

KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH SISWA PADA TOPIK SUHU DAN KALOR MELALUI PEMBELAJARAN *COGNITIVE APPRENTICESHIP*

Imam Maksu Al Maliki, Arif Hidayat, Sutopo
Pendidikan Fisika-Pascasarjana Universitas Negeri Malang
Jalan Semarang 5 Malang E-mail: imam.maksu.almaliki@gmail.com

Abstract: Problem solving ability is one of the necessary abilities of students in studying physics. Therefore, these capabilities need to be taught to students in a variety of topics. This study aims to explore the students' problem solving ability on heat and temperature through cognitive apprenticeship learning. Subjects in this study were 19 students of class C2 XMIPA SMAN 9 Malang academic year 2015/2016. The research method used was embedded mixed-method experimental models. The results showed: (1) The students' problem solving ability has increased significantly with the average N-Gain score of 0.53 (medium category), and the value of the effect size was -2.57 (very strong category); (2) The students' problem solving ability in general have a positive change in phase useful description, physics approach, mathematical procedures, and logical progression

Keywords: Problem solving ability, heat and temperature, cognitive apprenticeship learning

Abstrak: Kemampuan pemecahan masalah merupakan salah satu kemampuan yang diperlukan siswa dalam mempelajari fisika. Oleh karena itu, kemampuan tersebut perlu diajarkan kepada siswa dalam berbagai topik. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi kemampuan pemecahan masalah siswa pada topik suhu dan kalor melalui pembelajaran *cognitive Apprenticeship*. Subjek dalam penelitian ini adalah 19 siswa kelas XMIPA C2 SMAN 9 Malang tahun akademik 2015/2016. Metode penelitian yang digunakan adalah *mixed method embedded experimental design*. Hasil penelitian menunjukkan (1) kemampuan pemecahan masalah siswa mengalami peningkatan signifikan dengan *N-Gain* skor rata-rata sebesar 0,53 (kategori sedang), dan nilai *effect size* sebesar -2,57 (kategori sangat kuat); (2) Kemampuan pemecahan masalah siswa mengalami perubahan positif pada tahap *useful description, physics approach, mathematical procedure*, maupun *logical progression*.

Kata kunci: kemampuan pemecahan masalah, suhu dan kalor, pembelajaran *cognitive Apprenticeship*

Tujuan dari pembelajaran fisika pada dasarnya adalah membimbing siswa mengaplikasikan pengetahuan yang dimiliki dalam aktivitas pemecahan masalah. Untuk mencapai tujuan tersebut berbagai usaha telah dilakukan oleh peneliti pendidikan fisika, diantaranya mengembangkan strategi pembelajaran, mengadopsi *problem-framework* yang eksplisit, melakukan *cooperative group problem solving*, dan menerapkan *computer homework* atau *tutor system* (Docktor dan Mestre, 2014). Aktivitas pemecahan masalah melibatkan kemampuan pemecahan masalah yang baik untuk dapat menemukan solusi yang tepat, sehingga mengajar siswa mengembangkan kemampuan pemecahan masalah adalah suatu keharusan.

Kenyataan yang terjadi dalam dunia pendidikan adalah kemampuan pemecahan masalah yang dimiliki siswa masih rendah. Hasil penelitian *Organization for Economic Cooperation and Development* (OECD) melalui program PISA (*Programme for International Student Assessment*) 2012 pada tes pemecahan masalah (*problem solving*) menunjukkan bahwa siswa Indonesia memperoleh skor sebesar 382 poin dari skor rata-rata standar sebesar 500 poin (OECD, 2014). Penelitian yang dilakukan oleh Redish (2005) juga mengungkapkan kemampuan siswa menyelesaikan masalah masih kurang, dimana siswa belum mampu menyelesaikan masalah yang lebih kompleks.

