



---

## PENINGKATAN MINAT BELAJAR SISWA MELALUI MODEL PBL BERBASIS PENDEKATAN STEM DALAM PEMBELAJARAN FISIKA

Muhammad Syukri<sup>1</sup>, Ernawati<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pendidikan Fisika, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh

<sup>2</sup>Kuta Lamreung Smart Learning, Darul Imarah, Aceh Besar

**Penulis Korespondensi: Muhammad Syukri** (syukri.physics@unsyiah.ac.id)

---

**Abstract.** This research was conducted with the aim of increasing high senior school students' learning interest in the concept of magnetic induction through the implementation of the Problem Based Learning (PBL) based on STEM approach, especially the application of Engineering is Elementary (EiE). The research, which was conducted at SMA Negeri 1 Darul Imarah, was in the form of a quasi-experimental control group design, with selecting two sample classes by random sampling as the experimental class that applied the PBL model based on STEM education and the control class applied the conventional learning. Data of Students' interest in learning was conducted through a questionnaire which included aspects of pleasure, interest in the learning process, attention during the learning process and participating in learning activities. The results of the independent t-test analysis of students' interest in learning between the experimental class and the control class showed a significant difference. The students' learning interest in the experimental class showed the better results than the control class for all aspects of the interest measured. The results of this study provide one additional empirical evidence that the use of the PBL based STEM approach can increase student interest in learning. Therefore, the results of this study should be considered to be implemented in the process of teaching and learning physics in general in schools, especially in the SMA curriculum.

**Keywords:** Problem Based Learning (PBL), Engineering is Elementary (EiE), STEM Approach

---



---

## Pendahuluan

Minat belajar siswa dalam proses pengajaran dan pembelajaran merupakan salah satu aspek penting yang harus diperhatikan, namun dari hasil observasi dan juga penelitian menunjukkan bahwa proses pembelajaran yang masih berpusatkan guru (*teacher centered*) didapati tidak mampu meningkatkan minat belajar siswa (Mulhayatiah, 2014). Salah satu usaha dan dalam kurikulum pendidikan untuk mengembangkan pembelajaran aktif dan kreatif sehingga bisa meningkatkan minat belajar siswa adalah pelaksanaan pembelajaran yang didasari kepada permasalahan atau yang sering disebut sebagai *Problem Based Learning* (PBL). Hal ini tidak terlepas dari karakteristik model PBL yang merupakan salah satu model yang fokus mengembangkan keterampilan berpikir, pemecahan masalah, dan keterampilan-keterampilan dalam pembelajaran mandiri (Nur, 2011). Pelaksanaan model PBL dalam proses pengajaran dan pembelajaran juga sejalan dengan tujuan pendidikan abad ke-21 secara umum, yaitu pendidikan yang mengarah kepada pembangunan manusia yang mampu berfikir secara kritis dan kreatif serta mampu mengaplikasikannya dalam penyelesaian masalah (McCrae, 2011).

Pelaksanaannya model PBL sebagai salah satu model pedagogi dalam proses pengajaran dan pembelajaran tentu akan menunjukkan hasil yang maksimal sekiranya dilaksanakan bersama pendekatan siswa aktif seperti pelaksanaan pembelajaran berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, & Mathematics* (STEM) (Becker & Park 2011). Model PBL dan pendekatan STEM dapat diintegrasikan bersama dalam proses pembelajaran karena pada dasarnya kedua model dan pendekatan ini diawali oleh masalah (Syukri dkk., 2018; Noprianda dkk, 2016; Amir & Taufiq, 2009). Pendekatan STEM dalam kurikulum sekolah dapat didefinisikan sebagai bentuk pengintegrasian pengajaran dan pembelajaran antara dua atau lebih komponen STEM, atau antara salah satu komponen STEM dengan disiplin ilmu lain (Becker & Park 2011). Merujuk kepada definisi tersebut, pembelajaran berbasis pendekatan STEM dalam penelitian ini adalah pembelajaran fisika yang dilaksanakan melalui model PBL yang diintegrasikan bersama proses *engineering* khususnya lima langkah proses desain teknik (*Engineering Design Process*).



