

IMPLEMENTASI STEM PROJECT BASED LEARNING: MENGEKSPLORASI DOMAIN KOGNITIF DAN AFEKTIF DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA

Haerul Syam¹
Sri Rahayuningsih^{2*}
Muhammad Muzaini³

¹Prodi Pendidikan Matematika, Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia

^{2*}Program Doktor Pendidikan Dasar, Universitas Negeri Malang

³Program Doktor Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia

haerulsyam@unismuh.ac.id¹⁾
srihayuningsih.pasca@um.ac.id^{2*)}
muhammadmuzaini@unismuh.ac.id³⁾

Abstrak

Dunia kerja membutuhkan karyawan yang lebih siap di bidang STEM dan Sumber Daya Manusia (SDM) yang lebih melek STEM, salah satu faktor penyebab mengapa pendidikan STEM mendapat perhatian yang semakin meningkat. Penelitian eksperimen dengan menggunakan one Group Pretest Posttest Design, Peserta penelitian merupakan siswa kelas 8 SMP unggulan yang berada di Kota Makassar, Sulawesi Selatan. Siswa (N = 94), Laki-laki (L=47), perempuan (P= 47). Tujuan dari penelitian untuk mengamati efektivitas peran STEM-PBL pada pembelajaran matematika dalam meningkatkan kemampuan ranah kognitif dan afektif siswa di tingkat sekolah menengah pertama. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran matematika efektif melalui penerapan STEM-PBL pada siswa kelas VIII SMP yang ditinjau dari hasil pemecahan matematika siswa dan aktivitas siswa selama proses pembelajaran. Peran STEM-PBL mampu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika siswa. Temuan dalam penelitian ini mengungkapkan bahwa selama penerapan STEM-PBL, siswa menunjukkan keterlibatan ranah afektif seperti *attitude*, *emotion*, *self-acknowledgement* dan *beliefs*. *Self-Acknowledgement* memegang peranan penting dalam meningkatkan pembelajaran STEM PBL.

Keywords: STEM-PBL, efektivitas pembelajaran, ranah kognitif, ranah afektif

Published by:



Copyright © 2023 The Author (s)

This article is licensed



IMPLEMENTASI STEM PROJECT BASED LEARNING: MENGEKSPLORASI DOMAIN KOGNITIF DAN AFEKTIF DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA

1. Pendahuluan

Penguatan kemampuan siswa pada bidang *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM)* dipandang penting untuk pertumbuhan ekonomi dan teknologi masa depan oleh banyak negara di seluruh dunia (Henderson et al., 2017; Li, 2018; Shernoff et al., 2017)). Dunia kerja membutuhkan karyawan yang lebih siap di bidang STEM dan Sumber Daya Manusia (SDM) yang lebih melek STEM, salah satu faktor penyebab mengapa pendidikan STEM mendapat perhatian yang semakin meningkat (Dökme et al., 2022; Blotnicky et al., 2018; McKinney et al., 2021). Oleh karena itu, beberapa sekolah di dunia sudah menerapkan metode STEM, bukan hanya di negara-negara besar yang ada di dunia, STEM juga menjadi metode pembelajaran yang terus meningkat popularitasnya di Indonesia. Metode pembelajaran yang sering digunakan untuk menerapkan STEM di sekolah, yakni *project-based learning (PBL)* atau *inquiry-based learning* (Han et al., 2015; Wilson, 2021; Lin et al., 2021; Diego-Mantecon et al., 2021). Bagaimana sekolah dan guru melibatkan siswa dalam masalah atau proyek yang layak untuk dieksplorasi dari berbagai perspektif, disini peneliti akan menelusuri peran STEM dengan menggunakan *project-based learning (PBL)* dalam pembelajaran matematika.

STEM-PBL, telah menarik minat para pendidik matematika (Diego-Mantecon et al., 2021; Kwon et al., 2021; Wilson, 2021). Model pembelajaran STEM-PBL secara inheren berpusat pada siswa. Penerapan STEM-PBL mengarahkan guru untuk memanfaatkan metode inkuiri dalam menjelaskan sebuah konsep. Pada pembelajaran matematika, banyak materi yang ditemukan bersifat abstrak, sehingga dibutuhkan metode yang mampu mengarahkan konsep matematika ke dunia yang nyata. Jika melihat dari karakteristik STEM-PBL itu sendiri, masalah tersebut dapat teratasi. Sejalan dengan pendapat Diego-Mantecon et al., (2021) menjelaskan bahwa pemahaman konseptual yang disajikan dalam STEM-PBL dikembangkan dari proses penyelesaian tugas *ill-defined tasks* untuk menghasilkan produk yang dapat diaplikasikan pada kehidupan nyata. Meskipun tugas itu sendiri tidak terdefinisi dengan baik, namun hasilnya terdefinisi dengan baik (Bicer & Capraro, 2016; Capraro & Slough, 2013; Han et al., 2015). Lebih lanjut Bicer & Capraro, (2016) memaparkan bahwa para peneliti telah menunjukkan bahwa keterlibatan siswa pada STEM-PBL secara mandiri mampu menyelidiki masalah ketika menyelesaikan *ill-defined tasks*, berkolaborasi dengan rekan-rekan untuk mengidentifikasi masalah, menunjukkan keterlibatan materi pelajaran yang ketat (Capraro &

