

# Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa melalui Pendekatan *Conceptual Problem Solving* pada Materi Termodinamika

Dewi Nur Azizah<sup>1</sup>, Sutopo<sup>1</sup>, Siti Zulaikah<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Pendidikan Fisika-Pascasarjana Universitas Negeri Malang

## INFO ARTIKEL

### Riwayat Artikel:

Diterima: 23-03-2018  
Disetujui: 19-11-2018

### Kata kunci:

*conceptual problem solving approach;*  
*problem solving skill;*  
*thermodynamics;*  
*pendekatan conceptual problem solving;*  
*kemampuan pemecahan masalah;*  
*termodinamika*

### Alamat Korespondensi:

Dewi Nur Azizah  
Pendidikan Fisika  
Pascasarjana Universitas Negeri Malang  
Jalan Semarang 5 Malang  
E-mail: dewinurazizah231.dna@gmail.com

## ABSTRAK

**Abstract:** Problem solving skills are one of the goals of physics learning. A certain strategy is needed to help students improve problem-solving skills. The conceptual problem solving approach is a problem-solving approach where students are guided through problem solving using appropriate physical principles. The purpose of this study is to know the improvement student's problem solving skill through conceptual problem solving approach on the thermodynamic topic. The method of this study is *one group pretest-posttest design*. The subjects of this study 32 students of class XI MIPA high school in Kediri. This results that conceptual problem solving approach can improve student's problem solving skills on thermodynamic topic with the value of *N-Gain* 0,36 and effect size 2,6.

**Abstrak:** Kemampuan pemecahan masalah merupakan salah satu tujuan pada pembelajaran fisika. Diperlukan strategi tertentu untuk membimbing siswa meningkatkan kemampuan pemecahan masalah. Pendekatan *conceptual problem solving* merupakan pendekatan pembelajaran dimana siswa dibimbing menyelesaikan masalah menggunakan prinsip fisika yang tepat. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui peningkatan kemampuan pemecahan masalah siswa melalui pendekatan *conceptual problem solving* pada topik termodinamika. Metode penelitian yang digunakan *one group pretest-posttest design*. Subjek penelitian adalah 32 siswa kelas XI MIPA salah satu SMA di kota Kediri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan *conceptual problem solving* dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa dengan *N-Gain* sebesar 0,36 dan *effect size* sebesar 2,6.

Termodinamika merupakan ilmu yang mempelajari transfer dan transformasi energi panas dan usaha antara sistem dan lingkungan (Haglund & Jeppsson, 2013). Termodinamika menjelaskan perubahan keadaan sistem akibat interaksi dengan lingkungan melalui pertukaran energi, baik secara termal (melalui kalor) dan secara mekanik (melalui usaha). Pelajaran termodinamika di SMA mengharapkan siswa dapat memahami prinsip usaha pada proses termodinamika, memahami hubungan kalor, usaha, dan perubahan energi dalam pada hukum I termodinamika, serta dapat memahami penerapan prinsip hukum II termodinamika pada mesin kalor dan mesin pendingin. Termodinamika merupakan topik yang sulit bagi banyak siswa (Sriyansyah & Suhandi, 2016). Sebagai contoh siswa sering menggunakan istilah kalor dan energi dalam secara tidak konsisten (Schnittka & Bell, 2011; Brookes & Etkina, 2015), cenderung memandang kalor dengan temperatur sebagai hubungan sebab akibat, mengalami kesulitan menerapkan hukum I termodinamika untuk menentukan kalor yang ditransfer berdasarkan diagram *P-V* (Wattanakasiwich et al., 2013). Siswa juga mengalami kesulitan untuk menentukan usaha melalui konsep luas dibawah kurva berdasarkan diagram *P-V*. Hal ini dikarenakan tidak terbiasanya siswa memecahkan masalah menggunakan diagram *P-V* (Nguyen & Rebello, 2011).