Kemampuan pemecahan masalah telah banyak diteliti peneliti pendidikan fisika melalui berbagai strategi. Beberapa di antaranya menyelidiki kemampuan pemecahan masalah melalui *collaborative learning* (Adolphus, dkk, 2013), *context based learning* (Yu, dkk, 2014), *project based learning* (Mettas dan Constantinou, 2007), *design and evaluation of digital learning material* (Diederer, dkk, 2005), *peer assessment based game* (Hwang dkk, 2014), pengembangan web internet fisika (Doyan dan Sukmantara, 2014), *modeling instruction* (Sujarwanto, dkk, 2014) dan *problem solving strategy* (Taale, 2011; Caliskan, dkk, 2010; Warinum, 2012; Heller dkk, 1992; Selcuk, dkk, 2008; Cankoy dan Darbaz, 2010).

Terdapat keterbatasan pada setiap penelitian yang telah dilakukan oleh para peneliti, sehingga Docktor dan Mestre (2014) dalam *review* artikelnya memberikan saran adanya penelitian yang mengadopsi strategi pembelajaran yang sudah dilakukan untuk membantu siswa mengembangkan kemampuan pemecahan masalahnya. Salah satu strategi pembelajaran dapat diadopsi untuk membimbing siswa mengembangkan kemampuan pemecahan masalahnya adalah strategi pembelajaran *cognitive apprenticeship*, yaitu strategi pembelajaran yang dikembangkan oleh Collins, dkk (1989) untuk mengajarkan suatu keterampilan. *Cognitive apprenticeship* dikembangkan berdasarkan model teori pembelajaran *situated cognition learning*, dimana menurut model teori ini pengetahuan merupakan hasil dari pengkulturan proses (Docktor & Mestre, 2014). Tahap pembelajaran *cognitive apprenticeship*, meliputi *Modeling, Coaching, Scaffolding, Articulation, Reflection, Exploration* (Collins, dkk, 1989).

Sebagian besar penelitian yang telah dilakukan terkait kemampuan pemecahan masalah terfokus pada topik mekanika, karena topik tersebut merupakan topik pembahasan yang kompleks dalam bidang fisika. Namun masih banyak topik pembahasan lain yang juga kompleks. Pada topik-topik tersebut belum banyak diteliti terkait kemampuan pemecahan masalah siswa, contohnya adalah topik suhu dan kalor, dimana topik ini lebih banyak diteliti mengenai penguasaan konsep siswa dan tidak dengan kemampuan masalahnya. Oleh karena itu, penting juga diteliti kemampuan pemecahan masalah pada topik suhu dan kalor.

METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah *mixed-method embedded experimental model*. Penelitian dilakukan di SMAN 9 Malang. Subjek penelitian adalah siswa kelas XMIPA-C2 tahun ajaran 2015/2016 berjumlah 19 siswa yang terdiri dari 4 siswa dan 15 siswi. Sebelum strategi *cognitive apprenticeship* diterapkan, dilakukan *pretest* untuk mengidentifikasi kemampuan pemecahan siswa terkait materi suhu dan kalor sebelum pembelajaran. Selain itu dilakukan juga *posttest* setelah pembelajaran dilaksanakan dengan tujuan yang sama saat *pretest*. Instrumen penelitian berupa tes kemampuan pemecahan masalah, silabus, RPP, LKS, lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran, dan catatan lapangan. Analisis data dilakukan dengan dua cara yaitu dengan cara kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif berupa langkah-langkah peserta didik dalam menyelesaikan tes pemecahan masalah pada *pre-test* dan *post-test*, sedangkan data kuantitatif berupa skor tes kemampuan pemecahan masalah pada *pre-test* dan *post-test*. Data kuantitatif dianalisis dengan uji beda *Wilcoxon signed rank*, uji *effect size* dan, uji *N-Gain*, sedangkan data kualitatif dianalisis dengan koding dan reduksi data.