Slough, 2013), dan menunjukkan pemahaman yang luas tentang materi (Capraro et al., 2013). Keterlibatan tersebut dalam konten mata pelajaran telah terbukti memiliki pengaruh positif pada prestasi matematika siswa (Han et al., 2015; Han et al., 2016; (Navruz et al., 2014). Dalam studi ini, dampak STEM-PBL bersifat multi-dimensi, mempengaruhi berbagai keterampilan akademik yang secara kolektif meningkatkan prestasi matematika siswa.

Peningkatan prestasi matematika siswa dapat dilihat dari kemampuan pemecahan masalah matematikanya. Pembelajaran yang dirancang dengan menggunakan model pembelajaran STEM-PBL menuntut siswa untuk memecahkan beragam masalah, yang mengarah pada, penguasaan siswa terhadap beberapa konsep berbagai mata pelajaran STEM (Capraro & Slough, 2013). Selanjutnya, keterlibatan STEM-PBL memungkinkan siswa untuk menunjukkan pemahaman mereka tentang bagaimana menerapkan konsep terkait STEM dalam masalah dunia nyata (Han et al., 2015). Hasil dari beberapa penelitian telah menunjukkan manfaat dari menggabungkan kegiatan STEM-PBL di dalam kelas. Sehingga sangat perlu memastikan seperti apa kemampuan siswa dalam memecahan masalah matematika sebagai indikator mengukur kemampuan kognitif mereka.

Untuk mengukur kemampuan kognitif siswa pada saat menerapkan STEM-PBL harus menerapkan strategi khusus. Salah satu strategi khusus yang bisa diterapkan yakni penerapan pembelajaran inkuiri, merancang tugas berbasis inkuiri yang membantu siswa mengembangkan pemahaman tentang konten pada kurikulum teknologi, sosial, dan inti (Lattimer & Riordan, 2011). STEM-PBL juga telah dianggap sebagai kasus unik pembelajaran berbasis inkuiri (Slough & Milam, 2013). Pembelajaran berbasis inkuiri dan STEM PBL memberi siswa kesempatan untuk mengekspos pemikiran mereka sendiri melalui umpan balik, revisi, dan refleksi dengan diri mereka sendiri, guru, dan sesama teman sejawat (Slough & Milam, 2013). Misalnya, dalam pembelajaran berbasis inkuiri siswa didorong untuk mengembangkan konten pengetahuan dalam proses belajar mereka dengan memecahkan masalah (Artigue & Blomhøj, 2013). Namun, penerapan pembelajaran berbasis inkuiri dapat bervariasi sampai batas tertentu dalam setiap disiplin STEM. Dalam satu penelitian menyebutkan bahwa, siswa yang terlibat dalam pembelajaran berbasis inkuiri dalam konteks pendidikan dan sains mampu menemukan dan merancang sendiri jawaban atas pertanyaan yang berorientasi pada pengetahuan mereka (Van Uum et al., 2016). Tujuan inkuiri ini adalah agar siswa dapat mengembangkan pengetahuan ilmiah melalui proses mengumpulkan serta menguji secara ilmiah (Artigue & Blomhøj, 2013). Dalam pembelajaran berbasis inkuiri dalam pendidikan matematika, siswa mempelajari pengetahuan matematika melalui eksplorasi konsep dan ide sambil menyelesaikan tugas dan memecahkan masalah (Beswick, 2021). Proses inkuiri dalam pendidikan matematika

terdiri dari mengelaborasi pertanyaan, menganalisis data, menalar, mendefinisikan, dan memodelkan pemahaman matematis (Huang et al., 2021). Dalam penelitian ini, peneliti akan menggunakan proses inkuiri menurut (Huang et al., 2021) menjadi indikator proses penyelesaian masalah matematika siswa.

