

**Makalah
Pendamping**

**Peran Pendidik dan
Ilmuwan dalam
Menghadapi MEA**

ISSN : 2527-6670

Pengaruh *Thought Experiments* Terhadap Pemahaman Konsep Fisika Siswa SMA

Ahmad Kunari Limantoro, Muhardjito, Nandang Mufti

^{1,2}Pascasarjana Program Studi Fisika Universitas Negeri Malang
Email: ahmadlimantoro@gmail.com

Abstrak

Pemahaman konsep fisika siswa SMA masih rendah, sehingga strategi pembelajaran yang tepat diperlukan untuk mengoptimalkan pemahaman konsep fisika. *Thought experiments* dirancang dengan tujuan untuk mengoptimalkan pemahaman konsep fisika siswa. Penelitian ini bertujuan untuk menguji perbedaan pemahaman konsep kelompok siswa yang belajar dengan menggunakan *thought experiment* dan kelompok siswa yang belajar dengan pembelajaran konvensional. Desain penelitian ini adalah kuasi eksperimen dengan rancangan *posttest only control group design*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemahaman konsep kelompok siswa yang belajar menggunakan *thought experiments* lebih tinggi dibandingkan kelompok siswa yang belajar dengan pembelajaran konvensional.

Kata kunci: pemahaman konsep fisika; *thought experiments*; pembelajaran konseptual

I. PENDAHULUAN

Tantangan yang paling sulit dihadapi oleh siswa adalah pemahaman konsep fisika. Kurangnya pemahaman konsep fisika menyebabkan siswa sering mengalami kesulitan dalam memecahkan permasalahan fisika (Hung dan Jonassen, 2006). Kesulitan siswa dalam memahami konsep fisika disebabkan oleh pengetahuan awal yang tidak sesuai. Siswa mengembangkan pemahamannya sebelum pembelajaran formal dilakukan (Cetin, 2009). Siswa membawa beraneka ragam ide-ide ke dalam kelas, termasuk pengetahuan intuitif hasil dari pengalaman sehari-hari, keyakinan sosial budaya, epistemologi, dan ide-ide dari proses pembelajaran sebelumnya (Chao, 2015). Pada umumnya, siswa telah memiliki ide-ide yang dibangun sendiri sebagai akibat dari interaksinya dengan alam (Suparno, 2013). Pengetahuan awal dapat mempengaruhi apa yang diperhatikan dan cara menafsirkan konsep fisika oleh siswa (Chang, dkk, 2007; Tekos, 2009).

Salah satu tujuan pembelajaran fisika adalah membantu siswa memperoleh pemahaman konseptual (Disessa, 2006; Cetin, 2008; Atasoy, 2009). Pengetahuan awal siswa dapat digunakan secara produktif untuk membangun pemahaman, tetapi pembelajaran yang tidak sesuai seringkali membangun ide-ide yang dimiliki siswa menjadi pemahaman yang tidak koheren dengan ilmu pengetahuan (Chao, 2015). Oleh karena itu, selama beberapa dekade terakhir, pembelajaran konseptual banyak mendapat perhatian para peneliti (Doktor & Mestre, 2014).

Pendekatan konstruktivis merupakan cara yang efektif dalam mendorong siswa belajar IPA. Pendekatan konstruktivis menekankan pentingnya proses kognitif yang terjadi dalam individu selama proses belajar. Ahli teori mengidentifikasi model pembelajaran yang dikembangkan berdasarkan pendekatan konstruktivis sebagai pembelajaran konseptual (Treagust dan Duit 2003). Pembelajaran konseptual adalah model pembelajaran di mana siswa memiliki kemampuan untuk membangun konsep (Ülen, 2014). Pembelajaran konseptual menekankan konstruksi pengetahuan peserta didik dengan membangun jaringan pengetahuan di kepala mereka (Moss dan Crowley, 2011). Pembelajaran konseptual memungkinkan siswa mengembangkan konsep-konsep baru dan memperbaiki cara berpikir sebelumnya (Arends, 2012; Treagust & Duit, 2008). Dengan pembelajaran konseptual, siswa diharapkan mampu memahami konsep-konsep IPA terutama konsep tentang fisika dengan benar.