Doctor et al. (2015) menawarkan pendekatan pemecahan masalah melalui *conceptual problem solving*. Pendekatan pemecahan masalah tersebut membimbing siswa dalam memecahkan masalah dengan mengidentifikasi prinsip fisika yang tepat (*principle*), membenarkan prinsip yang diterapkan pada masalah (*justification*), dan merencanakan solusi yang harus ditempuh sebelum memecahkan masalah (*plan*). Dengan demikian, siswa diharapkan harus memahami prinsip fisika yang tepat untuk memecahkan masalah. Doctor et al. (2015) menyatakan bahwa siswa yang telah diberi perlakuan pendekatan *conceptual problem solving* saat pembelajaran, memperoleh skor yang tinggi pada pengukuran pemecahan masalah. De Cock (2012) menyatakan keberhasilan siswa dalam memecahkan masalah adalah terletak pada konsep fisika yang digunakan dalam

pemecahan masalah. Penelitian mengenai pendekatan *conceptual problem solving* telah banyak dilakukan pada berbagai topik fisika, tetapi belum banyak pada materi termodinamika. Pada penelitian ini, kami menerapkan *conceptual problem solving* pada topik termodinamika. Secara garis besar, penerapan strategi tersebut diuraikan sebagai berikut.

Guru terlebih dulu memperkenalkan *conceptual problem solving* kepada siswa, serta tahapan-tahapan memecahkan masalah pada strategi tersebut melalui contoh soal. Guru bersama-sama siswa menyelesaikan contoh soal tersebut secara bertahap. Pada tahapan *principle*, guru dan siswa bersama-sama menentukan prinsip fisika yang tepat untuk memecahkan masalah. Pada tahapan *justification*, guru dan siswa bersama-sama membuat justifikasi terhadap ketepatan prinsip. Tahapan *plan*, guru dan siswa bersama-sama menetapkan langkah-langkah yang digunakan untuk memecahkan masalah, misalnya menetapkan besaran-besaran yang diketahui dan ditanya, menuliskan persamaan yang digunakan, mensubstitusi besaran-besaran yang diketahui, dan menghitung hasil jawaban. Setelah siswa memahami penggunaan *conceptual problem solving* dalam memecahkan masalah, siswa diberi latihan soal dan mengerjakan secara berkelompok. Contoh format latihan soal tentang penerapan hukum I termodinamika pada proses termodinamika ditunjukkan pada Gambar 1. Siswa diminta memecahkan soal tersebut secara bertahap. Artikel ini difokuskan untuk mengetahui peningkatan kemampuan pemecahan masalah siswa setelah mendapatkan perlakuan pendekatan *conceptual problem solving*.

*Problem:*  
Seorang ilmuwan fisika melakukan eksperimen 2 mol gas ideal yang berada dalam silinder berpiston. Gas mengalami proses dari keadaan awal X berlanjut ke keadaan Y dan Z, dan kembali ke keadaan X. Jika gas mengalami proses isokhorik (XY), ekspansi adiabatik (YZ), dan kompresi isobarik (ZX), dan suhu pada keadaan X, Y, dan Z masing-masing adalah 27 °C, 527 °C, dan 227 °C. Tentukan kalor, perubahan energi dalam, dan usaha pada masing-masing proses.

*Principle:*  
.....  
.....

*Justification:*  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

*Plan:*

Langkah-Langkah	Persamaan yang digunakan
1. Menetapkan besaran-besaran terkait, seperti diketahui dan ditanya.	Jawab: Diketahui: ..... ..... ..... Ditanya: ..... .....
2. Menuliskan prinsip fisika yang sesuai untuk memecahkan masalah	Jawab: .....
3. Menentukan usaha ( $W$ ), kalor ( $Q$ ), dan perubahan energi dalam ( $\Delta U$ ) pada setiap proses.	..... ..... .....
4. Mensubstitusikan nilai dan menghitung hasil jawaban.	..... ..... .....

