



ARTICLE

Efektivitas Penggunaan Model Pembelajaran 5M Berbasis NGSS untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Peserta Didik

Rahmita Rahmita^{1*}, Sitti Rahbiah Akram², Hairuddin K³

^{1,2}Politeknik Kesehatan Megarezky

³Universitas Megarezky

*Corresponding author. Email: rahmita@poltekkesmegarezky.ac.id

(Received 20 Juli 2023; revised 25 Juli 2023; accepted 27 Juli 2023; published 31 Juli 2023)

Abstrak

Kemampuan pemecahan masalah merupakan salah satu kemampuan yang dibutuhkan untuk menghadapi era 4.0 untuk bersaing secara global. *Next Generation Science Standard* merupakan standar pembelajaran sains yang dapat membantu meningkatkan pendidikan sains bagi seluruh peserta didik. Namun, keberhasilan kemampuan pemecahan masalah dan NGSS berkaitan langsung dengan proses pembelajaran yang dilaksanakan di kelas oleh pendidik. Sehingga penting adanya model pembelajaran yang tepat. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas penggunaan model pembelajaran 5M berbasis NGSS untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik pada materi energi dan perubahannya. Jenis penelitian ini adalah eksperimen dengan menggunakan desain penelitian Pre-Experimental Design dan menggunakan model *one group pretest posttest design*. Penelitian ini tidak menggunakan kelas pembanding tetapi menggunakan *pretest* dan *posttest* untuk mengetahui pengaruh penggunaan model 5M berbasis NGSS untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas VII SMP Negeri 4 Depok. Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik simple random sampling yang menghasilkan terpilihnya kelas VII B yang berjumlah 31 peserta didik sebagai sampel penelitian. Metode pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan tes, observasi, angket dan dokumentasi. Penelitian ini menggunakan penelitian deskriptif kualitatif untuk menganalisis hasil tes kemampuan pemecahan masalah peserta didik. Teknik analisis data menggunakan uji *gain score* dan uji prasyarat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata pretest adalah 49.395 dan nilai rata-rata posttest sebesar 70.362, hal ini menunjukkan adanya peningkatan kemampuan pemecahan masalah peserta didik sebesar 20.967. Hasil uji N-Gain berada dalam kategori sedang dengan nilai sebesar 0.41 atau 41%. Berdasarkan hasil penelitian, dengan menggunakan model pembelajaran 5M berbasis NGSS dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik kelas VII SMP Negeri 4 Depok.

Kata Kunci: Model 5M, NGSS, Pemecahan Masalah

1. Pendahuluan

Pendidikan di setiap negara merupakan suatu sarana untuk menghasilkan individu yang berkualitas dan berdaya saing tinggi. Hal tersebut juga berlaku untuk negara Indonesia yang terus melakukan upaya perbaikan sistem pendidikan yang dapat mendukung terciptanya sumber daya manusia yang berkualitas. Saat ini pendidikan tengah menghadapi tantangan abad 21 dalam bidang ilmu pengetahuan dan teknologi. Persaingan antar Negara terus terjadi, sehingga untuk menghadapi tantangan global individu di setiap negara harus dipersiapkan secara baik melalui pendidikan.

Kemampuan peserta didik harus terus ditingkatkan seiring dengan meningkatnya persaingan global. Jika dalam pendidikan peserta didik hanya terus dilatih dalam kemampuan berpikir tingkat rendah maka dalam dunia nyata peserta didik akan menghadapi suatu kegagalan dalam bersaing dengan individu luar yang terus menerus dilatih dalam berpikir tingkat tinggi yang dapat membantu dalam menghadapi persaingan global. Salah satu kemampuan yang dibutuhkan peserta didik adalah pemecahan masalah yang dapat mendorong peserta didik dalam hal kreativitas, kesadaran dan proses berpikir secara otomatis (Gok, 2010). Pemecahan masalah merupakan salah satu proses kognitif yang dapat ditemui dalam proses belajar mengajar dan erat kaitannya dalam kehidupan. Kemampuan pemecahan masalah memiliki tujuan yang berarti bagi peserta didik diantaranya, melalui proses memecahkan masalah peserta didik memperoleh cara berpikir yang tepat, rasa ingin tahu yang meningkat, pengetahuan yang diperoleh lebih luas, meningkatnya potensi intelektual, dan meningkatkan rasa percaya diri peserta didik (Schunk, 2012). Kemampuan pemecahan masalah dapat diketahui dengan adanya indikator kemampuan pemecahan masalah yang dapat diukur. Adapun di bawah ini merupakan sintesis indikator kemampuan pemecahan masalah sebagai berikut.