Pembelajaran konstruktivis mensyaratkan adanya bahan belajar yang memungkinkan siswa dapat melakukan konstruksi pengetahuan. Dimitriadi dan Halkia (2012), Gilbert dan Reiner (2010), Velentzas dan Halkia (2013) menggunakan *thought experiments* (TEs) untuk membantu siswa memahami konsep-konsep fisika. *Thought experiments* adalah sekumpulan pemikiran hipotesis-deduktif tentang fenomena alam yang menggambarkan teori tertentu (prinsip atau gagasan) yang digunakan sebagai referensi kesahihan (Galili, 2009). TEs adalah eksperimen ilmiah dalam pikiran yang digunakan oleh ilmuwan untuk menggambarkan urutan kejadian dan membangun sebuah model mental, kemudian ilmuwan menyusun sebuah narasi untuk mendeskripsikan TEs-nya kepada orang lain (Matthew, 2014). TEs adalah alat yang sempurna baik dalam berpikir ilmiah dan pembelajaran IPA (Velentzas dan Halkia, 2013). TEs digunakan oleh fisikawan dalam upaya mereka untuk memahami alam semesta. Maxwell's Demon, Einstein's Elevator, Heisenberg's Gamma-Ray Microscope, Schrodinger's Cat, adalah sebagian contoh yang menggambarkan pentingnya TEs dalam IPA (Gilbert, dkk, 2008), terutama dalam bidang fisika.

Dalam memahami konsep-konsep fisika, siswa memerlukan beberapa materi visual (Tekbiyik, 2010). Visualisasi alam semesta adalah ciri khas TEs (Gilbert, dkk, 2008). TEs tidak dapat dilakukan tanpa adanya visualisasi. Pemanfaatan TEs dalam pembelajaran dapat membantu siswa memahami konsep fisika yang tidak mudah diamati dengan menggunakan visualisasi konsep fisika

(Dimitriadi dan Halkia, 2012; Gilbert dan Reiner, 2010; Velentas dan Halkia, 2013). TEs dapat digunakan dalam pembelajaran IPA untuk membantu siswa mengembangkan pemahaman konseptual (Galili, 2009; Velenzas dan Halkia, 2011, 2012, 2013). Pembelajaran fisika yang autentik berarti bahwa siswa perlu mengembangkan keakraban dengan proses penalaran TEs (Reiner, 2012). Melalui pemanfaatan TEs, siswa dapat membangun pengetahuan baru, sehingga dapat menambah kekuatan untuk memahami konsep yang telah dipelajarinya. Dengan demikian, siswa terlatih untuk dapat memahami berbagai konsep yang dipelajari secara menyeluruh (holistik), bermakna, autentik dan aktif. Berdasarkan uraian atas, diputuskan bahwa mengembangkan rencana pengajaran berdasarkan pada TEs dan menerapkannya di dalam kelas akan sangat berguna. Penggunaan TEs membantu siswa secara mental membangun sistem fisika yang tidak ada hubungannya dengan pengalaman sehari-hari dan menarik kesimpulan tentang fenomena dalam sistem TEs (Velenzas & Halkia, 2013).

TEs dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa. Validasi pengaruh penggunaan TEs dalam pembelajaran fisika membutuhkan desain penelitian yang berbeda (Velenzas & Halkia, 2013). Oleh karena itu, penting dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh penggunaan TEs dalam pembelajaran fisika. Penelitian ini berfokus pada bagaimana pemahaman konsep siswa yang belajar menggunakan *thought experiments* dibandingkan dengan siswa yang belajar dengan pembelajaran konvensional.

II. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah kuasi eksperimen dengan rancangan *posttest only control group design* (Sugiyono, 2013). Penelitian ini dilaksanakan di SMAN 1 Singosari pada pembelajaran semester genap 2015/2016. Subjek dalam penelitian ini berjumlah 170 siswa kelas XI yang berasal dari 101 siswa sebagai kelompok kelas eksperimen dan 69 siswa sebagai kelompok kelas kontrol. Pemilihan kelas eksperimen dan kontrol dilakukan secara acak.

Pembelajaran pada kelas eksperimen menggunakan bantuan TEs. Rencana pelaksanaan pembelajaran dibuat untuk masing-masing kelas, yaitu RPP untuk kelas yang belajar dengan TEs dan pembelajaran konvensional. RPP dikonsultasikan kepada ahli dan guru mata pelajaran fisika SMA Negeri 1 Singosari. LKS dibuat untuk masing-masing kelas sesuai dengan model pembelajaran yang digunakan, yaitu LKS sebagai panduan TEs berupa soal-soal *open ended* untuk kelas eksperimen. LKS ini sebelum digunakan dikonsultasikan kepada ahli dan guru mata pelajaran fisika SMA Negeri 1 Singosari. Sementara LKS untuk kelas kontrol sesuai dengan LKS yang digunakan pada sekolah tersebut.

Penelitian ini menggunakan instrumen tes pemahaman konsep 21 butir soal pilihan ganda untuk materi persamaan keadaan gas ideal dan teori kinetik gas dengan reliabilitas internal Chronbach Alpha 0,750. Soal dikembangkan sesuai dengan indikator pencapaian kompetensi.