Selain perlu menelusuri efek penerapan STEM-PBL dari segi kognitif, keterlibatan ranah afektif juga sangat menentukan. McKinney et al., (2021) mengungkap bahwa pendekatan STEM Project-Based Learning (STEM-PBL), sebagai salah satu strategi yang efektif dalam pembelajaran yang mampu meningkatkan keterlibatan ranah afektif siswa. Oleh karena itu, peneliti akan mengamati efektivitas peran STEM-PBL pada pembelajaran matematika dalam meningkatkan kemampuan ranah kognitif dan afektif siswa di tingkat sekolah menengah pertama. Ranah afektif yang akan dikaji dalam penelitian ini, meliputi attitude, emotion, beliefs (Rahyuningsih et al., 2022). Menurut Rahyuningsih et al., (2022) attitude mengacu pada reaksi untuk menyelesaikan tugas matematika yang diberikan dengan benar mengikuti instruksi yang diberikan, berpura-pura terlibat dalam tugas tersebut sambil menghindari partisipasi yang tulus; emosi mengacu pada perasaan kebutuhan atau keinginan untuk menghindari konflik dengan orang lain, atau pengaruh negatif, merasakan tantangan terhadap identitas matematika seseorang; keyakinan mengacu pada Kesadaran akan pentingnya membantu orang lain dengan berbagi ide atau pengetahuan matematika, Keyakinan bahwa seseorang membuat orang lain terkesan dengan pengetahuan atau kemampuan matematika.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan *one Group Pretest Posttest Design*, yaitu sebuah eksperimen yang dilaksanakan dengan satu kelompok yang diberikan pretest sebelum adanya perlakuan dan posttest setelah adanya suatu perlakuan dengan penerapan STEM-PBL. Dengan demikian hasil perlakuan dapat diketahui lebih akurat karena dapat membandingkan dengan keadaan sebelum diberi perlakuan.

Tabel 1. *One Group Pretest-Posttest*

Pretest	Treatment	Posttest
O ₁	X	O ₂

Cook et al., 2002

Keterangan:

O₁ = tes awal yang diberikan pada kelas eksperimen diawal penelitian

X = perlakuan yang diberikan pada kelas eksperimen yaitu penerapan STEM PBL

O₂ = Tes akhir yang diberikan pada kelas eksperimen di akhir penelitian.

Peserta penelitian merupakan siswa kelas 8 SMP unggulan yang berada di Kota

Makassar, Sulawesi Selatan. Siswa ($N = 94$), Laki-laki ($L=47$), perempuan ($P= 47$). Siswa yang berpartisipasi dalam kegiatan STEM PBL belajar tentang bilangan rasional selama 8 minggu atau sekitar 32 jam alokasi waktu. Komponen utama dari pembelajaran STEM PBL adalah terkait konten interdisipliner, konstruksi pengetahuan kolaboratif, penerapan konsep, mendorong pembelajaran melalui menghubungkan pengetahuan secara eksplisit di seluruh mata pelajaran, dan mendorong pemecahan masalah (Xu et al., 2022; Setyowati et al., 2021; Maass et al., 2019; Han et al., 2015; Lavy & Shriki, 2008). Konten materi dalam penelitian ini adalah “Sistem Persamaan Linear dua Variabel & Sistem Pertidaksamaan Linear dua Variabel (SPLDV)” indikator materi mencakup menentukan nilai variabel dalam persamaan linear dua variabel, menentukan nilai variabel dalam pertidaksamaan linear dua variabel, mengubah masalah yang berkaitan dengan persamaan dan pertidaksamaan linear dua variabel menjadi model matematika dan menyelesaikan masalah nyata yang berkaitan dengan persamaan dan pertidaksamaan linear dua variabel. Proyek yang diberikan adalah “cari sebuah SPLDV yang menyatakan model matematika dari masalah nyata yang kamu temui di sekitarmu, uraikan proses penemuan model matematika tersebut dan selesaikan sebagai pemecahan masalah tersebut, buat laporan hasil kerjamu dan hasilnya presentasikan di kelas. Kemudian, siswa membuat video di YouTube yang berdurasi 30 menit mengenai proses selama pembuatan proyek. Selama kegiatan STEM PBL, siswa didorong untuk secara aktif terlibat dalam kerja kelompok, kegiatan secara langsung, penyelesaian proyek, dan presentasi, sehingga siswa dapat mengembangkan pemahaman konsep materi secara mendalam.

Guru yang terlibat dalam pembelajaran STEM-PBL merupakan guru yang berpengalaman dalam penerapan STEM-PBL. Selain aktif mengikuti pelatihan terkait STEM-PBL, guru telah terjun langsung menerapkan STEM PBL selama 2 tahun di sekolah yang berbeda.

Penilaian

Untuk mengukur keterlibatan ranah kognitif siswa digunakan instrumen berupa tes pemecahan masalah matematika. Tes pemecahan masalah matematika dikembangkan dalam bentuk tes uraian (essay) yang dibuat dan dikembangkan sendiri oleh peneliti berdasarkan proses inkuiri menurut (Huang et al., 2021) dengan indikator mengelaborasi pertanyaan, menganalisis data, menalar, mendefinisikan, dan memodelkan pemahaman matematis. Item tes dibuat berdasarkan tema proyek yang diberikan selama penelitian ini berlangsung. Divalidasi oleh tim validator ahli yang berkompeten pada bidang ilmu yang digarap oleh peneliti. Selain mengamati keterlibatan ranah kognitif siswa, peneliti juga menelusuri ranah afektif siswa selama penerapan STEM PBL dengan menggunakan angket. Angket digunakan untuk

mengetahui keterlibatan dari ranah afektif siswa selama pembelajaran STEM-PBL yang bertujuan untuk memperoleh data aktivitas siswa selama pembelajaran berlangsung.