Tabel 1. Indikator Pemecahan Masalah

Aspek	Indikator	Deskripsi
Memahami dan mengidentifikasi masalah	Mengidentifikasi komponen permasalahan	Bagaimana kemampuan peserta didik mengidentifikasi komponen-komponen yang terdapat dalam masalah
Merumuskan masalah	Merancang penyelesaian masalah	Bagaimana peserta didik membuat rancangan apa yang akan dilakukan untuk dapat memecahkan masalah dan mempertimbangkan kesulitannya sehingga dapat merumuskan masalah dengan tepat
Mengaplikasikan	Menerapkan solusi yang telah direncanakan	Bagaimana peserta didik memilih solusi yang logis dan relevan dengan masalah

Sumber: Ohlsson, 2013, Carlgren, 2013, dan Bagno & Eylon, 1997

Kemampuan pemecahan masalah merupakan salah satu kemampuan yang dibutuhkan untuk menghadapi era 4.0 untuk bersaing secara global. Sehingga dalam dunia pendidikan perlu untuk diperhatikan sebagai proses belajar mengajar membantu peserta didik untuk meningkatkan kemampuan secara global. Pendidikan di Indonesia tidak hanya berfokus kepada standar nasional tetapi pemerintah dan setiap elemen pendidikan harus melihat secara nyata standar pendidikan internasional untuk dijadikan bahan referensi dalam proses pembelajaran di Indonesia.

Asosiasi *National Research Council* dan *National Science Teachers Assosiation* di tahun 2013 merilis kerangka atau standar pembelajaran sains yang harus dicapai oleh peserta didik yang melibatkan *engineering*, teknologi dan penerapan sains. NGSS rilis negara di Amerika Serikat yang diberi nama *Next Generation Science Standards* (NGSS) (Barakos *et al*, 2012 dan Rousseau & Khomenko, 2014). NGSS dalam penerapannya melibatkan 3 dimensi pembelajaran yang meliputi dimensi keterampilan berupa *science and engineering practices*, dimana peserta didik diharapkan dalam proses pembelajaran dapat memahami metode penyelidikan yang tidak hanya terfokus kepada konten. Dimensi kedua berupa pemahaman

berupa *crosscutting concept* yang menyediakan hubungan keterkaitan antar materi. Dimensi ketiga konten berupa *a core disciplinary* terkait materi yang akan diajarkan dalam suatu pelajaran (Duschl & Bybee, 2014).

Proses pembelajaran di sekolah masih menekankan pada proses memahami konsep atau suatu teori sehingga dalam pelaksanaannya peserta didik lebih cenderung dalam menghafal. Untuk itu diperlukan pengintegrasian dimensi NGSS agar peserta didik tidak hanya unggul dalam pemahaman saja. Keterampilan *engaging in argument from evidence* atau argumentasi merupakan salah satu keterampilan dalam dimensi *science and engineering practices*. Keterampilan tersebut membantu peserta didik dalam menyusun, menggunakan dan menyajikan suatu argumen baik berupa lisan maupun tulisan yang didukung bukti empiris untuk menjelaskan suatu fenomena. Dengan keterampilan tersebut peserta didik di dalam proses pembelajaran tidak hanya diam dan mendengarkan apa yang disampaikan oleh pendidik namun juga ikut serta terlibat dalam proses pembelajaran. Selanjutnya dengan penerapan dimensi konten *a core disciplinary* yang merupakan materi spesifik yang akan diajarkan oleh peserta didik sehingga dalam proses pembelajaran terdapat point-point konten yang akan dicapai. Dimensi tersebut di dukung dengan melibatkan *Energy and Matter* merupakan salah satu dimensi pemahaman NGSS *crosscutting concept* yang menjelaskan bahwa dengan penerapan dimensi tersebut peserta didik dapat memahami arah perubahan suatu energi (National Research Council, 2012). Pengintegrasian ketiga dimensi NGSS dalam pembelajaran dapat membantu pendidik dalam menggambarkan kompetensi yang harus dicapai peserta didik dalam bidang sains (Bybee, 2009).

