

ANALISIS PENDEKATAN STEM DENGAN MODEL PBL TERHADAP KEMAMPUAN MATEMATIS SISWA DALAM PENDIDIKAN MATEMATIKA

*(Analysis of STEM Approach with PBL Model on Student's Mathematics Ability in
Mathematics Education)*

Mia Aulia Vikayatri¹⁾

¹⁾Universitas Negeri Semarang, Sekaran Gunungpati, Semarang
e-mail: aulia.mia130500@gmail.com

Abstract. The emergence of the era of disruption due to rapidly developing technology has had many impacts on life. One of them is changes in the world of education, including mathematics education, that require renewal. This article aims to analyze the STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) approach with the PBL (Problem Based Learning) model on students' mathematical abilities in mathematics education/learning. The research method used is a literature study using data analysis techniques consisting of three stages, namely organize, synthesize, and identify. The data analyzed in this study is the result of reflections from several articles in both national and international journals. The results describe the STEM approach with the PBL model on students' mathematical abilities. Based on the results and discussion, the STEM approach with PBL model can improve students' mathematical proficiency, such as problem-solving skills, creative thinking, critical thinking, mathematical connections, mathematical communication, mathematical literacy, mathematical understanding, and positive student responses. These abilities are needed in the era of disruption and industrial revolution 4.0. The advice given is that further research is needed on the implementation of the STEM approach with the PBL model in mathematics education/learning to improve students' mathematical abilities.

Keywords: mathematics ability, mathematics education, problem-based learning, STEM approach

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi yang begitu cepat pada era revolusi industri 4.0 berakibat pada munculnya era disrupsi. Pendidikan juga turut menghadapi berbagai tantangan di era disrupsi [1]. Salah satunya perubahan dalam dunia pendidikan termasuk pada pendidikan matematika yang memerlukan pembaharuan. Matematika merupakan salah satu mata pelajaran yang penting bagi siswa. Kegiatan dan aktivitas sehari-hari tidak dapat dipungkiri banyak yang memanfaatkan konsep matematika. Untuk itu, pemahaman tentang matematika dan kemampuan matematis siswa menjadi hal yang perlu dikembangkan. Kemampuan matematis menurut NCTM (2000) adalah kemampuan untuk menghadapi permasalahan dalam matematika atau di kehidupan nyata. Kemampuan matematis terdiri dari penalaran matematis, komunikasi matematis, pemecahan masalah matematis, berpikir kreatif, berpikir kritis, pemahaman konsep dan pemahaman matematis. Bahkan di abad 21 saat ini dalam pembelajaran matematika harus menekankan aspek kreativitas dan inovasi (*creativity and innovation*), aspek berpikir

kritis dan pemecahan masalah (*critical thinking and problem solving*), serta aspek komunikasi dan kolaborasi (*communication and collaboration*) [7].

Namun pada kenyataannya, kemampuan matematis siswa di Indonesia masih tergolong rendah. Berdasarkan OECD (2018) hasil PISA untuk penilaian kemampuan matematika menempatkan Indonesia di peringkat ke 73 dari 79 negara partisipan dengan rata-rata skor nasional sebesar 489. Menurut Prastyo [16], kemampuan matematika siswa Indonesia masih dalam tingkat rendah, yaitu hanya mampu menyelesaikan soal-soal matematika yang sederhana. Hal tersebut menunjukkan bahwa masih rendahnya kemampuan matematis siswa dan menjadi salah satu permasalahan pendidikan dalam pembelajaran matematika di Indonesia. Oleh karena itu, perlu adanya inovasi dalam pendidikan matematika khususnya pembelajaran matematika di sekolah. Salah satunya yaitu dengan menggunakan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) dengan model PBL (*Problem Based Learning*) dalam pembelajaran matematika.