*Engineering Design Process* merupakan aspek *engineering* yang selalu diintegrasikan dan juga menjadi karakteristik dalam pembelajaran sains (fisika) berbasis pendekatan STEM. Disamping itu, hasil berbagai penelitian juga menunjukkan pengaruh yang positif terhadap berbagai pencapaian siswa (Cunningham, 2007; Syukri dkk., 2017). Walaupun terdapat berbagai bentuk langkah *Engineering Design Process*, namun pada pelaksanaannya di sekolah model *Engineering is Elementary* (EiE) adalah model yang umum digunakan (Bryan dkk., 2016; Cuningham, 2009). Model EiE secara umum mengaplikasikan *Engineering Design Process* yang telah disesuaikan untuk dilaksanakan dalam proses pengajaran dan pembelajaran di tingkat sekolah (Cunningham, 2007; MoS, 2012). Oleh karena itu pelaksanaan model PBL dan EiE dalam proses pengajaran dan pembelajaran fisika dianggap sudah sesuai, mengingat pembelajaran fisika lebih mengutamakan model dan pendekatan yang menekankan kepada keterampilan proses siswa dan bercirikan pembelajaran aktif seperti model PBL (Kemendikbud, 2013) dan EiE (MoS, 2012; Rossomanno dkk., 2010; Cunningham, 2009).

Pengintegrasian antara model PBL dan EiE sangat mungkin untuk dilaksanakan karena keduanya mempunyai karakteristik pembelajaran yang sama dan sejalan. Mengingat karakteristik model PBL merupakan pembelajaran yang didasari oleh permasalahan kontekstual kehidupan sehari-hari siswa sehingga proses pembelajaran fokus dan terpusatkan kepada siswa (Amir & Taufiq, 2009). Model PBL dirancang dengan tujuan agar siswa mahir menyelesaikan masalah kehidupan sehari-hari dengan pengetahuan yang mereka dapati di sekolah (Kemendikbud, 2013). Langkah pembelajaran yang dilaksanakan dalam penelitian ini merujuk kepada lima langkah utama PBL, yaitu terdiri dari: orientasi siswa kepada masalah; mengorganisasikan siswa; membimbing penyelidikan mandiri dan kelompok; mengembangkan dan menyajikan hasil karya; dan menganalisa dan mengevaluasi proses pemecahan masalah (Kemendikbud, 2013; Nur, 2011; Amir & Taufiq, 2009).

Lebih rinci setiap langkah PBL yang dilaksanakan dalam proses pengajaran dan pembelajaran di kelas seperti berikut;



---

**Langkah orientasi kepada masalah;** pada Langkah ini siswa diminta memikirkan penyelesaiannya dari masalah yang diberikan, dimana masalah tersebut adalah masalah kontekstual yang memerlukan pemikiran kompleks dari siswa sehingga penyelesaian tidak memiliki satu jawaban yang benar mutlak. Pada langkah pertama ini juga siswa akan memahami tujuan pembelajaran dari konsep yang akan mereka pelajari.

**Langkah mengorganisasikan siswa;** selain keterampilan menyelesaikan masalah kontekstual, pembelajaran PBL juga mendorong siswa untuk berkolaborasi melalui Langkah mengorganisasi siswa ini. Dengan menyelesaikan suatu permasalahan, siswa melakukan diskusi dan kerjasama antar sesama anggota kelompok sehingga komunikasi yang terjadi antara siswa lebih efektif.

**Langkah membantu penyelidikan mandiri dan kelompok;** walaupun setiap masalah memerlukan teknik penyelesaian yang berbeda, namun secara umumnya akan melibatkan karakteristik penyelesaian yang identik, yaitu pengumpulan data dan eksperimen, berhipotesis dan penjelasan, dan memberikan pemecahan. Pada Langkah ini guru harus mendorong siswa untuk mengumpulkan data dan melaksanakan eksperimen sampai mereka betul-betul memahami dimensi situasi permasalahan.

**Langkah mengembangkan dan menyajikan hasil karya;** Langkah penyelesaian diikuti dengan menciptakan produk atau hasil karya dan memamerkannya. Artifak tidak hanya berupa laporan tertulis, namun bisa juga video (menunjukkan situasi penyelesaian masalah), model (wujud fisik dari situasi masalah dan penyelesaiannya), program komputer, dan program multimedia. Tentu hasil dan kecanggihan dari produk penyelesaian masalah sangat dipengaruhi oleh tingkat berfikir siswa. Seterusnya siswa memamerkan hasil karya mereka dan guru berperan sebagai organisator pameran.