3. Hasil dan Pembahasan

Untuk memberikan gambaran awal tentang pemecahan masalah matematika siswa, berikut disajikan skor hasil pretest pemecahan masalah matematika siswa pada Tabel 2.

Tabel 2. Statistik skor *pretest* pemecahan masalah matematika

Statistik	Nilai Statistik
Ukuran Sampel	94
Skor Ideal	100
Skor Maksimum	34
Skor Minimum	10
Rentang Skor	24
Skor Rata-rata	20,82
Variansi	39,856
Standar Deviasi	6,31

Pada Tabel 2 di atas dapat dilihat bahwa skor rata-rata tes pemecahan masalah siswa sebelum proses pembelajaran melalui penerapan pembelajaran STEM-PBL adalah 20,82 dari skor ideal 100 yang dicapai oleh siswa dengan standar deviasi 6,31 Skor yang dicapai oleh siswa tersebut dari skor terendah 10, sampai dengan skor tertinggi 34 dengan rentang skor 24 yang diperoleh dari skor tertinggi dikurang skor terendah. Jika hasil belajar matematika siswa dikelompokkan kedalam 4 kategori maka diperoleh distribusi frekuensi dan persentase sebagai berikut:

Tabel 3. Distribusi frekuensi dan persentase skor pretest pemecahan masalah matematika

Nilai	Kategori	Frekuensi	Persentase (%)
$0 \leq x < 75$	Kurang	94	100
$75 \leq x < 80$	Cukup	0	0
$80 \leq x < 90$	Baik	0	0
$90 \leq x \leq 100$	Sangat Baik	0	0
Jumlah		94	100

Pada tabel 3 di atas menunjukkan bahwa dari 94 siswa yang memperoleh skor pada kategori sangat kurang ada 94 siswa (100%), siswa yang memperoleh skor pada kategori cukup, baik dan sangat baik ada 0 siswa (0%). Setelah skor rata-rata hasil belajar siswa sebesar 20,82 dikonversi ke dalam 4 kategori di atas, maka skor pemecahan masalah matematika siswa sebelum diterapkan STEM PBL tergolong sangat rendah. Selanjutnya, data hasil pemecahan masalah matematika sebelum diterapkan STEM-PBL (*pretest*) dikategorikan berdasarkan kriteria ketuntasan dapat dilihat pada tabel 4 sebagai berikut:

Tabel 4. Deskripsi pencapaian ketuntasan belajar matematika sebelum penerapan STEM-PBL

Skor	Kategori	Frekuensi	Persentase (%)
$0 \leq x < 75$	Tidak tuntas	94	100
$75 \leq x \leq 100$	Tuntas	0	0
Jumlah		94	100

Seorang siswa dikatakan tuntas apabila memperoleh nilai paling sedikit 75. Berdasarkan tabel 4 di atas dapat dilihat bahwa jumlah siswa yang tidak memenuhi kriteria ketuntasan individu adalah sebanyak 94 orang atau 100% dari jumlah siswa, sedangkan siswa yang memenuhi kriteria ketuntasan individu dari jumlah seluruh siswa tidak ada atau 0%. Dari deskripsi di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa kemampuan pemecahan masalah matematika siswa sebelum diterapkan pembelajaran STEM-PBL tergolong sangat rendah.

Berikut disajikan deskripsi dan persentase pemecahan masalah matematika siswa setelah diberikan perlakuan.

Tabel 5. Statistik skor pemecahan masalah matematika siswa setelah diberikan perlakuan

Statistik	Nilai Statistik
Ukuran Sampel	94
Skor Ideal	100
Skor Maksimum	100
Skor Minimum	68
Rentang Skor	32
Skor Rata-rata	87,53
Variansi	86,55
Standar deviasi	9,303

Pada tabel 5 di atas dapat dilihat bahwa skor rata-rata pemecahan masalah siswa setelah penerapan STEM-PBL adalah 87,53 dari skor ideal 100 yang mungkin dicapai oleh siswa dengan standar deviasi 9,303. Skor yang dicapai oleh siswa tersebut dari skor terendah 68, sampai dengan skor tertinggi 100 dan dengan rentang skor 32. Jika skor pemecahan masalah matematika siswa dikelompokkan kedalam 5 kategori maka diperoleh distribusi frekuensi dan persentase sebagai berikut:

Tabel 6. Distribusi frekuensi dan persentase skor pemecahan masalah matematika siswa setelah diterapkan STEM-PBL

Nilai	Kategori	Frekuensi	Persentase (%)
$0 \leq x < 75$	Kurang	14	14,39
$75 \leq x < 80$	Cukup	3	3,61
$80 \leq x < 90$	Baik	30	32
$90 \leq x \leq 100$	Sangat Baik	47	50
Jumlah		94	100

Pada tabel 6 di atas menunjukkan bahwa dari 94 siswa, yang memperoleh skor pada kategori kurang ada 14 siswa (14,39%), siswa yang memperoleh skor pada kategori cukup ada 3 siswa (3,61%), siswa yang memperoleh skor pada kategori baik ada 30 siswa (32%) dan siswa

yang memperoleh skor pada kategori sangat sangat baik ada 47 siswa (50%). Setelah skor rata-rata pemecahan masalah 87,53 dikonversi ke dalam 4 kategori di atas, maka skor rata-rata pemecahan masalah setelah diterapkan STEM-PBL berada pada kategori tinggi.

