewati jendela. Hasil analisis jawaban butir soal nomor 3 menunjukkan bahwa sebagian besar siswa mampu memecahkan permasalahan konseptual pada konsep hukum Bernoulli pada kasus angin yang bertiup melewati cerobong asap.

Butir soal nomor 4 menyajikan konsep hukum Bernoulli. Butir soal ini termasuk ke dalam kategori C4 atau *analyze* berdasarkan taksonomi Bloom. Pada butir soal ini siswa diharapkan mampu menganalisis kecepatan aliran gas berdasarkan ketinggian air di dalam pipa. Siswa diharapkan mampu menerapkan konsep hubungan antara kecepatan aliran fluida dengan tekanan yang ditimbulkan pada suatu titik di dalam pipa. Analisis jawaban siswa berdasarkan rubrik kemampuan pemecahan masalah konseptual memperoleh hasil 11 siswa menjawab benar dan alasan tepat dengan persentase 32%, sedangkan 23 siswa menjawab salah dengan persentase 68%. Siswa yang benar dalam menjawab butir soal nomor 4 memiliki jawaban yang sesuai dengan konsep hubungan kecepatan aliran udara dengan tekanan yang ditimbulkan pada suatu titik di pipa. Pipa yang berisi air dengan ketinggian tertinggi disebabkan oleh rendahnya tekanan udara di atas pipa tersebut. Tekanan udara yang rendah diakibatkan oleh kecepatan aliran gas yang tinggi. Siswa yang salah dalam menjawab butir soal nomor 4 memiliki jawaban yang tidak sesuai dengan konsep hukum Bernoulli. Siswa salah dalam menganalisis variable ketinggian air, tekanan, diameter pipa, dan kecepatan aliran gas yang saling berhubungan. Hasil analisis jawaban butir soal nomor 4 menunjukkan bahwa sebagian besar siswa mengalami kesulitan untuk memecahkan permasalahan konseptual pada konsep hukum Bernoulli pada kasus hubungan kecepatan aliran udara dengan tekanan yang ditimbulkan berdasarkan ketinggian air.

Butir soal nomor 5 menyajikan konsep hukum Bernoulli. Butir soal ini termasuk ke dalam kategori C4 atau *analyze* berdasarkan taksonomi Bloom. Pada butir soal ini siswa diharapkan mampu menganalisis kecepatan aliran air dan tekanan yang ditimbulkan berdasarkan diameter pipa yang dilewati oleh air. Siswa diharapkan mampu menerapkan konsep hukum Bernoulli terkait hubungan antara kecepatan aliran fluida dengan tekanan yang ditimbulkan pada suatu titik di dalam pipa. Analisis jawaban siswa berdasarkan rubrik kemampuan pemecahan masalah konseptual memperoleh hasil 13 siswa menjawab benar dan alasan tepat dengan persentase 38%, sedangkan 21 siswa menjawab salah dengan persentase 62%. Siswa yang benar dalam menjawab butir soal nomor 5 memiliki jawaban yang sesuai dengan konsep hukum Bernoulli. Air yang melewati pipa dengan diameter terkecil memiliki kecepatan aliran yang tertinggi dan tekanan yang terendah. Siswa yang salah dalam menjawab butir soal nomor 5 memiliki jawaban yang tidak sesuai dengan konsep hukum Bernoulli. Siswa salah dalam menganalisis variable diameter pipa, tekanan, dan kecepatan aliran air yang saling berhubungan. Hasil analisis jawaban butir soal nomor 5 menunjukkan bahwa sebagian besar siswa mengalami kesulitan untuk memecahkan permasalahan konseptual pada konsep hukum Bernoulli pada kasus hubungan kecepatan aliran udara dengan tekanan yang ditimbulkan berdasarkan diameter pipa.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa sebagian besar siswa mengalami kesulitan dalam menyelesaikan soal fluida dinamis. Kesulitan yang dialami siswa disebabkan karena kemampuan pemecahan masalah konseptual materi fluida dinamis tergolong rendah. Kajian dan penelitian lanjutan perlu dilakukan untuk mengatasi permasalahan rendahnya kemampuan pemecahan masalah konseptual siswa.

DAFTAR RUJUKAN

- Docktor, J. L., & Mestre, J. P. (2014). Synthesis of discipline-based education research in physics. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.10.020119>
- Docktor, J. L., Strand, N. E., Mestre, J. P., & Ross, B. H. (2015). Conceptual problem solving in high school physics. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 20106, 1–13. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.11.020106>
- Jang, H. (2016). Identifying 21st Century STEM Competencies Using Workplace Data. *Journal of Science Educational Technology*, 25:284–301, 18. <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9593-1>
- Krause, E. (2005). *Fluid Mechanics*. Springer International Publishing.
- Knight, R. D. (2017). *Physics For Scientists and Engineers : A Strategic Approach with Modern Physics*. California, United State of America: Pearson Education.
- Rahman, A. (2016). A blended learning approach to teach fluid mechanics in engineering. *European Journal of Engineering Education*, 0(0), 1–8. <https://doi.org/10.1080/03043797.2016.1153044>