**Langkah menganalisa dan mengevaluasi proses penyelesaian masalah;** Langkah ini merupakan tahap terakhir dari model pembelajaran PBL, dimana Langkah ini dimaksudkan untuk membantu siswa menganalisa dan mengevaluasi proses penyelesaian masalah, keterampilan penyelidikan, dan intelektual yang mereka gunakan. Selama Langkah ini guru meminta siswa untuk merekonstruksi pemikiran dan aktivitas yang telah mereka lakukan selama proses kegiatan belajar, seperti kapan siswa pertama kali mulai memperoleh pemahaman yang jelas tentang situasi masalah?, kapan siswa mulai merasa percaya pada solusi tertentu?, mengapa siswa mengadopsi solusi final siswa?, dan apa yang akan mereka lakukan secara berbeda di waktu yang lain.

Pendekatan STEM dalam penelitian ini direpresentasikan oleh lima langkah *engineering design process* yang telah di adaptasi oleh beberapa lembaga dunia menjadi sebuah pendekatan yang dikenal dengan istilah *Engineering is Elementary* (EiE). EiE merupakan sebuah proses bagaimana seorang saintis ataupun teknisi dalam bekerja untuk menghasilkan sesuatu produk. Proses tersebut terdiri atas lima langkah, yaitu langkah permasalahan (*ask*), bayangkan (*imagine*), rancang (*plan*), membuat (*create*), dan perbaiki (*improve*) (Syukri dkk., 2017; MoS, 2012; Cunningham, 2007). Secara gamblang kelima langkah EiE tersebut dapat diuraikan sebagai berikut.

Langkah permasalahan (*ask*); pada langkah pertama ini siswa menganalisis atau menelaah masalah kehidupan sehari-hari yang berhubungan dengan konsep sains yang sedang mereka pelajari. Jika sekiranya siswa tidak mampu menemukan permasalahan konsep sains dalam kehidupan sehari-hari, maka guru dapat memfasilitasi dengan cara memberikan masalah atau fenomena sains dalam bentuk cerita. Setelah mereka memahami masalah, seterusnya pada langkah bayangkan (*imagine*) siswa coba memikirkan dan membayangkan bagaimana masalah tersebut dapat diselesaikan melalui konsep-konsep fisika yang telah mereka dipelajari. Setelah mereka memiliki beberapa ide penyelesaian masalah, siswa selanjutnya memilih ide terbaik untuk dirancang (*plan*) secara berkelompok serta saling berdiskusi



bagaimana ide itu bisa diaplikasikan menjadi produk. Untuk memfasilitasi siswa mengaplikasikan penyelesaian tersebut menjadi sebuah produk, guru bisa mengarahkan mereka membuat gambar atau sketsa terlebih dahulu. Seterusnya langkah proses desain teknik adalah mengaplikasikan atau menciptakan (*create*), dimana siswa menciptakan sebuah produk sesuai dengan apa yang telah direncanakan dan sesuai dengan sketsa gambar yang dirancang sebelumnya. Langkah terakhir adalah langkah perbaiki (*improve*), pada langkah ini siswa mempresentasikan produk yang telah mereka ciptakan untuk dinilai kelebihan dan kekurangan dari produk mereka. Urutan Kelima proses langkah desain teknik yang dilaksanakan dalam penelitian ini pada dasarnya tidak memiliki urutan yang baku melainkan berbentuk siklus, sehingga jika setelah langkah *improve*, produk yang dihasilkan belum dapat menyelesaikan masalah yang diberikan maka siswa dapat mengulang kembali dari langkah awal.