Selanjutnya, data hasil pemecahan masalah (*posttest*) dikategorikan berdasarkan kriteria ketuntasan dapat dilihat pada tabel 7 sebagai berikut:

Tabel 7. Deskripsi pencapaian ketuntasan belajar matematika setelah penerapan STEM PBL

Skor	Kategori	Frekuensi	Persentase (%)
$0 \leq x < 75$	Tidak tuntas	14	14,3
$75 \leq x \leq 100$	Tuntas	80	85,7
Jumlah		94	100

Dari tabel 7 terlihat bahwa siswa yang tidak tuntas sebanyak 14 siswa (14,3%) sedangkan siswa yang memenuhi kriteria ketuntasan sebanyak 80 siswa (85,7%). Apabila tabel 7 dikaitkan dengan indikator ketuntasan belajar matematika, maka dapat disimpulkan bahwa ketuntasan belajar matematika setelah diterapkan STEM-PBL telah memenuhi indikator ketuntasan belajar matematika secara klasikal.

Angket untuk memperoleh salah satu jenis data pendukung kriteria keefektifan pembelajaran. Instrumen ini memuat petunjuk dan delapan indikator ranah afektif siswa yang terlibat dalam pembelajaran. Hasil deskripsi ranah afektif siswa selama proses pembelajaran matematika melalui STEM-PBL

Tabel 8. Deskripsi ranah afektif siswa selama proses pembelajaran matematika melalui STEM PBL

No	Deskripsi ranah afektif yang diamati	F	(%)
1	<i>Reaction to finishing an assigned mathematical task correctly following given instruction</i>	80	85,71
2	<i>Pretending to engage in the task while avoiding genuine participation.</i>	19	20,45
3	<i>Feeling a need or desire to avoid conflict with others, or negative affect</i>	81	85,71
4	<i>Perceiving challenges to one's mathematical identity</i>	91	96,42
5	<i>Awareness of an importance of helping others by sharing an idea or mathematical knowledge</i>	83	88,79
6	<i>The belief that one is impressing others with mathematical knowledge or ability</i>	74	79,44

Analisis Statistika Inferensial

Uji hipotesis dianalisis dengan menggunakan uji-t untuk mengetahui apakah pembelajaran matematika efektif melalui penerapan STEM-PBL.

$$H_0 : \mu = 74,9 \text{ melawan } H_1 : \mu > 74,9$$

Keterangan:

μ = skor rata-rata kemampuan pemecahan masalah matematika siswa dengan standar ketuntasan minimal 75.

Berdasarkan hasil analisis SPSS (lampiran D) dengan menggunakan taraf signifikan 5%, tampak bahwa Nilai p (sig.(2-tailed)) adalah $0,000 < 0,05$ selain itu, nilai t hitung 7,187 lebih dari t tabel 1,70 karena $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima sehingga rata-rata pemecahan masalah matematika siswa setelah diajar melalui penerapan STEM PBL lebih dari 74,9. Ini berarti rata-rata pemecahan masalah matematika posttest siswa lebih dari nilai kriteria ketuntasan minimal.

Rata-rata gain ternormalisasi siswa setelah diajar melalui STEM PBL dihitung dengan menggunakan uji-t one-sample test yang dirumuskan dengan hipotesis sebagai berikut:

$$H_0 : \mu_g = 0,29 \text{ melawan } H_1 : \mu_g > 0,29$$

Keterangan:

μ_g = skor rata-rata hasil pemecahan masalah siswa

Berdasarkan hasil analisis tampak bahwa nilai p (*sig. (2-tailed)*) adalah $0,000 < 0,05$ menunjukkan bahwa rata-rata gain ternormalisasi lebih dari 0,29. Ini berarti bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima yakni gain ternormalisasi pemecahan masalah matematika siswa berada pada kategori tinggi. Jadi, dapat disimpulkan bahwa secara inferensial pemecahan masalah matematika siswa setelah diajar melalui STEM-PBL *memenuhi* kriteria keefektifan.

Pembahasan

Pada pembahasan hasil analisis deskriptif meliputi hasil pemecahan masalah matematika siswa dan ranah afektif yang terlibat selama penerapan STEM-PBL, akan diuraikan sebagai berikut:

Hasil skor pemecahan masalah matematika dikatakan meningkat apabila siswa di kelas tersebut mencapai tingkat ketuntasan secara klasikal paling sedikit 75%. Hasil analisis data tes kemampuan pemecahan matematika awal siswa sebelum diterapkan STEM-PBL menunjukkan bahwa dari 94 siswa, keseluruhan siswa tidak ada yang mencapai ketuntasan individu (mendapat skor ketuntasan minimal 75), dengan kata lain skor pemecahan masalah matematika siswa sebelum diterapkan STEM-PBL umumnya masih tergolong sangat rendah dan tidak tuntas baik secara individu.