Penerapan NGSS dalam pendidikan memiliki tujuan untuk meningkatkan pendidikan sains bagi seluruh peserta didik. NGSS menyampaikan cara efektif dalam menyampaikan suatu pembelajaran adalah melalui proses penyelidikan, mengumpulkan dan menganalisis suatu data, serta berlogika dan mengkomunikasikan suatu data (Bybee, 2009).

Keberhasilan kemampuan pemecahan masalah dan NGSS berkaitan langsung dengan proses pembelajaran yang dilaksanakan di kelas oleh pendidik. Sehingga perancangan pelaksana pembelajaran dengan baik dan tepat sangat dibutuhkan agar kompetensi yang ingin dicapai telah sesuai. Kurikulum 2013 mengarahkan peserta didik menggunakan pendekatan ilmiah atau *scientific approach*, peserta didik dalam proses pembelajaran diarahkan untuk melakukan kegiatan belajar dengan menggunakan berbagai keterampilan proses ilmiah dengan metode ilmiah yang sesuai dengan perkembangan peserta didik. Pendekatan ilmiah mencakup sintaks 5M yaitu mengamati, menanya, mengumpulkan data, menalar dan mengkomunikasikan (Kemendikbud, 2013). Hal tersebut sejalan dengan NGSS yang menjelaskan keefektifan dalam menyampaikan suatu pembelajaran. Berdasarkan hal di atas, penelitian dilakukan untuk mengetahui keefektifan penggunaan model pembelajaran 5M berbasis NGSS untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik SMP.

2. Metode Penelitian

2.1 Populasi dan Sampel

Penelitian ini dilaksanakan di SMP Negeri 4 Depok, Yogyakarta. Populasi dalam penelitian ini berasal dari seluruh peserta didik kelas VII SMP Negeri 4 Depok. Pemilihan sampel menggunakan teknik *simple random sampling*, hal tersebut mengasumsikan bahwa kedudukan peserta didik dalam kelas sama atau tidak adanya pengelompokan secara prestasi, jenis kelamin, sehingga peserta didik secara acak tersebar di dalam kelas. Berdasarkan teknik tersebut, maka dalam penelitian yang dilakukan terpilihlah kelas VII B sebagai sampel penelitian dengan jumlah peserta didik sebanyak 31 orang. Penelitian menggunakan metode deskriptif kualitatif.

2.2 Desain Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan desain *Pre-Experimental* dengan model *one group pretest posttest design*. Penelitian yang dilakukan tidak menggunakan adanya kelas pembanding. Data diperoleh melalui *pretest* (tes awal) yang diberikan kepada peserta didik di awal pertemuan untuk mengetahui kemampuan awal peserta didik sebelum diberikan perlakuan, setelah pemberian tes awal selanjutnya peserta didik diberikan

perlakuan berupa berupa pembelajaran IPA yang menggunakan model 5M dengan berbasis *Next Generation Science Standards* (NGSS), dan selanjutnya peserta didik kembali diberikan *posttest* (tes akhir) untuk mengetahui apakah sejauh mana pengaruh pembelajaran dengan menggunakan model 5M yang berbasis NGSS terhadap kemampuan pemecahan masalah peserta didik. Pemberian *pretest* dan *posttest* akan menghasilkan data yang lebih akurat karena adanya perbandingan data sebelum dan setelah perlakuan. Desain ini digambarkan sebagai berikut:

Tabel 2. Desain *One Group Pretest Posttest Design*

<i>Pretest</i>	Perlakuan	<i>Posttest</i>
O ₁	X	O ₂

Sumber: Sugiyono, 2014

Keterangan:

O₁ = Nilai *pretest* sebelum diberi perlakuan

O₂ = Nilai *posttest* setelah diberi perlakuan

X = Perlakuan dengan menerapkan model pembelajaran 5M berbasis NGSS

2.3 Instrumen penelitian

Metode pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan tes dan observasi. Data diperoleh melalui instrumen tes yang terdiri dari 4 pertanyaan essay yang telah dikembangkan berdasarkan indikator kemampuan pemecahan masalah yang terdiri atas 1) mengidentifikasi komponen permasalahan, 2) merancang penyelesaian masalah, dan 3) menerapkan solusi. Instrumen tes tersebut juga dikembangkan berdasarkan dimensi NGSS berupa dimensi keterampilan *engaging in argument from evidence* dan dimensi pemahaman *energy and matter*. Instrumen essay dipilih karena membantu dalam mengukur indikator pencapaian yang kompleks (Miller *et al*, 2009). Jawaban pertanyaan dapat di ukur melalui rubrik penilaian dengan menggunakan rentang skor 0 hingga 4 untuk setiap butir pertanyaan yang mewakili setiap indikator kemampuan pemecahan masalah dan dimensi NGSS. Data juga diperoleh berdasarkan lembar observasi untuk keterlaksanaan pembelajaran menggunakan model 5M yang terdiri atas sintaks 1) mengamati, 2) menanya, 3) mengumpulkan informasi/eksperimen, 4) mengasosiasi/menalar, dan 5) mengkomunikasikan. Data lembar observasi juga berasal dari penilaian dimensi keterampilan NGSS berupa *engaging in argument from evidence* yang dinilai pada saat proses pembelajaran.

2.4 Analisis Data

Analisis terhadap kemampuan pemecahan masalah dilakukan dengan mengolah skor perolehan *pretest* dan *posttest* peserta didik dengan mengkonversi ke dalam bentuk persentase menggunakan rumus berikut:

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\%$$

Sumber: Purwanto, 2002

dimana NP = Nilai persen, R = Jumlah skor tiap indikator, dan SM= Jika semua pertanyaan dijawab dengan skor 3 oleh peserta didik.

Skor yang telah dipersentasekan di olah menggunakan *gain score*, hasil *pretest posttest* dapat diketahui untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dengan menggunakan rumus *gain score*. Analisis data melibatkan nilai *pretest* dan *posttest* peserta didik dengan menentukan kriteria peningkatan. Perhitungan dilakukan dengan cara sebagai berikut:

$$(g) = \frac{\text{Skor posttest} - \text{pretest}}{\text{Skor maksimum} - \text{pretest}} \quad (2)$$

Tabel 3. Kriteria Peningkatan Nilai

Batasan	Kategori
$g \geq 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq g < 0,7$	Sedang
$g < 0,3$	Rendah

Sumber: Hake, 1999

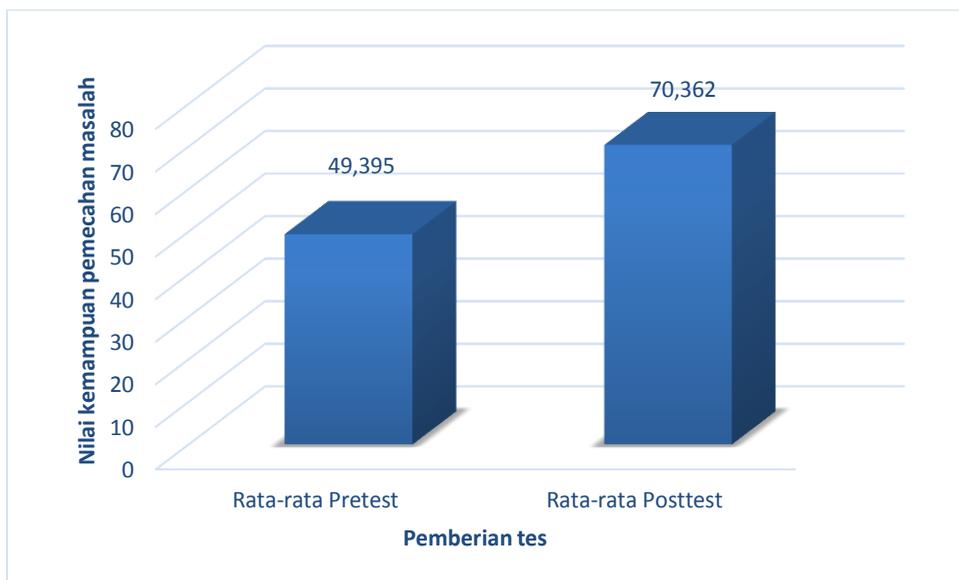
Selanjutnya, data *gain score* dilakukan uji prasyarat sebagai dasar pengujian.