Lima Langkah PBL dan EiE yang dilaksanakan dalam penelitian ini disusun dalam bentuk Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) sebagai panduan guru dalam proses pengajaran dan pembelajaran di kelas. Pengintegrasian antara model PBL dan lima langkah EiE sangat mungkin dilaksanakan dalam proses pembelajaran karena kedua-duanya didasari oleh suatu permasalahan yang harus diselesaikan oleh siswa (Syukri dkk., 2018; Noprianda, 2016; Amir & Taufiq, 2009). Berdasarkan berbagai kelebihan dan karakteristik model pembelajaran PBL dan EiE dalam meningkatkan berbagai kemampuan siswa, penelitian ini coba mengintegrasikan model PBL dan EiE ke dalam proses pengajaran dan pembelajaran fisika untuk meningkatkan minat belajar fisika. Melalui panduan pengintegrasian dan hasil penelitian ini, peneliti berharap dapat dijadikan sebagai satu panduan pedagogi oleh guru untuk pelaksanaan pembelajaran aktif melalui penerapan model PBL berbasis pendekatan STEM.

## Metode Penelitian

Penelitian yang dilaksanakan di SMA Negeri 1 Darul Imarah Aceh Besar ini berbentuk penelitian kuasi eksperimen. Kelas eksperimen dan kelas kontrol dalam penelitian ini



dipilih secara acak (*random sampling*) dari kedua kelas yang memiliki nilai rata-rata fisika yang sama yaitu Kelas XII2 dan kelas XII3. Sebanyak 26 siswa kelas XII2 dijadikan sebagai kelas eksperimen yang melaksanakan model PBL dan EiE. Sementara kelas XII3 dengan jumlah siswa yang sama sebagai kelas Kontrol yang melaksanakan pembelajaran konvensional yang memadukan metode ceramah dan diskusi.

Data minat belajar siswa diperoleh dari hasil jawaban mereka terhadap angket minat yang terdiri dari 20 pertanyaan merangkumi tiga aspek komponen minat yaitu rasa senang, ketertarikan dalam proses pembelajaran, perhatian selama proses pembelajaran, dan ikut serta dalam aktivitas pembelajaran. Keseluruhan pertanyaan dari setiap aspek minat telah melalui proses validasi oleh dua orang pakar dibidang pembelajaran dan minat belajar. Angket minat diberikan kepada siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol sebelum dan sesudah proses pembelajaran masing-masing. Selanjutnya melalui analisis N-Gain dan uji-t, skor minat belajar siswa yang diperoleh dalam bentuk pengskoran skala Likert baik sebelum dan sesudah pembelajaran dianalisis untuk menentukan apakah terdapat perbedaan peningkatan minat antara kelas eksperimen yang melaksanakan model PBL & EiE dengan kelas kontrol yang melaksanakan pembelajaran konvensional

## Hasil dan Pembahasan

Penerapan model PBL melalui lima langkah EiE secara umum dapat meningkatkan minat belajar siswa pada mata pelajaran fisika khususnya pada materi induksi magnetik. Adapun hasil peningkatan minat belajar siswa dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 1.** Peningkatan Minat Belajar Siswa untuk Setiap Indikator

No	Indikator Minat	Sebelum		Sesudah		Gain		Uji-t
		Eks	Kon	Eks	Kon	Eks	Kon	



---

1	Rasa senang	73,65	75,19	83,46	77,12	0,49	0,09	3,715
2	Ketertarikan dalam proses pembelajaran	58,00	72,69	75,13	74,36	0,33	0,08	2,487
3	Perhatian siswa selama proses pembelajaran	79,23	75,38	83,23	75,38	0,20	0,00	2,068
4	Ikut serta dalam aktivitas	81,54	75,38	84,77	75,54	0,16	0,01	1,845

---

Peningkatan minat belajar siswa untuk setiap indikator dihitung dari perolehan skor pernyataan angket berdasarkan indikator pernyataan masing-masing yang kemudian diskorkan. Hasil analisis skor minat belajar siswa untuk setiap indicator. Berdasarkan tabel diatas diperoleh bahwa pada indikator rasa senang untuk mengikuti proses pengajaran dan pembelajaran, secara signifikan peningkatan minat siswa kelas eksperimen lebih tinggi daripada minat siswa pada kelas kontrol dengan hasil anlisis uji-t sebesar 3,715. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Nardin dan Tawil (2016) bahwaminat belajar dengan model pembelajaran berbasis masalah pada siswa kelas VII SMP 26 Makasar dengan indikator kesukaan, ketertarikan, perhatian, dan keterlibatan berada pada skor tertinggi. Timbulnya rasa senang dalam mengikuti proses pengajaran dan pembelajaran akan memudahkan siswa dalam menganalisis fenomena alam yang berada disekitarnya dan mampu menyelesaikan masalah secara bertahap, sehingga siswa dapat menemukan dan membangun sendiri pengetahuannya sehingga lebih berkesan dalam memperoleh pengetahuan (Slameto, 2010).