Setelah penerapan STEM-PBL hasil analisis menunjukkan bahwa siswa yang tidak mencapai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) sebanyak 14,39% hal ini disebabkan siswa

tersebut lebih banyak melakukan aktivitas lain selama proses pembelajaran berlangsung seperti jarang memperhatikan atau berpura pura memperhatikan tetapi kenyataannya tidak begitu menyukai materi yang sedang berlangsung, takut bertanya, dan berusaha menutupi jika mengalami jalan buntu dalam memahami materi pelajaran. Sedangkan sekitar 87,53% siswa telah mencapai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM). Dengan kata lain, kemampuan pemecahan masalah matematika siswa setelah diterapkan STEM PBL berada pada kategori tinggi dan menunjukkan bahwa kemampuan pemecahan masalah siswa setelah diterapkan STEM-PBL memenuhi KKM, yaitu 80 siswa telah mencapai $\geq 75\%$ siswa yang tuntas secara individu.

Hasil penelitian sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Grossman et al., 2019). Grossman et al., (2019) menggambarkan metode PBL yang berpusat pada siswa "guru mendukung pembelajaran disiplin, melibatkan siswa dalam pekerjaan otentik, mendorong kolaborasi, dan membangun budaya iterative". Lebih lanjut Chalmers et al., (2017) mengungkapkan bahwa lingkungan belajar PBL mendukung pemahaman siswa tentang STEM, serta mampu meningkatkan kompetensi abad 21 yang dibutuhkan seperti, kreativitas, inovasi, pemikiran kritis, pemecahan masalah, komunikasi, dan kolaborasi.

Pembelajaran yang dirancang dengan menggunakan model pembelajaran STEM-PBL menuntut siswa untuk memecahkan beragam masalah, yang mengarah pada, penguasaan siswa terhadap beberapa konsep berbagai mata pelajaran STEM (Capraro & Slough, 2013). Selanjutnya, keterlibatan STEM PBL memungkinkan siswa untuk menunjukkan pemahaman mereka tentang bagaimana menerapkan konsep terkait STEM dalam masalah dunia nyata (Han et al., 2015). Hasil dari beberapa penelitian telah menunjukkan manfaat dari menggabungkan kegiatan STEM-PBL di dalam kelas.

Keterlibatan ranah afektif siswa secara umum dianggap sebagai faktor yang mempengaruhi kesuksesan siswa dalam pembelajaran matematika (Rahayuningsih et al., 2020). Menurut hasil penelitian sebelumnya STEM-PBL telah dikategorikan sebagai strategi pembelajaran yang efektif dan inovatif karena memiliki potensi dalam meningkatkan keterlibatan ranah afektif siswa dalam matematika (McKinney et al., 2021; Ketelhut et al., 2010). Dalam penelitian ini, dampak dari penerapan STEM PBL terhadap keterlibatan ranah afektif siswa akan diamati. Temuan dalam penelitian ini mengungkapkan bahwa siswa selama penerapan STEM-PBL menunjukkan keterlibatan ranah afektif seperti attitude, emotion, self-acknowledgement dan value.

Sudah banyak penelitian yang mengaitkan STEM-PBL dengan kemampuan kognitif siswa seperti kreativitas, inovasi, pemikiran kritis, pemecahan masalah, komunikasi, dan

kolaborasi (Lin et al., 2021; Halverscheid, 2005; Morrison et al., 2021; Hmelo-Silver et al., 2007; Grossman et al., 2019). Hasil penelitian sebagian besar hanya menunjukkan peningkatan ranah kognitif saja, peneliti masih sangat jarang memperhitungkan yang mendasari peningkatan kinerja kognitif siswa. Sebagian peneliti berpendapat bahwa faktor yang mempengaruhi kinerja matematika siswa seperti faktor lingkungan sosial, cara mengajar guru atau faktor pengalaman pemecahan masalah yang baik. Dalam penelitian ini, kami menyarankan bahwa pengakuan akan kemampuan dan ketidak mampuan sangat mempengaruhi kinerja matematika, contohnya, ketika siswa diberikan proyek yang mereka tidak senangi namun mereka terpaksa melakukan, akan berdampak buruk pada hasil proyek mereka. Seorang guru harus selalu bersikap terbuka kepada siswa, guru harus bisa memahami apa yang siswa butuhkan selama proses pembelajaran berlangsung.