HASIL

Analisis statistik untuk kemampuan pemecahan masalah dilakukan dengan bantuan *IBM SPSS Statistics* Versi 23. Hasil analisis baik statistik deskriptif maupun inferensial disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Deskripsi Hasil Analisis Skor Kemampuan Pemecahan Masalah

Unsur-Unsur Statistik	<i>Pre-test</i>	<i>Post-test</i>
N	19	19
$\bar{X}$	25.53	63.79
X_{max}	54	82
X_{min}	5	34
SD	14.531	15.939
<i>Sig. Wilcoxon signed Rank test</i>	0.00	
Z_{Hitung}	-3.825	
<i>N-gain</i>	0.53	
<i>Effect size</i>	-2.57	

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa skor rata-rata kemampuan pemecahan masalah peserta didik mengalami peningkatan. Berdasarkan Uji *Wilcoxon signed Rank* nilai signifikansi kurang dari 0.05 sehingga H_0 ditolak, hal tersebut berarti bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada skor rata-rata kemampuan pemecahan masalah peserta didik pada *pretest* dan *posttest*. Nilai *effect size* sebesar -2.57 menunjukkan perbedaan tersebut termasuk dalam kategori sangat kuat (Leech dkk, 2005: 56). Sedangkan nilai *N-Gain* sebesar 0.53 menunjukkan peningkatan skor rata-rata kemampuan pemecahan masalah peserta didik termasuk dalam kategori sedang (Hake, 1998:65).

Kemampuan pemecahan masalah yang diukur dalam penelitian ini dibatasi pada empat tema yaitu prinsip pemuaian pada zat padat, Azas Black, pengaruh kalor terhadap perubahan wujud zat, dan perpindahan kalor secara konduksi. Kemampuan pemecahan masalah peserta dianalisis dengan mengkodekan langkah-langkah yang dilalui peserta didik dalam menyelesaikan masalah setiap tema baik pada *pretest* maupun *posttest*, kemudian data hasil koding direduksi dan disajikan dalam bentuk tabel krosstabulasi kemampuan pemecahan masalah *pretest* dan *posttest*.

Tabel 2. Krostabulasi Pretest-Posttest Tahap *Useful Description* Soal Prinsip Pemuaian Pada Zat Padat

		POSTTEST			Total
		DBSG	DBSK	DBTL	
PRETEST	DTA	1	4	0	5
	DSLH	0	2	0	2
	DSBG	0	6	0	6
	DBSK	0	5	0	5
	DBTL	0	0	1	1
Total		1	17	1	19

Keterangan: DTA : Deskripsi Tidak Ada

DBSK : Deskripsi Benar, terdapat kesalahan kecil

DSL H: Deskripsi yang Dibuat Salah DBTL: Deskripsi tepat dan lengkap

DSBG: Deskripsi Benar Sebagian

Tabel 3. Krostabulasi Pretest-Posttest Tahap *Physics Approach* Soal Prinsip Pemuaian Pada Zat Padat

		POSTTEST		Total
		PFBSK	PFBL	
PRETEST	TAPF	4	8	12
	PFS	0	1	1
	PFSB	1	1	2
	PFBL	0	4	4
Total		5	14	19

Keterangan: TAPF: Tidak Ada Pendekatan Fisika

PFBSK : Pendekatan Fisika Benar, terdapat kesalahan kecil

PFS: Pendekatan Fisika Salah

PFBL : Pendekatan Fisika tepat dan lengkap

PFSB: Pendekatan Fisika Benar Sebagian

Tabel 4. Krostabulasi Pretest – Posttest Tahap *Mathematical Procedur* Soal Prinsip Pemuaian Pada Zat Padat

		POSTTEST			Total
		PMBS	PMBTK	PMBL	
PRETEST	TPM	1	0	3	4
	PMS	0	1	5	6
	PMBS	0	0	4	4
	PMBTK	0	0	1	1
	PMBL	0	0	4	4
Total		1	1	17	19