3. Hasil Penelitian

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa analisis untuk mengetahui kemampuan pemecahan masalah peserta didik menggunakan model 5M berbasis NGSS pada materi energi dan perubahannya. Berdasarkan hasil analisis diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 4. Data Nilai *Pretest* dan *Posttest*

Sampel	N	<i>Pretest</i>		<i>Posttest</i>	
		Rata-rata	Standar Deviasi	Rata-rata	Standar Deviasi
VII A	31	49.395	13.535	70.362	13.690



Gambar 1. Grafik hasil kemampuan pemecahan masalah

Tabel 4 dan gambar 1 menunjukkan data perolehan nilai rata-rata peserta didik sebelum diberikan perlakuan (*pretest*) dan setelah diberikan perlakuan (*posttest*). Data menunjukkan bahwa setelah pemberian perlakuan dengan proses pembelajaran menggunakan model 5M berbasis NGSS terlihat adanya peningkatan rata-rata dibandingkan dengan sebelum diberikannya perlakuan. Penerapan model 5M berbasis NGSS saat proses pembelajaran memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk terlibat langsung dalam memecahkan suatu permasalahan sehingga peserta didik lebih tertarik dalam mengikuti proses pembelajaran dan menjadikan pembelajaran lebih bermakna.

Proses pembelajaran memberikan kesempatan kepada seluruh peserta didik untuk berani berbicara, kesempatan berpendapat tidak hanya diberikan kepada peserta didik yang berprestasi tetapi memberikan peluang kepada peserta didik yang lain untuk ikut serta dalam berpendapat. Peningkatan kemampuan pemecahan masalah peserta didik karena ada pemberian ruang bagi setiap peserta didik untuk berdiskusi dan berpendapat, menemukan sendiri informasi yang ingin dipecahkan sehingga peserta didik mendapatkan pengalaman

baru dalam proses pembelajaran. Perolehan nilai rata-rata hasil *pretest* sebesar 49.395 sedangkan nilai perolehan rata-rata *posttest* sebesar 70.362. dapat dilihat pada grafik bahwa jumlah peningkatan rata-rata sebesar 20.967 kemampuan pemecahan masalah peserta didik.

Keterampilan argumentasi NGSS yang dilibatkan dalam pembelajaran membuat peserta didik lebih aktif dalam menjelaskan suatu permasalahan dengan berlandaskan bukti empiris. Peserta didik aktif berdiskusi dengan teman kelas untuk menyampaikan argumen berdasarkan masalah yang ingin dipecahkan. Melalui pembelajaran juga ini peserta didik belajar untuk menerima pendapat orang lain dan menyeleksi suatu informasi. Pembelajaran berbasis NGSS mampu mempersiapkan peserta didik dalam memperoleh keterampilan dan pengetahuan yang dibutuhkan di sekolah, perguruan tinggi dan jenjang karir (Lee *et al*, 2014). Proses pembelajaran yang terstruktur menggunakan model 5M mendukung peserta didik untuk membangun pengetahuan melalui metode ilmiah (Kemendikbud, 2013). Tak hanya itu, peserta didik juga dibentuk menjadi lebih produktif, kreatif dan inovatif (Widi, 2014). Hasil uji normalitas yang dilakukan dengan analisis uji *descriptive statistic*. Hasil uji menunjukkan:

Tabel 5. Hasil Uji Normalitas

Sampel	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
VII A	0.102	31	0.200	0.961	31	0.308

Hasil output uji normalitas pada tabel 5 memperlihatkan adanya dua jenis hasil uji normalitas yakni berdasarkan kolmogorov-smirnov dan shapiro-wilk. Penggunaan kedua uji tersebut berdasarkan jumlah sampel yang digunakan. Dalam penelitian ini digunakan sampel sebanyak 31 sehingga yang lebih tepat digunakan yaitu uji shapiro-wilk. Pada uji normalitas shapiro-wilk menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0.308. berdasarkan nilai signifikansi yang diperoleh maka data dikatakan berdistribusi normal yakni > 0.05 sesuai dengan pendapat Santoso (2014) yang menyatakan bahwa data dikatakan berdistribusi normal jika nilai signifikansi lebih besar dari 0.05. Uji selanjutnya yaitu nilai *gain* yang ditunjukkan pada tabel 6 sebagai berikut:

Tabel 6.	Mean	Median	Variance	Std.Dev	Min	Max
Data hasil Uji N-Gain Sampel						
VII A	0.413	0.400	0.064	0.253	0.00	0.88

Berdasarkan hasil analisis deskriptif yang ditunjukkan pada tabel 6, diperoleh hasil bahwa skor N-Gain rata-rata sebesar 0.41 sehingga masuk dalam interval $0,3 \leq G < 0,7$ dengan kategori peningkatan sedang. Sehingga, berdasarkan data yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa pembelajaran dengan menggunakan model 5M berbasis NGSS di kelas VII terdapat pengaruh terhadap kemampuan pemecahan masalah peserta didik dengan kategori peningkatan sedang. Kategori peningkatan kemampuan peserta didik yang rendah dikarenakan beberapa faktor yakni kemampuan peserta didik dalam menangkap materi yang berbeda-beda, tingkat percaya diri peserta didik dalam berargumen yang berbeda-beda, serta kemampuan peserta didik dalam mengolah suatu informasi atau materi yang masih kurang. Menurut Rusyna (2014) kemampuan pemecahan masalah dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu 1) situasional, meliputi stimulus dalam menimbulkan permasalahan dalam pembelajaran, tingkatan masalah dimana peserta didik tidak merata dalam kemampuan dalam memecahkan permasalahan (sulit-mudah, baru-lama, penting-kurang penting), 2) personal, meliputi motivasi, kepercayaan, sikap, kebiasaan dalam berpikir, dan emosi. Pembelajaran berbasis NGSS menunjukkan keefektifan dalam meningkatkan keterampilan *analyzing and interpreting data* yang menggunakan model 5E yang dilakukan oleh Pamungkas (2017).

Drapeau (2014) menjelaskan bahwa pengembangan kemampuan pemecahan masalah

memerlukan peran penting seorang pendidik, dimana peserta didik perlu untuk menguasai kemampuan dalam bertanya dan memecahkan masalah dengan kreatif. Adapun hal yang perlu dilakukan pendidik yakni menurut Chevallier (2016): 1) perlu adanya pemberian latihan dalam pemecahan masalah, 2) peserta didik perlu dibimbing dalam mengatur waktu selama proses pemecahan masalah, 3) lingkungan kelas harus menunjukkan sikap menghargai setiap pendapat peserta didik. Sehingga dapat disimpulkan bahwa Peningkatan kemampuan pemecahan masalah tidak dapat di tingkatkan dengan waktu yang singkat, pendidik perlu menerapkan kemampuan tersebut dalam jangka panjang di kelas sehingga peserta didik terbiasa dalam melakukan aktivitas yang berkaitan dalam memecahkan masalah serta berpikir tingkat tinggi.