Gambar 1. Latihan soal menggunakan *Conceptual Problem Solving*

## METODE

Metode penelitian yang digunakan *one group pretest-posttest design*. Pengumpulan data diawali dengan *pretest* untuk mengetahui kemampuan pemecahan masalah awal siswa, kemudian dilakukan perlakuan menggunakan pendekatan pemecahan masalah *conceptual problem solving*. Setelah perlakuan dilakukan *posttest* untuk mengetahui perkembangan kemampuan pemecahan masalah siswa. Rubrik penilaian kemampuan pemecahan masalah siswa berdasarkan proses pemecahan masalah yang dikembangkan oleh Doctor et al. (2016) seperti disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1. Rubrik Skoring Kemampuan Pemecahan Masalah**

Indikator	4	3	2	1	0
<i>Useful description</i>	Deskripsi yang dibuat tepat dan lengkap.	Deskripsi yang dibuat terdapat sedikit kesalahan.	Sebagian deskripsi yang dibuat mengandung kesalahan.	Deskripsi yang dibuat salah.	Tidak mendeskripsikan masalah.
<i>Physics approach</i>	Prinsip fisika yang digunakan tepat dan lengkap.	Prinsip fisika yang digunakan terdapat sedikit kesalahan.	Sebagian prinsip fisika yang digunakan tidak tepat.	Prinsip fisika yang digunakan salah.	Tidak menggunakan prinsip fisika apapun dalam menyelesaikan masalah.
<i>Specific application of physics</i>	Menerapkan prinsip fisika yang dibuat tepat dan lengkap.	Prinsip fisika yang diterapkan terdapat sedikit kesalahan.	Sebagian prinsip fisika yang diterapkan tidak tepat.	Penerapan prinsip fisika tidak tepat untuk menyelesaikan masalah.	Tidak menerapkan prinsip fisika apapun saat menyelesaikan masalah.
<i>Mathematical prosedur</i>	Prosedur matematika yang dibuat tepat dan lengkap.	Prosedur matematika yang digunakan terdapat sedikit kesalahan.	Sebagian prosedur matematika yang digunakan terdapat kesalahan.	Semua prosedur matematika yang digunakan salah.	Tidak terdapat prosedur matematika yang digunakan.
<i>Logical progression</i>	Keseluruhan solusi masalah yang dinyatakan dengan jelas, tepat, dan lengkap.	Solusi masalah yang dibuat terdapat kekurangan.	Sebagian dari solusi masalah yang dibuat tidak tepat.	Semua dari solusi masalah yang dibuat tidak tepat.	Tidak membuat solusi permasalahan.

Pedoman penskoran *pretest* dan *posttest* kemampuan pemecahan masalah siswa dilakukan dengan membagi antara skor yang diperoleh dengan skor maksimum kemudian dikali 100. Dimana skor maksimum tiap soal adalah 20. Subjek penelitian sebanyak 32 siswa kelas XI MIPA yang belum menempuh mata pelajaran termodinamika. Data *pretest* dan *posttest* berasal dari tes pemecahan masalah yang diberikan kepada siswa sebelum perlakuan dan di akhir penelitian setelah perlakuan. Tes pemecahan masalah terdiri atas delapan soal uraian dengan submateri proses termodinamika, hukum I termodinamika dan hukum II termodinamika.