Keterangan: TPM: Tidak Ada Prosedur Matematika

PMBTK: Prosedur Matematika Benar, terdapat kesalahan kecil

PMS: Prosedur Matematika Salah

PMBL: Prosedur Matematika Benar tepat dan lengkap

PMBS: Prosedur Matematika Benar Sebagian

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat dikatakan bahwa kemampuan pemecahan masalah peserta didik pada topik suhu dan kalor mengalami perubahan positif setelah pembelajaran *cognitive apprenticeship* dilaksanakan. Hal tersebut terlihat dari skor kemampuan pemecahan masalah peserta didik yang meningkat disertai dengan tahap-tahap pemecahan masalah yang lebih baik saat *posttest*. Tahap pemecahan masalah yang masih sulit dilakukan peserta didik pada seluruh tema penelitian adalah tahap *logical progression*. Pada tahap ini peserta didik dituntut untuk melakukan evaluasi terhadap kelogisan solusi permasalahan yang diberikan, namun sebagian besar peserta didik kurang mampu melakukan hal tersebut karena penguasaan konsep peserta didik belum terintegrasi secara menyeluruh, sehingga sulit bagi peserta didik untuk melakukan evaluasi terhadap kelogisan dari

solusi yang diberikan. Penguasaan konsep peserta didik yang belum terintegrasi secara menyeluruh akan menjadi penghambat bagi peserta didik dalam memecahkan permasalahan, hal tersebut telah dijelaskan dalam teori *knowledge in pieces* (Docktor & Mestre, 2014).

Peningkatan kemampuan pemecahan masalah peserta didik dalam penelitian ini tidak terlepas dari tahap-tahap pembelajaran *cognitive apprenticeship* yang telah diterapkan. Pembelajaran yang dikembangkan oleh Collins, dkk (1989) tersebut telah terbukti menjadi strategi pembelajaran yang lebih baik dalam mengajarkan pemecahan masalah dibandingkan dengan strategi pembelajaran tradisional (Vihavainen, dkk, 2008). Selain itu, pembelajaran tersebut juga terbukti meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik secara kolaboratif (Kuo, dkk, 2012). Merriënboer, dkk (2003) juga menyatakan dalam penelitiannya bahwa pembelajaran *cognitive apprenticeship* merupakan desain pembelajaran yang tepat untuk membelajarkan permasalahan yang kompleks sehingga dapat mengembangkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Kemampuan pemecahan masalah peserta didik pada topik suhu dan kalor melalui pembelajaran *cognitive apprenticeship* mengalami peningkatan signifikan dengan N-Gain skor rata-rata sebesar 0,53 (kategori sedang), dan nilai effect size sebesar -2,57 (kategori sangat kuat). Kemampuan pemecahan masalah peserta didik secara umum mengalami perubahan positif baik pada tahap *useful description*, *physics approach*, *mathematical procedure*, maupun *logical progression*. Tahap *logical progression* merupakan tahap pemecahan masalah yang paling sulit dilakukan oleh peserta didik baik pada pretest maupun posttest.

Saran

Kemampuan pemecahan masalah pada tahap *logical progression* perlu menjadi perhatian peneliti yang tertarik dalam bidang kajian kemampuan pemecahan masalah. Tahap *logical progression* sulit bagi siswa karena pada tahap ini siswa perlu mengintegrasikan konsep-konsep yang berkaitan dengan permasalahan yang sedang diselesaikan.