Pendekatan STEM terbentuk dari perpaduan disiplin ilmu sains, teknologi, teknik, dan matematika. Menurut Nessa dkk. [12], pendidikan STEM membentuk SDM yang mampu bernalar, berpikir kritis, logis, dan sistematis, sehingga mereka nantinya mampu menghadapi tantangan global. Pendekatan STEM merupakan salah satu pendekatan pembelajaran yang sesuai dengan tuntutan revolusi industri 4.0 [9]. Menurut Ejiwale (2013) dalam [20], pengintegrasian STEM dianggap tepat diterapkan di Indonesia karena guru dapat terbantu dalam menyampaikan materi dengan cara yang berlainan dan menarik serta mempersiapkan Indonesia untuk bersaing dalam berbagai aspek di era modern ini. Pendekatan STEM dalam pembelajaran dapat diintegrasikan dalam pembelajaran salah satunya melalui penggunaan bahan ajar. Menurut Niam dan Asikin [13], aspek STEM dalam bahan ajar menjadi hal penting dalam pembelajaran matematika yang mampu meningkatkan kemampuan siswa. Dengan demikian, jelas bahwa pendekatan STEM dapat memberikan dampak positif dalam pembelajaran matematika.

Selain itu, STEM biasanya diikuti dengan pembelajaran yang aktif dan berbasis masalah [12]. Salah satu model pembelajaran berbasis masalah yang dapat dipadukan dalam pendekatan STEM adalah *problem based learning* (PBL). PBL merupakan salah satu pembelajaran yang mengaitkan masalah dalam kehidupan nyata. Pembelajaran berbasis masalah merupakan pembelajaran yang mengaitkan pembelajaran dengan masalah kehidupan nyata yang membantu siswa untuk dapat terampil menyelesaikan masalah dan mengembangkan keterampilan berpikir. Sedangkan menurut Andini dan Retno [3], model PBL menuntut siswa untuk dapat berpikir secara ilmiah, mengembangkan mental berpikir yang sangat dibutuhkan dalam pembelajaran abad 21. Penerapan model PBL dalam pembelajaran menjadikan kegiatan belajar dengan berpusat pada siswa, sehingga dapat mengembangkan kemampuan siswa.

Berdasarkan uraian-uraian di atas, maka peneliti melakukan analisis pendekatan STEM dengan model PBL untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kemampuan matematis

siswa. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pendekatan STEM dengan model PBL, sehingga diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai pengaruh atau dampak terhadap kemampuan matematis siswa.

2. Metodologi

Metode penelitian yang digunakan adalah metode studi literatur. Pada penelitian ini dilakukan analisis pendekatan STEM dengan model PBL terhadap kemampuan matematis siswa. Data yang dianalisis merupakan data sekunder yang berasal dari jurnal nasional maupun internasional yang telah ada. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan referensi yang relevan dan berhubungan dengan tujuan penelitian ini. Sedangkan teknik analisis data yang digunakan yaitu dengan tiga tahapan *organize*, *synthesize*, dan *identify* [5]. Pada tahap *organize* dilakukan kajian terhadap sumber literatur yang akan digunakan dengan tujuan untuk menemukan data yang relevan. Kemudian pada tahap *synthesize* dilakukan penyusunan data yang diperoleh pada tahap sebelumnya menjadi satu kesatuan agar memperoleh keterpaduan dan keterikatan antar tiap literatur yang diperoleh. Selanjutnya pada tahap *identify* dilakukan identifikasi masalah yang terdapat dalam literatur untuk kemudian disusun menjadi hasil penelitian yang padu.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian-penelitian terdahulu mengenai pendekatan STEM dan penerapan model PBL terhadap kemampuan matematis siswa dalam penelitian ini bermanfaat bagi peneliti untuk mendapatkan gambaran hasil penelitian. Berikut merupakan hasil penelitian terdahulu yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 1. Studi literatur

Judul	Penulis	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian
Pentingnya Aspek STEM dalam Bahan Ajar terhadap Pembelajaran Matematika	Niam dan Asikin [14]	Mengetahui pentingnya penggunaan aspek STEM dalam bahan ajar pada pembelajaran matematika	Penggunaan bahan ajar STEM mempunyai pengaruh penting dalam pembelajaran matematika yaitu mampu meningkatkan kemampuan siswa
Pengaruh <i>Problem Based Learning</i> Menggunakan Pendekatan	Model <i>Based (PBL)</i> Iolanessa dkk. [8]	Mengukur kemampuan pemecahan masalah setelah diterapkan model PBL yang	Penerapan model PBL dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa dengan kategori sedang