Indikator minat untuk ketertarikan siswa dalam proses pembelajaran juga menunjukkan perbedaan peningkatan minat yang signifikan antara siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hasil analisis uji-t untuk indikator ketertarikan dalam proses pembelajaran didapati  $t_{hitung} 2,478 > t_{tabel} 2,064$ . Hasil analisis ini menunjukkan bahwa siswa merasa belajar fisika itu bukan hanya sekedar belajar teori, rumus,



hukum, yang terkadang sangat membosankan bagi siswa, namun lebih dari itu siswa dapat memahami bahwa fisika merupakan pangkal dari perkembangan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, sehingga dewasa ini teknologi dapat berkembang dengan pesatnya.

Dalam penelitian ini untuk merangsang siswa agar tertarik dengan proses pembelajaran diberikan contoh dengan produk teknologi berupa kipas angin melalui eksperimen membuat dinamo sederhana, dengan ini siswa dapat mengetahui ternyata cara kerja kipas angin memenuhi hasil-hasil produk ilmu fisika. Hal inilah yang membuat siswa semakin tertarik mempelajari fisika. Hal ini senada dengan yang dijelaskan oleh Apedoe dkk (2008) melalui penelitian yang telah mereka lakukan sebelumnya bahwa dengan memperlihatkan sebuah demonstrasi dalam proses pembelajaran maka dapat membuat pembelajaran menjadi lebih efektif dan menambah ketertarikan siswa dalam perancangan alat sehingga siswa akan mendapatkan hasil belajar yang lebih baik. Selain itu melalui penerapan model PBL dan EiE dapat mendorong guru untuk lebih mudah mengajarkan materi pelajaran sehingga mudah pula untuk mencapai tujuan pembelajaran (Cunningham & Hester, 2007).

Indikator minat untuk perhatian siswa selama proses pembelajaran, hasil analisis uji t diperoleh nilai  $t_{hitung} 2,068 > t_{tabel} 2,064$ . Hasil analisis ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara minat siswa kelas eksperimen dan siswa kelas kontrol untuk indikator "perhatian siswa selama proses pembelajaran". Perhatian siswa dalam penelitian ini sangat mungkin terfokus pada proses pembelajaran karena mereka telah diberikan masalah diawal pembelajaran sehingga mereka tertantang untuk menyelesaikan masalah tersebut. Siswa menganggap apa yang akan disampaikan guru bisa dijadikan sebagai bahan atau sumber pengetahuan untuk menghasilkan penyelesaian masalah. Disamping itu, dengan adanya masalah siswa akan lebih fokus memperhatikan apa yang disampaikan guru, agar mereka bisa menyelesaikan masalah yang diberikan (Nur, 2011).