DAFTAR RUJUKAN

- Adolphus, T., Alamina, J & Aderonmu, T. 2013. The Effects of Collaborative Learning on Problem Solving Abilities among Senior Secondary School Physics Students in Simple Harmonic Motion. *Journal of Education and Practice*. 4 (25):95—100.
- Caliskan, S., Selçuk, G.S & Erol, M. 2010. Instruction of Problem Solving Strategies on Physics Achievement and Self Efficacy Beliefs. *Journal of Baltic Science Education*. 9 (1):20—34.
- Cankoy, O & Darbaz, S. 2010. Effect of A Problem Posing Based Problem Solving Instruction on Understanding Problem. *H. U. Journal of Education*. 38:11—24.
- Collins, A., Brown, J.S. & Newman, S.E. 1989. Cognitive apprenticeship: Teaching the craft of reading, writing, and mathematics. In L. B. Resnick (Ed.), *Knowing learning, and instruction: Essays in honor of Robert Glaser* (pp. 453–493). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Diederer, J., Gruppen, H., Hartog, R., Voragen & Alphons G.J. 2005. Design and Evaluation of Digital Learning Material to Support Acquisition of Quantitative Problem-Solving Skills Within Food Chemistry. *Journal of Science Education and Technology*. 14 (5/6):495—507.
- Docktor, J.L. & Mestre, José P. 2014. Synthesis of discipline-based education research in physics. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*. 10(2), 020119-1 - 020119-2.
- Doyan, A. & Sukmantara, I.K.Y. 2014. Pengembangan Web Intranet Fisika untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Kemampuan Pemecahan Masalah Peserta didik SMK. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*. 10 (2):117—127.
- Hake, R.R.1998. Interaktif Engagement Versus Tradisional Methodes: A Six-Thousand-Student Survey of Mechanics Test Data for Introductory Physics Course. *American Journal of Physics*, 66 (1):64—74.
- Heller, P., Keith, R. & Anderson, S. 1992. Teaching problem solving through cooperative grouping. Part 1: Group versus individual problem solving. *Am. J. Phys.* 60:627—636.
- Hwang, Gwo-Jen; Hung, Chun-Ming; Chen, Nian-Shing. 2014. Improving Learning Achievements, Motivations and Problem-Solving Skills through a Peer Assessment-Based Game Development Approach. *Education Tech Research*. 62:129—145.
- Kuo, Fan-Ray., Hwang, Gwo-Jen., Chen, Szu-Chuang. & Chen, S.Y. 2012. A Cognitive Apprenticeship Approach to Facilitating Web-based Collaborative Problem Solving. *Educational Technology & Society*, 15 (4):319—331.
- OECD. 2014. PISA 2012 results: Creative Problem Solving students skills in tackling real-life problems. Volume V, (Online), www.oecd.org/publishing/corrigenda, diakses pada tanggal 14 Februari 2015.
- Merriënboer, Jeroen J. G. van; Kirschner, Paul A.; and Kester, Liesbeth. 2003. Taking the Load Off a Learner's Mind: Instructional Design for Complex Learning. *Educational Psychologist*, 38 (1):5—13.
- Mettas, A.C. & Constantinou, C.C. 2007. The Technology Fair: a project-based learning approach for enhancing problem solving skills and interest in design and technology education. *Int J Technol Des Educ*, 18:79—100.

- Redish, E.F. 2005. Changing Student Ways of Knowing: What Should Our Students Learn in a Physics Class?. *Proceedings of World View on Physics Education 2005: Focusing on Change*, New Delhi, 2005 World Scientific Publishing Co., Singapore, in press, (Online) (<http://www.physics.umd.edu/perg/papers/redish/IndiaPlen.pdf>), diakses 2 Mei 2015.
- Selcuk, G.S., Caliskan, S. & Erol, M. 2008. The Effect of Problem Solving Instruction on Physics Achievement, Problem Solving Performance and Strategy use. *Latin American Journal Physics Education*. 2 (3):151—166.
- Sujarwanto, E., Hidayat, A. & Wartono. 2014. Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika Pada *Modeling Instruction* pada Peserta didik Sma Kelas XI. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 3(1):65—78.
- Taale. K.D. 2011. Improving Physics Problem Solving Skills of Students of Somanya Senior High Secondary Technical School in The Yilo Krobo District of Eastern Region of Ghana. *Journal of Education Practice*. 2 (61):8—20.
- Vihavainen, A., Paksula, M & Luukkainen, M. 2011. Extreme Apprenticeship Method in Teaching Programming for Beginners. SIGCSE'11, ACM 978.
- Yu, Kuang-Chao., Fan, Szu-Chun., Lin, Kuen-Yi. 2014. Enhancing Students' Problem-Solving Skills through Context-Based Learning. *International Journal of Science and Mathematics Education*.