Judul	Penulis	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian
dalam Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa SMP		digabungkan dengan pendekatan STEM	
<i>Effectiveness of Computer-Based Scaffolding in the Context of Problem Based Learning for STEM Education: Bayesan Meta-analysis</i>	Kim dkk. [10]	Mengetahui keefektifan <i>scaffolding</i> berbasis komputer dari pembelajaran berbasis masalah untuk pendidikan STEM	Menunjukkan keefektifan <i>scaffolding</i> berbasis komputer pada kinerja siswa dalam pembelajaran dan keterampilan berpikir tingkat tinggi dalam konteks pembelajaran berbasis masalah untuk pendidikan STEM
<i>Developing student 21st Century skills in selected exemplary inclusive STEM high schools</i>	Peters-burton dkk. [15]	Menganalisis sampel pekerjaan siswa dan rencana pembelajaran guru dari tujuh sekolah menengah dengan pendekatan STEM untuk mengembangkan keterampilan siswa di abad 21	Sekolah menengah dengan pendekatan STEM menyediakan lingkungan yang mendukung pengembangan keterampilan abad 21 dan lebih banyak dilakukan di pengembangan guru.
<i>The Development of Science, Technology, Engineering, And Mathematics (STEM)-Based Mathematics Teaching Materials To Increase Mathematical Connection Ability</i>	Niam dan Asikin [13]	Mengembangkan bahan ajar SPLDV matematika yang berhubungan dengan STEM	Bahan ajar berbasis STEM yang dikembangkan layak, praktis, dan mampu meningkatkan kemampuan koneksi matematis siswa
Pengembangan Buku Siswa Materi Jarak pada Ruang Dimensi Tiga Berbasis <i>Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Problem-Based Learning</i> di Kelas X	Nessa dkk. [12]	Menghasilkan buku siswa materi jarak pada ruang dimensi tiga berbasis STEM PBL yang valid dan praktis serta untuk mengetahui efek potensial dari buku siswa tersebut	Efek potensial dari buku siswa yang dikembangkan dilihat dari hasil tes tulis setelah proses pembelajaran, diperoleh sebanyak 54% siswa yang sudah mencapai KKM
<i>Problem Based Learning Berorientasi STEM Context Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Matematika Siswa</i>	Vistara dkk. [21]	Mendeskripsikan pelaksanaan PBL bernuansa STEM terhadap kemampuan berpikir kreatif dan mengkaji dampak implementasi model PBL bernuansa STEM terhadap	Model pembelajaran <i>Problem Based Learning</i> bernuansa STEM dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa, salah satunya dengan mengembangkan bahan ajar atau video pembelajaran yang terintegrasi STEM

Judul	Penulis	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian
		kemampuan berpikir kreatif siswa	
Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa pada Model <i>Problem-Based Learning</i> Berbantuan Bahan Ajar dengan Pendekatan STEM	Andini dan Retno [3]	Mengetahui kemampuan berpikir kritis matematis siswa dengan model PBL berbantuan bahan ajar dengan pendekatan STEM	Kemampuan berpikir kritis matematis siswa menggunakan model PBL berbantuan bahan ajar dengan pendekatan STEM mencapai ketuntasan klasikal, pembelajaran model PBL berbantuan bahan ajar dengan pendekatan STEM lebih baik dari pembelajaran model PBL tanpa menggunakan bahan ajar dengan pendekatan STEM, dan siswa menunjukkan respon positif
Integrasi STEM dalam Pembelajaran Matematika: Dampak Terhadap Kompetensi Matematika Abad 21	Saputri dan Herman [18]	Mengeksplorasi dan membuat sintesa mengenai penerapan STEM terbaik dalam pembelajaran matematika serta dampaknya terhadap kompetensi matematika abad 21	1) Mengintegrasikan STEM dalam pembelajaran matematika harus memperhatikan isi pelajaran, metode yang digunakan harus berbasis masalah dan <i>project</i> , serta pembelajaran harus bersifat kooperatif, dan 2) Integrasi STEM dalam pembelajaran matematika cenderung dapat meningkatkan kompetensi matematika abad 21 terutama dalam kemampuan berpikir kritis dan menyelesaikan masalah.
<i>Development of STEM-nuanced textbook to improve students' mathematical communication skill</i>	Asikin dkk. [6]	Mengembangkan dan mengetahui kualitas bahan ajar bernuansa STEM yang memenuhi kesesuaian karakteristik, validitas, keterbacaan, dan peningkatan kemampuan komunikasi matematis	Bahan ajar bernuansa STEM memenuhi syarat kesesuaian dalam karakteristik, valid untuk digunakan, mudah dipahami, dan dapat meningkatkan kemampuan matematika siswa yaitu kemampuan komunikasi matematika