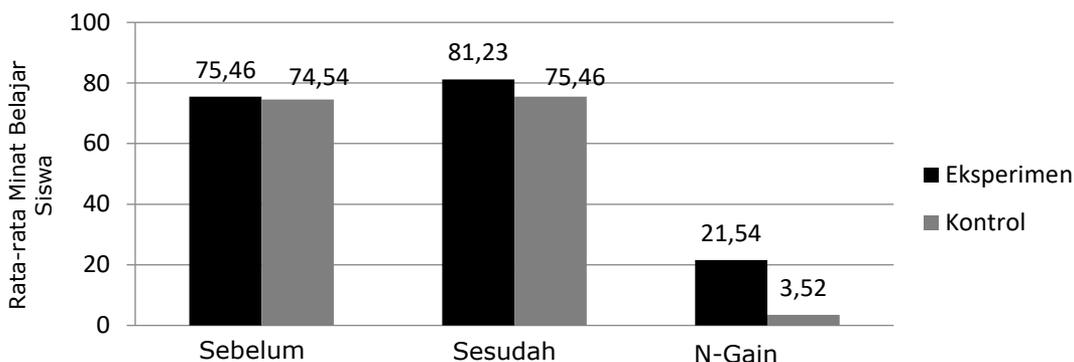


Selanjutnya pada indikator ikut serta dalam aktivitas, diperoleh hasil pada kedua kelas adalah sama. Hasil analisis uji-t diperoleh nilai  $t_{hitung} 1,845 < t_{tabel} 2,064$ . Hasil ini menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara siswa kelas eksperimen dan siswa kelas kontrol pada indikator ikut serta dalam aktivitas. Dengan demikian, model pengajaran PBL bersama lima langkah EiE dan model pembelajaran konvensional tidak ada perbedaan pada aspek penglibatan siswa ikut serta dalam aktivitas pembelajaran. Hal ini dapat dijelaskan bahwa dalam pembelajaran PBL pada langkah mengembangkan dan menyajikan hasil karya memerlukan keterlibatan siswa secara langsung. Selanjutnya pada Langkah-langkah EiE, siswa juga harus terlibat langsung mendesain bentuk produk sebagai bentuk dari penyelesaian masalah (Cunningham, 2007; MoS, 2012).

Berdasarkan uraian diatas secara keseluruhan model problem based learning (PBL) melalui lima langkah EiE dapat meningkatkan minat siswa dalam pembelajaran fisika. Hasil analisis uji t diperoleh nilai  $t_{hitung}$  adalah 3,349 dan untuk  $N-gain = 3,545$ . Hasil ini, menunjukkan bahwa penerapan PBL bersama EiE secara signifikan dapat meningkatkan lebih minat belajar siswa berbanding pada kelas control yang melaksanakan pembelajaran secara konvensional. Menurut Assegaff dan Sontani (2016) model *problem based learning* (PBL) mampu memberikan hasil yang lebih baik daripada pembelajaran konvensional. Selain itu, dalam model PBL melibatkan langsung siswa dalam memahami materi dengan terjun langsung melakukan pemecahan masalah dengan langkah-langkah yang terarah dan dapat menjadikan siswa lebih mandiri.

### **Peningkatan N-Gain Minat Belajar Siswa**

Peningkatan minat belajar siswa dapat diketahui dari hasil peningkatan skor angket pada setiap butir pernyataan. Adapun hasil analisis skor dan nilai *N-gain* rata-rata siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol dapat dilihat pada gambar 1.



**Gambar 1.** Skor dan Nilai *N-gain* rata-rata Minat Siswa

Gambar 1 di atas menunjukkan bahwa *N-gain* kelas eksperimen yang menerapkan model PBL bersama EiE lebih tinggi yaitu sebesar 81,23 dibandingkan dengan kelas kontrol yang kegiatan pembelajarannya menggunakan model konvensional dengan skor rata-rata sebesar 75,46.

Hasil ini menunjukkan bahwa secara umum minat siswa setelah mengikuti kegiatan pembelajaran melalui penerapan PBL berbasis pendekatan STEM cenderung meningkat, sehingga berdasarkan hasil analisis uji-t terhadap *N-Gain* kelas eksperimen lebih baik dan berbeda signifikan dari kelas kontrol. Sebagaimana hasil penelitian yang dilakukan oleh Aisyanah dan Kurniasari (2017) juga diperoleh pencapaian skor rata-rata pretest dan posttest minat belajar fisika kelas eksperimen lebih besar dibandingkan dengan skor rata-rata pretest dan posttest minat belajar fisika kelas kontrol. Begitu juga pada pencapaian rata-rata *N-gain*, kelas eksperimen menunjukkan peningkatan minat belajar fisika yang lebih besar dari pencapaian rata-rata *N-gain* kelas kontrol. Minat yang dimaksud adalah suatu rasa lebih suka, rasa ketertarikan, perhatian, fokus, ketekunan, usaha, pengetahuan, keterampilan, motivasi, pengatur perilaku, dan hasil interaksi seseorang atau individu dengan konten atau kegiatan tertentu. Minat memberikan pengaruh positif terhadap



---

pembelajaran akademik, domain pengetahuan dan bidang studi tertentu bagi individu (Nurhasanah dan Sobandi, 2016).