Analisis uji terhadap data *posttest* terdiri dari normalitas dan homogenitas. Analisis dilakukan dengan menggunakan Ms. Excell dengan metode Uji Lilliefors. Uji homogenitas dilakukan dengan menggunakan uji F. Setelah analisis awal selesai, Jika memenuhi syarat uji parametrik maka uji hipotesis menggunakan uji T. Sedangkan jika tidak memenuhi syarat uji parametrik maka menggunakan uji Mann-Whitney.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tes pemahaman konsep dilakukan setelah perlakuan selesai diberikan. Tes dilakukan selama 80 menit. Deskripsi hasil *posttest* pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Ringkasan Data Pemahaman Konsep Siswa Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol.

Kelas	Jumlah Siswa	Skor Terendah	Skor Tertinggi	Rata-rata
Eksperimen	101	6	14	9,79
Kontrol	69	3	10	6,55

Tabel 2. Ringkasan Hasil Uji Normalitas dan Homogenitas Data Pemahaman Konsep Siswa Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol.

Kelas	Rata-rata	L_{hitung}	L_{tabel}	F_{hitung}	F_{tabel}	Kesimpulan
Eksperimen	9,79	0,086	0,088	0,600	0,687	Normal
Kontrol	6,55	0,105	0,107			Normal

Homogen

Rata-rata pemahaman konsep siswa kelas eksperimen lebih tinggi daripada rata-rata pemahaman konsep siswa kelas kontrol.

Hasil uji normalitas didapatkan bahwa untuk kelas eksperimen dan kelas kontrol data pemahaman konsep terdistribusi normal. Hasil uji homogenitas Uji F dapat disimpulkan bahwa pemahaman konsep siswa kelas eksperimen dan kontrol memiliki varian yang sama.

Uji hipotesis menggunakan uji T. Pada uji T didapatkan nilai $t_{hit} = 10,318$, $t_{\alpha} = 1,654$, $t_{hit} > t_{\alpha}$ menunjukkan bahwa rata-rata pemahaman konsep siswa kelas eksperimen berbeda signifikan dengan rata-rata pemahaman konsep siswa kelas kontrol. Dengan demikian, pembelajaran yang menggunakan TEs berpengaruh terhadap pemahaman konsep siswa.

Hasil penelitian ini didukung oleh temuan Reiner dan Burko (2003); Reiner dan Gilbert (2004); Velentzas dan Halkia (2011, 2012); Dimitriadi & Halkia (2012) yang menemukan bahwa pembelajaran dengan menggunakan TEs mampu meningkatkan pemahaman konsep siswa. Siswa belajar dengan menggunakan TEs dapat membantu dalam memahami konsep fisika dengan menggunakan visualisasi konsep fisika (Velentas dan Halkia, 2013). Dengan cara tersebut, siswa dapat memperoleh pengalaman langsung, sehingga dapat menambah kekuatan untuk menerima, menyimpan, dan menerapkan konsep yang telah dipelajarinya. Dengan

demikian, siswa terlatih untuk dapat membangun sendiri berbagai konsep yang dipelajari secara menyeluruh (holistik), bermakna, autentik dan aktif.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian dan hasil uji hipotesis yang telah dilakukan bahwa pembelajaran dengan menggunakan TEs berpengaruh terhadap pemahaman konsep siswa pada materi persamaan keadaan gas ideal dan teori kinetik gas. Hal ini ditandai oleh rata-rata hasil tes pemahaman konsep siswa yang belajar dengan menggunakan TEs lebih tinggi daripada rata-rata hasil tes pemahaman konsep siswa yang belajar secara konvensional.

Pembelajaran dengan Tes dalam mata pelajaran Fisika sebaiknya dilanjutkan untuk materi lain. Penelitian ini mengkaji pengaruh TEs terhadap pemahaman konsep, sehingga perlu dikaji pengaruh TEs terhadap variabel lain. Variabel yang dapat digunakan antara lain kemampuan bernalar ilmiah, kemampuan pemecahan masalah, kemampuan berargumentasi, dan motivasi belajar siswa.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Arends, R.I. (2012). *Learning to Teach*: 9th edition. New York: McGraw-Hill.
- Atasoy, B. (2009). The Effect of a Conceptual Change Approach on Understanding of Students' Chemical Equilibrium Concept. *Journal Research and Science & Technological Education*. 27: 267-282.
- Brown, R.J. 1991. *The Laboratory of The Mind*. London: Routledge.
- Cetin, S. P., Kaya, E., & Geban, O. 2008. Facilitating Conceptual Change in Gases Concepts. *Journal of Science Education and Technology*, 18(2): 130-137.
- Chang et al. 2007. *Investigating Primary and Secondary Students' Learning of Physics Concepts in Taiwan*. *International Journal of Science Education*, 29(4): 465-482.
- Chao, J. 2015. *Sensor-Augmented Virtual Labs: Using Physical Interactions with Science Simulations to Promote Understanding of Gas Behavior*. *Journal Science Educational Technology*, 1:1-18.
- Clement, J. J. 2008. *Creative Model Construction in Scientists and Students*. Dordrecht: Springer Science + Business Media B.V.
- Disessa, A.A., & Sherin, B. L. (2006). What changes in conceptual change? *International Journal of Science Education*. 20 (10): 1155-1191.
- Dimitriadi, K. & Halkia, K. 2012. *Secondary Students' Understanding of Basic Ideas Of Special Relativity*. *International Journal of Science Education*, 34(16): 2565-2582.
- Docktor, J.L. & Mestre, J.P. (2014). Synthesis of discipline-based education research in physics. *Physical Review Special Topic - Physics Education Research*, 10, 020119.
- Galili, I. 2009. *Thought Experiment: Determining Their Meaning*. *Science & Education*, 18:1-23.