Judul	Penulis	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian
Telaah Model <i>Problem Based Learning</i> Bernuansa STEM terhadap Kemampuan Literasi Matematika Menuju PISA 2022	Siswandi dkk. [20]	Menelaah model <i>problem-based learning</i> bernuansa STEM (<i>Science, Technology, Engineering, and Mathematics</i>) terhadap kemampuan literasi matematika menuju PISA 2022	Terbentuknya langkah-langkah pembelajaran model PBL bernuansa STEM berdasarkan literatur-literatur yang telah dianalisis dan keterkaitan PBL bernuansa STEM terhadap kemampuan literasi matematika, serta model PBL bernuansa STEM dapat menjadi solusi inovatif untuk mengembangkan kemampuan literasi matematika siswa menuju PISA 2022
<i>The Effect of STEM Instruction on Attitude, Career Perception and Career Interest in a Problem-based Learning Environment and Student Opinions</i>	Sari dkk. [19]	Menyelidiki pengaruh aktivitas STEM berbasis masalah terhadap sikap siswa, persepsi karir, dan minat karir	Sikap siswa terhadap disiplin STEM, persepsi karir dan minat dalam pekerjaan terkait STEM meningkat secara signifikan, dan STEM berbasis masalah efektif dalam pembelajaran, mengembangkan keterampilan abad 21, dan membuat kelas lebih menyenangkan
<i>Building Engineering Awareness : Problem Based Learning Approach for STEM Integration</i>	Rehmat dan Hartley [17]	Menyelidiki dampak pembelajaran berbasis masalah pada pengetahuan siswa dan berpikir kritis terhadap STEM	PBL dapat sangat berguna dalam pendidikan K-12 dan untuk siswa dari berbagai tingkat perkembangan. Penggabungan bidang konten STEM dapat memacu kreativitas dan mempengaruhi siswa untuk menggunakan pemikiran mereka ketika memecahkan masalah pada PBL.
Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis STEM pada Materi Himpunan Kelas VII SMP	Aminingsih dan Izzati [2]	Mengembangkan modul pembelajaran berbasis STEM yang layak dan menarik.	Modul pembelajaran berbasis STEM ini termasuk kategori sangat layak dan menarik, sehingga modul berbasis STEM ini, dapat digunakan dalam pembelajaran khususnya materi himpunan

Berdasarkan Tabel 1, temuan yang didapatkan pada penelitian-penelitian terdahulu memberikan hasil yang positif terhadap pembelajaran matematika. Mengkaji dari penelitian terdahulu yang telah dikumpulkan dalam penelitian ini, dapat terlihat bahwa penggunaan pendekatan STEM dalam pembelajaran khususnya matematika memberikan dampak positif dan dapat meningkatkan kemampuan matematis siswa. Selain itu, terlihat pula bahwa penerapan pendekatan STEM dengan model PBL juga mampu memberikan

dampak positif terhadap pembelajaran, seperti dalam 7 dari 15 artikel yang sudah dikaji [3,8,10,12,17,20,21].