4. Kesimpulan

Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa model pembelajaran 5M efektif dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik kelas VII SMP Negeri 4 Depok pada materi energi dan perubahannya. Hasil penelitian ini dapat dijadikan referensi bagi peneliti untuk mengembangkan suatu perangkat pembelajaran berbasis NGSS dengan model pembelajaran lain atau menggunakan materi lain. Pendidik juga dapat memanfaatkan hasil penelitian ini sebagai alternatif pembelajaran kurikulum 2013 dalam menciptakan proses pembelajaran dikelas yang lebih aktif dan mendukung kebutuhan peserta didik di abad 21.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Universitas Negeri Yogyakarta dan SMP Negeri 4 Depok yang telah membantu dalam penelitian ini sehingga dapat menjadi sebuah artikel. Harapannya, penelitian ini bermanfaat bagi pembaca dan dapat digunakan sebagai bahan untuk melaksanakan penelitian lebih lanjut.

Daftar Pustaka

- Bagno, E., & Eylon, B. 1997. From problem solving to a knowledge structure : An example from the domain of electromagnetism From problem solving to a knowledge structure : An example from the domain of electromagnetism. *American Journal of Physics*. 726(1997). <https://doi.org/10.1119/1.18642>
- Barakos, L., Lujan, V., Strang, C. 2012. *Science, technology, engineering, mathematics (STEM: Catalyzing change amid the confusion*. Portsmouth, NH: RMC Research Corporation, Center on Instruction
- Bybee, R. W. 2009. The next generation science standards and the life sciences.
- Carlgrren, T. 2013. Communication , Critical Thinking , Problem Solving : A Suggested Course for All High School Students, 63-81. <https://doi.org/10.1007/s10780-013-9197-8>
- Chevallier, A. (2016). Strategi thinking in complex problem solving. New York: Oxford University Press
- Drapeau, P. (2014). Sparking student creativity: practical ways to promote innovative thinking and problem solving. USA: ASCD
- Duschl, B. R. A. 2011. The second dimension— crosscutting concepts: Understanding a framework for k-12 science education. Washington, DC: The National Academies Press
- Gok & Silay. 2010. The effect of problem solving strategies on students achievement, attitude and motivation. *Lat. Am. J. Phys. Educ.* Vol.4, No, 1

- Hake. 1999. *Analyzing change/gain score*. Retrieved from <http://www.physics.indiana.edu/sdi/AnalyzingChange-gain.pdf>
- Kemendikbud. 2013. *Permendikbud nomor 65 tahun 2013 tentang standar proses*. Jakarta: Kemendikbud
- Lee, O., C, Emily., & Januzyk, R. 2014. Next generation science standards: all standards, all student. *Journal of Science Teacher Education*. 25 (2), pp 223-233. <https://doi.org/10.1007/s10972-014-9379-y>
- Miller, M. David., Linn, Robert L., & Tronlund, Norman E. 2009. *Measurment and assessment in teaching 10th ed*. Upper Sidder River: Pearson.
- National Research Council. 2012. *A framework for k-12 science education: Crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DS: The National Academies Press. Pp 59, 169, 204. <https://doi.org/10.17226/13165>
- Ohlsson, S. 2013. The problems with problem solving: reflections on the rise, current status, and possible future of a cognitive research paradigm. *The Journal of Problem Solving*, 5(1), 101-128. <https://doi.org/10.7771/1932-6246.1144>
- Pamungkas, H. N. 2017. Pengembangan perangkat pembelajaran 5e untuk meningkatkan kemampuan siswa dalam *analyzing and interpreting data & constructing explanation and designing*. Tesis. Yogyakarta: Pascasarjana UNY
- Purwanto, N. 2002. Prinsip-prinsip dan teknik evaluasi pengajaran. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Rousseau, Paul R., & Khomenko, Nikolai. 2014. Improving Problem Solving and Solution Design Skills Using Problem Flow Coaches in Capstone Projects. *International Journal of Science Education*
- Rusyana, A. 2014. *Keterampilan berpikir*. Yogyakarta: Ombak
- Schunk, D. H. 2012. *Learning theories an educational perspective (6th ed)*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education
- Santoso, Singgih. 2014. Statistik Parametrik: Konsep dan Aplikasi dengan SPSS. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Sugiyono. 2014. *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif dan R & D*. Bandung: Alfabeta
- Widi, Wisudawati, A. 2014. *Metodologi Pemebelajaran IPA*. Jakarta: Bumi Aksara