- Gilbert, J. K. (eds). 2008. *Visualization: Theory and Practice in Science Education*. Springer Science+Business Media B.V.
- Gilbert, K. J., & Reiner, M. 2010. *Thought experiments in science education: potential and current realization*. *International Journal of Science Education*, 22:3, 265-283.
- Hung, W., & Jonassen, H. D. 2006. *Conceptual Understanding of Causal Reasoning in Physics*. *International Journal of Science Education*, 28(13), 1601-1621.
- Matthews, R.M. (Ed.). 2014. *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching*. Dordrecht: Spinger.
- Moss, K., & Crowley, M. 2011. Effective learning in science: The use of personal response systems with a wide range of audiences, 53(2): 36-43.
- Reiner, M. & Burko, M. L. 2003. On the Limitations of Thought Experiments in Physics and the Consequence for Physics Education. *Science & Education*, (Online), 12 (4): 365-385.
- Reiner, M. 2006. The context of Thought Experiments in Physics Learning. *Interchange*, 37(1-2): 97-113.
- Reiner, M. 2012. *Thought experiments and collaborative learning in physics*. *International Journal of Science Education*, 20 (9): 1043-1058.
- Sugiyono. 2013. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D*. Alfabeta.
- Suparno, P. (2013). *Miskonsepsi dan Perubahan Konsep Dalam Pendidikan Fisika*. Jakarta: PT. Grasindo
- Sorensen, R.A. 1992. *Thought Experiments*. New York: Oxford University Press
- Tekbiyik, A. & Akdeniz, R. A. (2010). *A meta-analytical investigation of the influence of computer assisted instruction on achievement in science*. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 11:2, 1-22.
- Tekos, G. & Solomonidon, C. 2009. Constructivist Learning and Teaching of Optics Concepts Using ICT tools in Greek Primary School: A Pilot Study. *Journal of Science Education and Technology*, 18: 415-428.
- Treagust, D. F, & Duit, R. 2003. Multiple prespectives of conceptual change in science and the challenges ahead. *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia*, 32(2): 89-104.
- Treagust, D.F., & Duit, R. (2008). *Conceptual Change: A Discussion of Theoretical, Methodological and Practical Challenges for Science Education, Handbook on Conceptual Change*. Perth: In Press
- Ülen, S., Cagran, B., Slavinec, M., Gerlic, I. 2014. Designing and Evaluating The Effectiveness of Physlet-Based Learning Materials in Supporting Conceptual Learning in Secondary School Physics. *Journal of Science Education and Technology*, 23(5): 658-667.
- Blankenstein, M. F., Dolmans, M. J. h. D., Van der Vleuten, M. P. C., & Schmidt, G. H. 2013. *Relevant prior knowledge moderates the effect of*

- elaboration during small group discussion on academic achievement. Instructional Science*, 41:4, 729-744.
- Velentzas, A., Halkia, K., & Skordoulis, C. 2007. Thought experiments in the theory of relativity and in quantum mechanics: Their presence in textbooks and in popular science books. *Science & Education* , (Online) 16 (3–5), 353–370.
- Velentzas, A. & Halkia, K. 2011. The “Heisenberg’s Microscope” as an Example of Using Thought Experiments in Teaching Physics Theories to the Upper Secondary School. *Science & Education*, (Online), 41 (4): 525-539.
- Velentzas, A. & Halkia, K. 2012. The Use of Thought Experiments in Teaching Physics to Upper Secondary-Level Students: Two examples from the theory of relativity. *International Journal of Science Education*, (Online), 35 (18): 3026-3049
- Velentzas, A. & Halkia, K. 2013. *From Earth to Heaven: Using Newton’s Cannon’ Thought Experiment for Teaching Satellite Physics*. *Science & Education*, 22 (10): 2621-2640.