3.1 Penerapan Pendekatan STEM dalam Pembelajaran

Berdasarkan kajian dari penelitian yang relevan, penerapan pendekatan STEM pembelajaran salah satunya dapat diimplementasikan dengan beberapa penggunaan bahan ajar. Penggunaan bahan ajar STEM mempunyai pengaruh penting yaitu mampu meningkatkan kemampuan siswa [14]. Dari beberapa hasil penelitian yang sudah dipakai, penggunaan bahan ajar berbasis STEM mampu meningkatkan kemampuan koneksi matematis siswa [13], meningkatkan kemampuan komunikasi matematika [6], efek potensial siswa yang sudah mencapai KKM [12], menarik [2], dan siswa menunjukkan respon positif [3]. Selain dengan mengembangkan bahan ajar menurut Vistara dkk. [21] mengembangkan video pembelajaran yang terintegrasi STEM juga berpotensi meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa. Pada pengintegrasian STEM dalam pembelajaran harus memperhatikan beberapa hal yaitu, penetapan isi pelajaran, metode yang digunakan dalam pembelajaran harus berbasis masalah dan project, serta pembelajaran harus bersifat kooperatif [18]. Penerapan pendekatan STEM dalam pembelajaran matematika melalui penggunaan bahan ajar menunjukkan potensi untuk meningkatkan hasil belajar dan kemampuan matematis siswa.

3.2 Pengaruh Pendekatan STEM dalam Pembelajaran

Berdasarkan kajian dari penelitian yang relevan di atas, menghasilkan kajian mengenai pengaruh pendekatan STEM dalam pembelajaran matematika. Menurut Saputri dan Herman [18] pembelajaran yang terintegrasi pendekatan STEM memiliki potensi untuk meningkatkan keterampilan abad 21 yang meliputi *critical thinking and problem solving*, *creativity*, *communication skills*, dan *ability to work collaboratively*. Hal tersebut didukung dengan hasil dari [15] yang menyatakan bahwa sekolah menengah dengan pendekatan STEM menyediakan lingkungan yang mendukung pengembangan keterampilan abad 21. Adanya penggunaan pendekatan STEM memberikan dampak terhadap sikap siswa terhadap disiplin STEM, persepsi karir dan minat dalam pekerjaan terkait STEM yang meningkat secara signifikan, mengembangkan keterampilan abad 21, dan membuat kelas lebih menyenangkan [19]. Uraian tersebut menunjukkan bahwa pengaruh pendekatan STEM dalam pembelajaran khususnya matematika yaitu dapat meningkatkan keterampilan abad-21 yang saat ini sangat diperlukan siswa untuk menghadapi era disrupsi sebagai salah satu akibat dari era revolusi industri 4.0.

Beberapa kemampuan matematis juga mengalami peningkatan setelah mendapatkan perlakuan pembelajaran dengan menggunakan pendekatan STEM. Hasil penelitian Niam dan Asikin [13] menghasilkan bahan ajar berbasis STEM yang mampu meningkatkan kemampuan koneksi matematis siswa. Selain itu, Asikin dkk. [6] menyatakan bahwa pembelajaran dengan bahan ajar bernuansa STEM dapat meningkatkan kemampuan

matematika siswa yaitu kemampuan komunikasi matematika. Sedangkan menurut Saputri dan Herman [18], integrasi pendekatan STEM dalam pembelajaran matematika mampu untuk meningkatkan prestasi matematika siswa serta meningkatkan keterampilan matematika abad 21 terutama dalam *critical thinking and problem solving*. Namun menurut Young dkk. dalam [4], terdapat beberapa faktor yang menyebabkan pendekatan STEM yang tidak berdampak positif, seperti kerjasama antara pemerintah dan sekolah, strategi yang tepat untuk populasi yang banyak, latar belakang ekonomi, durasi waktu pembelajaran, model pembelajaran yang digunakan serta kebiasaan siswa dalam belajar. Oleh karena itu, perlu diperhatikan pula faktor yang menyebabkan terhambatnya keberhasilan penerapan pendekatan STEM tersebut agar tetap dapat memberikan dampak positif dalam pembelajaran.