## Penutup

Berdasarkan data dan hasil analisis dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran berbasis masalah atau problem based learning (PBL) berbasis pendekatan STEM dapat meningkatkan minat belajar siswa. Minat belajar peserta didik kelas eksperimen menunjukkan hasil lebih baik dibandingkan dengan minat kelas kontrol untuk keseluruhan aspek minat yang diukur. Oleh karena itu, hasil penelitian ini sudah seharusnya dipertimbangkan untuk diaplikasikan dalam proses pengajaran dan pembelajaran fisika secara umum di sekolah khususnya dalam kurikulum SMA.

## Referensi

- Aisyanah, N dan Kurniasari, Z. (2017). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning Dengan Strategi Alat Peraga Puzzle Dadu Terhadap Minat Belajar dan Hasil Belajar Matematika Siswa Kelas VIII Materi Peluang SMPN 1 Sumbergempol Tulungagung Tahun Ajaran 2017/2018, *JKPM*, 3(1): 70-76.
- Amir dan Taufiq. (2009). *Inovasi Pendidikan Melalui Problem Based Learning*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.
- Apedoe, X. S., Reynolds, B., Ellefson, M. R. dan Schum, C. D. (2008). Bringing Engineering Design into High School Science Classrooms: The heating/cooling unit. *Journal of Science Education and Technology*, 17(5): 454-465.
- Assegaff, A dan Sontani, U.T. (2016). Upaya Meningkatkan Kemampuan Berfikir Analitis Melalui Model Problem Based Learning (PBL), *Jurnal pendidikan manajemen perkantoran*, 1(1): 1-8



- Becker, K., dan Park, K. (2011). Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A preliminary meta-analysis. *Journal of STEM Education*, 2(10): 862-875.
- Bryan, L. A., Moore, T. J., Johnson, C. C., dan Roehrig, G. H. (2016). *Integrated STEM Education*. New York: Routledge.
- Cunningham, C. M. (2007). Engineering is elementary: An engineering and technology curriculum for children. Proceedings of the 2007 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition. 1-18.
- Cunningham, C. M. (2009). Engineering Is Elementary. *The Bridge*: 11-17.
- Cunningham, K.C. M., dan Hester. (2007) Engineering is elementary: An engineering and technology curriculum for children. *ASEE Annu. Conf. Expo. Honolulu*, 55.
- Kemendikbud, (2013). *Materi Pelatihan Guru Implementasi Kurikulum 2013*. Jakarta: Kemendikbud.
- McCrae, N. (2011). Nurturing Critical Thinking and Academic Freedom in the 21st Century University. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 23(1): 128-134.
- MoS (Museum of Science). (2012). EiE: Engineering & Technology Lessons for Children. Boston. <http://www.mos.org/eie/> [10 September 2012].
- Mulhayatiah. (2014). Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Proyek Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Mahasiswa. *Edusains*, 6(1): 18-22
- Nardin dan Tawil, M. (2016). Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Masalah Terhadap Minat Belajar dan Penguasaan Konsep pada peserta didik kelas VII SMP Negeri 26 Makasar, *Jurnal sains dan pendidikan fisika*, 12(2):26-37
-



- 
- Noprianda, M., Fadilah, M, dan Zulfiani, N. (2016). Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Model Pembelajaran Problem Based Learning Dan Sains Teknologi Masyarakat Pada Konsep Virus. *Edusains*, 8 (2): 182-191.
- Nur, M. (2011). Model Pembelajaran Berdasarkan Masalah. Surabaya: Pusat sains dan Matematika UNESA.
- Nurhasanah, S dan Sobandi, A. (2016). Minat Belajar Sebagai Determinan Hasil Belajar Siswa, *Jurnal pendidikan manajemen perkantoran*, 1(1): 128-137.
- Russomanno, D.J., Bonnell, R.D, dan Bowles, J.B. (1993) Functional Reasoning in a Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) Expert-System. *Proceedings of the Annual Reliability and Maintainability Symposium*, Atlanta, 26-28 January 1993, 339-347.
- Slameto. (2010). *Belajar dan Faktor- factor yang mempengaruhinya*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Syukri, M., Lilia Halim, dan Lilia Elyani. (2017). Engineering design process: cultivating creativity through science technical product, *Jurnal Fizik Malaysia*, 38(1): 10055-10065.
- Syukri, M., Soewarno S., Halim, L., Lilia, E.M. (2018). The impact of engineering design process in teaching and learning to enhance students' science problem-solving skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(1): 66-75.