Self-Acknowledgement memegang peranan penting dalam meningkatkan pembelajaran STEM-PBL, dalam penelitian ini, tampak siswa berusaha semampunya untuk menyelesaikan proyek, dan akan berusaha bertanya kepada guru jika memang sudah mengalami jalan buntu, lebih tertarik dengan matematika dan merasa tertantang untuk bisa menyelesaikan. Ketika siswa berusaha mencobanya sendiri, lebih sering daripada tidak, siswa tahu apa yang harus dilakukan, mereka hanya membutuhkan seorang ahli atau tutor untuk bersama mereka dan meyakinkan mereka bahwa mereka melakukannya dengan cara yang benar. Menerima umpan balik sangat dibutuhkan baik untuk mencari di mana akar masalahnya, apakah siswa memiliki pemahaman tentang konsep tersebut, dan juga memberikan penguatan positif sangatlah berpengaruh. Setiap orang senang jika diberi tahu bahwa mereka melakukan pekerjaan dengan baik. Dengan begitu, dapat membangun kepercayaan diri siswa.

Karena karakteristik dari STEM-PBL, yang mendukung pembelajaran kolaboratif dan kooperatif, sehingga siswa percaya akan pentingnya membantu orang lain dan mengungkapkan keinginan dengan terbuka apa yang diinginkan dan apa yang tidak disukai. Menurut Slough & Milam, (2013) STEM-PBL dapat mendorong keterlibatan ranah afektif siswa dalam pembelajaran matematika karena mereka terlibat dalam inkuiri terhadap ill-defined task (Slough & Milam, 2013) dan mengharuskan siswa berkolaborasi dengan siswa yang lain dalam mengidentifikasi masalah.

4. Kesimpulan

Dari hasil uraian pada pembahasan di atas, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran matematika efektif melalui penerapan STEM-PBL pada siswa kelas VIII SMP yang ditinjau dari hasil pemecahan matematika siswa dan aktivitas siswa selama proses pembelajaran. Peran STEM-PBL mampu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika siswa.

Temuan dalam penelitian ini mengungkapkan bahwa selama penerapan STEM-PBL, siswa menunjukkan keterlibatan ranah afektif seperti *attitude*, *emotion*, *self-acknowledgement* dan *value*. *Self-Acknowledgement* memegang peranan penting dalam meningkatkan pembelajaran STEM PBL.

DAFTAR PUSTAKA

- Artigue, M., & Blomhøj, M. (2013). Conceptualizing inquiry-based education in mathematics. *Zdm*, 45(6), 797–810.
- Beswick, K. (2021). Inquiry-based approaches to mathematics learning, teaching, and mathematics education research. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 24(2), 123–126. <https://doi.org/10.1007/s10857-021-09494-4>
- Bicer, A., & Capraro, R. M. (2016). Longitudinal effects of technology integration and teacher professional development on students' mathematics achievement. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(3), 815–833.
- Blotnicky, K. A., Franz-Odenaal, T., French, F., & Joy, P. (2018). A study of the correlation between STEM career knowledge, mathematics self-efficacy, career interests, and career activities on the likelihood of pursuing a STEM career among middle school students. *International Journal of STEM Education*, 5(1), 1–15.
- Capraro, R. M., Capraro, M. M., & Morgan, J. R. (2013). *STEM project-based learning: An integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach*. Springer Science & Business Media.
- Capraro, R. M., & Slough, S. W. (2013). Why PBL? Why STEM? Why now? An introduction to STEM project-based learning: An integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach. In *STEM project-based learning* (pp. 1–5). Brill.
- Chalmers, C., Carter, M. L., Cooper, T., & Nason, R. (2017). Implementing “big ideas” to advance the teaching and learning of science, technology, engineering, and mathematics (STEM). *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(1), 25–43.
- Cook, T. D., Campbell, D. T., & Shadish, W. (2002). *Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference*. Houghton Mifflin Boston.
- Diego-Mantecon, J. M., Prodromou, T., Lavicza, Z., Blanco, T. F., & Ortiz-Laso, Z. (2021). An attempt to evaluate STEAM project-based instruction from a school mathematics perspective. *ZDM - Mathematics Education*, 53(5), 1137–1148. <https://doi.org/10.1007/s11858-021-01303-9>
- Dökme, İ., Açıksöz, A., & Koyunlu Ünlü, Z. (2022). Investigation of STEM fields motivation