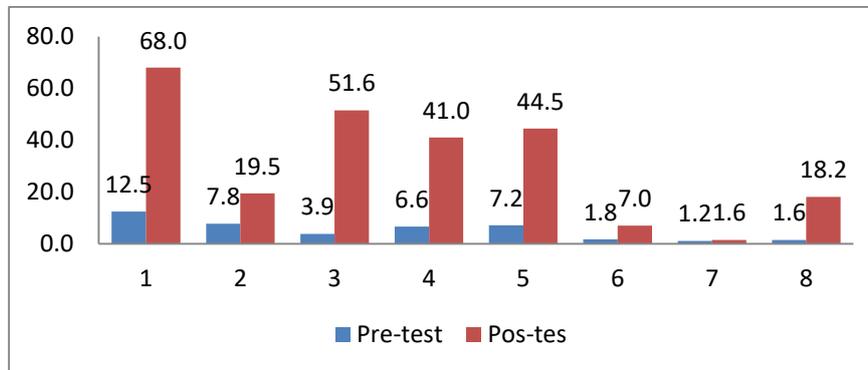
## HASIL

Berdasarkan hasil tes pemecahan masalah siswa saat *pretest* dan *posttest*, diperoleh skor kemampuan pemecahan masalah siswa saat *pretest* dan *posttest*. Skor ini berdasarkan jawaban siswa dan diskoring menggunakan rubrik skor kemampuan pemecahan masalah pada Tabel 1. Berdasarkan hasil tes pemecahan masalah siswa saat *pretest* diperoleh rentang skor 0 hingga 24, dengan skor rata-rata 6,75, sedangkan saat *posttest* diperoleh rentang skor 0 hingga 72 dengan skor rata-rata 40. Hal tersebut menunjukkan terdapat peningkatan kemampuan pemecahan masalah siswa saat *posttest*.

Uji beda terhadap skor *pretest* dan *posttest* dilakukan dengan *paired sample t-test* diperoleh  $t_{hitung}$  sebesar  $-11,704$ , dengan jumlah sampel 32 maka  $t_{tabel}$  sebesar 1,697 dan diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,00. Karena  $-t_{hitung} < -t_{tabel}$  dan nilai signifikansi  $0,00 < \alpha (0,05)$ , dapat disimpulkan adanya perbedaan yang signifikan antara skor *pretest* dan *posttest* kemampuan pemecahan masalah siswa. Peningkatan kemampuan pemecahan masalah siswa berdasarkan skor *pretest* dan *posttest* ditunjukkan dari *N-Gain* sebesar 0,36 dimana menunjukkan adanya peningkatan kemampuan pemecahan masalah siswa pada kategori sedang. Terdapat pengaruh *conceptual problem solving* terhadap kemampuan pemecahan masalah siswa ditunjukkan dari hasil analisis *effect size* sebesar 2,6 dimana menunjukkan bahwa pembelajaran menggunakan pendekatan *conceptual problem solving* memberikan pengaruh yang kuat pada kemampuan pemecahan masalah siswa pada materi termodinamika.

### PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil *pretest* dan *posttest* siswa, diperoleh peningkatan skor siswa dalam menyelesaikan soal kemampuan pemecahan masalah pada materi termodinamika. Peningkatan kemampuan pemecahan masalah siswa ditunjukkan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Peningkatan skor rata-rata *pretest* dan *posttest* tiap soal

Berdasarkan data *pretest* pemecahan masalah diperoleh kemampuan pemecahan masalah siswa yang tergolong rendah, seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Hal ini terjadi karena sebagian besar siswa hanya dapat membuat deskripsi masalah, tanpa membuat prinsip fisika, menerapkan prinsip fisika yang tidak tepat, membuat prosedur matematika dengan tidak tepat, serta tidak membuat solusi masalah. Berdasarkan Gambar 2 menunjukkan adanya peningkatan skor *posttest* kemampuan pemecahan masalah siswa setelah perlakuan diberikan. Hal ini terjadi adanya peningkatan dalam penggunaan prinsip fisika serta menerapkan prosedur matematika dengan tepat saat memecahkan masalah. Meskipun demikian masih ditemukan siswa yang cenderung menggunakan prosedur matematika saat memecahkan masalah tanpa menggunakan prinsip fisika yang tepat, dimana siswa cenderung saling menghubungkan besaran-besaran yang diketahui antar satu sama lain untuk dihitung (Ogilvie, 2009). Berdasarkan hasil tes pemecahan masalah siswa saat *posttest* masih ditemukan kesulitan yang dialami siswa saat memecahkan masalah, seperti saat memecahkan masalah hukum I termodinamika dalam menentukan tanda positif atau negatif serta memaknai tanda tersebut pada kalor (Suryantari, 2013; Djarod & Wiyono, 2015), serta saat memecahkan masalah hukum II termodinamika terutama pada penggunaan prinsip entropi (Haglund & Jeppsson, 2013; Langbeheim & Safran, 2013; Loverude, 2015; Sabo et al., 2016).