- among female students in science education colleges. *International Journal of STEM Education*, 9(1), 1–14.
- Grossman, P., Dean, C. G. P., Kavanagh, S. S., & Herrmann, Z. (2019). Preparing teachers for project-based teaching. *Phi Delta Kappan*, 100(7), 43–48.
- Halverscheid, S. (2005). *Features of mathematical activities in interdisciplinary, project-based learning*.
- Han, S., Capraro, R., & Capraro, M. M. (2015). How science, technology, engineering, and mathematics (STEM) project-based learning (PBL) affects high, middle, and low achievers differently: The impact of student factors on achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(5), 1089–1113.
- Han, S., Rosli, R., Capraro, M. M., & Capraro, R. M. (2016). The Effect of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Project Based Learning (PBL) on Students' Achievement in Four Mathematics Topics. *Journal of Turkish Science Education (TUSED)*, 13.
- Henderson, C., Connolly, M., Dolan, E. L., Finkelstein, N., Franklin, S., Malcom, S., Rasmussen, C., Redd, K., & John, K. S. (2017). Towards the STEM DBER Alliance: Why We Need a Discipline-Based STEM Education Research Community. *Journal of Engineering Education*, 106(3), 349–355. <https://doi.org/10.1002/jee.20168>
- Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., & Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: a response to Kirschner, Sweller, and. *Educational Psychologist*, 42(2), 99–107.
- Huang, L., Doorman, M., & van Joolingen, W. (2021). Inquiry-Based Learning Practices in Lower-Secondary Mathematics Education Reported by Students from China and the Netherlands. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 19(7), 1505–1521. <https://doi.org/10.1007/s10763-020-10122-5>
- Ketelhut, D. J., Nelson, B. C., Clarke, J., & Dede, C. (2010). A multi-user virtual environment for building and assessing higher order inquiry skills in science. *British Journal of Educational Technology*, 41(1), 56–68.
- Kwon, H., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2021). When I Believe, I Can: Success STEMs from My Perceptions. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 21(1), 67–85. <https://doi.org/10.1007/s42330-020-00132-4>
- Lattimer, H., & Riordan, R. (2011). Project-based learning engages students in meaningful work: Students at High Tech Middle engage in project-based learning. *Middle School Journal*, 43(2), 18–23.

- Lavy, I., & Shriki, A. (2008). Investigating changes in prospective teachers' views of a 'good teacher' while engaging in computerized project-based learning. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 11(4), 259–284.
- Li, Y. (2018). Journal for STEM Education Research – Promoting the Development of Interdisciplinary Research in STEM Education. *Journal for STEM Education Research*, 1(1–2), 1–6. <https://doi.org/10.1007/s41979-018-0009-z>
- Lin, K.-Y., Wu, Y.-T., Hsu, Y.-T., & Williams, P. J. (2021). Effects of infusing the engineering design process into STEM project-based learning to develop preservice technology teachers' engineering design thinking. *International Journal of STEM Education*, 8(1), 1–15.
- Maass, K., Geiger, V., Ariza, M. R., & Goos, M. (2019). The role of mathematics in interdisciplinary STEM education. *ZDM*, 51(6), 869–884.
- McKinney, J., Chang, M.-L., & Glassmeyer, D. (2021). Why females choose STEM majors: Understanding the relationships between major, personality, interests, self-efficacy, and anxiety. *Journal for STEM Education Research*, 4(3), 278–300.
- Morrison, J., Frost, J., Gotch, C., McDuffie, A. R., Austin, B., & French, B. (2021). Teachers' role in students' learning at a project-based STEM high school: Implications for teacher education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 19(6), 1103–1123.
- Navruz, B., Erdogan, N., Bicer, A., Capraro, R., & Capraro, M. (2014). Would a STEM school 'by any other name smell as sweet'? *International Journal of Contemporary Educational Research*, 1(2), 67–75.
- Rahayuningsih, S., Sirajuddin, S., & Nasrun, N. (2020). Cognitive flexibility: exploring students' problem-solving in elementary school mathematics learning. *JRAMathEdu (Journal of Research and Advances in Mathematics Education)*, 6(1), 59–70. <https://doi.org/10.23917/jramathedu.v6i1.11630>
- Rahyuningsih, S., Nurhusain, M., & Indrawati, N. (2022). Mathematical Creative Thinking Ability and Self-Efficacy: A Mixed-Methods Study involving Indonesian Students. *Uniciencia*, 36(1), 1–16. <https://doi.org/10.15359/ru.36-1.20>
- Setyowati, Y., Firda, R., & Kasmita, W. (2021). STEM education: exploring practices across education levels. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 21(3), 686–690.
- Shernoff, D. J., Sinha, S., Bressler, D. M., & Ginsburg, L. (2017). Assessing teacher education and professional development needs for the implementation of integrated approaches to

STEM education. *International Journal of STEM Education*, 4(1), 1–16.
<https://doi.org/10.1186/s40594-017-0068-1>

- Slough, S. W., & Milam, J. O. (2013). Theoretical framework for the design of STEM project-based learning. In *STEM project-based learning* (pp. 15–27). Brill.
- Van Uum, M. S. J., Verhoeff, R. P., & Peeters, M. (2016). Inquiry-based science education: towards a pedagogical framework for primary school teachers. *International Journal of Science Education*, 38(3), 450–469.
- Wilson, K. (2021). Exploring the challenges and enablers of implementing a STEM project-based learning programme in a diverse junior secondary context. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 19(5), 881–897.
- Xu, L., Fang, S.-C., & Hobbs, L. (2022). The Relevance of STEM: a Case Study of an Australian Secondary School as an Arena of STEM Curriculum Innovation and Enactment. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 1–23.