### SIMPULAN

Berdasarkan data yang diperoleh dan pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa pendekatan *conceptual problem solving* dapat membantu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa dengan *N-Gain* sebesar 0,36 dan *effect size* sebesar 2,6. Berdasarkan hasil penelitian ini, implikasi dan saran pada pengajaran fisika khususnya pada kemampuan pemecahan masalah siswa adalah guru dapat memberikan masalah yang multirepresentasi dan menggunakan pendekatan pemecahan masalah yang dapat membimbing siswa menggunakan prinsip fisika yang tepat saat memecahkan masalah, salah satunya melalui pendekatan *conceptual problem solving*.

### DAFTAR PUSTAKA

- Brookes, D. T., & Etkina, E. (2015). The Importance of Language in Students' Reasoning about Heat in Thermodynamic Processes. *International Journal of Science Education*, 37(5-6), 759–779. <http://doi.org/10.1080/09500693.2015.1025246>
- De Cock, M. (2012). Representation use and strategy choice in physics problem solving. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 8(2), 1–15. <http://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.8.020117>
- Djarod, F. I., & Wiyono, E. (2015). Analisis Kesalahan dalam Menyelesaikan Soal Materi Pokok Termodinamika pada Siswa Kelas XI SMA Al Islam 1 Surakarta Tahun Ajaran 2013/2014. *Prosiding: Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika*, 6(6), 306–312.
- 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*, 11(2), 1–13. <http://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.11.020106>
- Haglund, J., & Jeppsson, F. (2013). Confronting Conceptual Challenges in Thermodynamics by Use of Self-Generated Analogies. *Science & Education*, 23(7), 1505–1529. <http://doi.org/10.1007/s11191-013-9630-5>
- Langbeheim, E., & Safran, S. A. (2013). Evolution in students' understanding of thermal physics with increasing complexity. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 9(2), 1–22. <http://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.9.020117>

- Loverude, M. (2015). Identifying student resources in reasoning about entropy and the approach to thermal equilibrium, *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 11(2), 1–14. <http://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.11.020118>
- Nguyen, D. H., & Rebello, N. S. (2011). Students' understanding and application of the area under the curve concept in physics problems. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 7(1), 1–17. <http://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.7.010112>
- 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*, 5(2), 1–14. <http://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.5.020102>
- Schnittka, C., & Bell, R. (2011). Engineering Design and Conceptual Change in Science: Addressing thermal energy and heat transfer in eighth-grade Engineering Design and Conceptual Change in Science: Addressing thermal. *International Journal of Science Education*, 33(13), 1861–1887. <http://doi.org/10.1080/09500693.2010.529177>
- Sriyansyah, S. P., & Suhandi, A. (2016). Development of a Representational Conceptual Evaluation in The First Law of Thermodynamics Development of a Representational Conceptual Evaluation in The First Law of Thermodynamics, <https://www.researchgate.net/publication/280601263> diakses pada tanggal 18/05/2017.
- Suryantari, R. (2013). Problem Solving dengan Metode Identifikasi Variabel berdasarkan Skema: Tinjauan terhadap Formulasi Hukum Pertama Termodinamika. *Jurnal Fisika Indonesia*, 49 (17), 28–31.
- Wattanakasiwich, P., Taleab, P., Sharma, M. D., & Johnston, I. D. (2013). Development and Implementation of a Conceptual Survey in Thermodynamics. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 21(1), 29–53.