3.3 Pengaruh Pendekatan STEM dengan Model PBL

Berdasarkan kajian dari penelitian yang relevan di atas, menghasilkan kajian mengenai pengaruh pendekatan STEM dengan model PBL dalam pembelajaran matematika. PBL menjadi salah satu model pembelajaran yang dapat dipadukan dengan pendekatan STEM. Menurut Rehmat dan Hartley [17], penggabungan bidang konten STEM dapat memacu kreativitas dan mempengaruhi siswa untuk menggunakan pemikiran mereka ketika memecahkan masalah pada PBL. Selain itu, penerapan pendekatan STEM dengan model PBL dapat meningkatkan kemampuan matematis siswa seperti berpikir kreatif, kemampuan pemecahan masalah, berpikir kritis, dan literasi matematis. Penelitian yang dilakukan Vistara dkk. [21] menunjukkan bahwa model pembelajaran *Problem Based Learning* bernuansa STEM dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa. Hasil penelitian Iolanessa dkk. [8] menunjukkan bahwa penerapan model PBL dengan pendekatan STEM dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa dengan kategori sedang. Selain itu, menurut Andini dan Retno [3] dan Saputri dan Herman [18], penggunaan pendekatan STEM dengan model PBL dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Bukan hanya itu, hasil penelitian telaah model PBL bernuansa STEM yang dilakukan Siswandari dkk. [20] menunjukkan bahwa model PBL bernuansa STEM dapat menjadi solusi inovatif untuk mengembangkan kemampuan literasi matematika siswa menuju PISA 2022. Bahkan Siswandari dkk. [20] mengemukakan bahwa model PBL bernuansa STEM dapat memberikan pengalaman pembelajaran yang bermakna yang berpusat pada siswa dimana pembelajaran tidak hanya mengenai dunia matematika namun juga terintegrasi dengan sains, teknologi, teknik, dan matematika yang menawarkan peluang cukup besar dalam meningkatkan pemahaman dan kemampuan matematis siswa. Berdasarkan uraian tersebut maka jelas terlihat bahwa pendekatan STEM yang dikombinasikan dengan model PBL memberikan pengaruh positif dalam pembelajaran khususnya untuk meningkatkan kemampuan matematis siswa.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas, diperoleh kesimpulan bahwa pendekatan STEM dengan model PBL dapat meningkatkan kemampuan matematis siswa, seperti kemampuan pemecahan masalah, berpikir kreatif, berpikir kritis, koneksi matematis, komunikasi matematis, literasi matematika dan pemahaman matematis, serta menunjukkan respon positif siswa. Penerapan penggunaan pendekatan STEM dengan model PBL salah satunya dapat diimplementasikan dengan penggunaan bahan ajar, modul, maupun video pembelajaran. Penerapan pendekatan STEM dengan model PBL dalam pembelajaran akan berpusat pada siswa yang tidak hanya menyelesaikan permasalahan matematika saja, namun dikaitkan pula dengan aspek STEM. Oleh karena itu, adanya analisis pendekatan STEM dengan model PBL dalam pendidikan/pembelajaran matematika ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam upaya meningkatkan kemampuan matematis siswa. Adapun saran yang diberikan yaitu diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai implementasi pendekatan STEM dengan model PBL dengan inovasi-inovasi dalam pendidikan/pembelajaran matematika guna meningkatkan kemampuan matematis siswa.

Daftar Pustaka

- [1] Akmal, F. F., & Asikin, M., (2022), Kelayakan Bahan Ajar Inovatif Berbasis STEAM pada Materi Segiempat dan Segitiga, *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, **5**, 512–519. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/>
- [2] Aminingsih, A., & Izzati, N., (2020), Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis STEM pada Materi Himpunan Kelas VII SMP, *Lentera Sriwijaya : Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, **2(1)**, 67–76. <https://doi.org/10.36706/jls.v2i1.11493>
- [3] Andini, R., & Retno, E., (2022), Kemampuan berpikir kritis matematis siswa pada model problem-based learning berbantuan bahan ajar dengan pendekatan STEM. *Prisma*, **5(1)**, 467–474.
- [4] Anita, Y., Thahir, A., Komarudin, K., Suherman, S., & Rahmawati, N. D., (2021), Buku Saku Digital Berbasis STEM: Pengembangan Media Pembelajaran terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah, *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, **10(3)**, 401–412. <https://doi.org/10.31980/mosharafa.v10i3.1004>
- [5] Apriani, A.-N., Suwandi, I. K., Ariyani, Y. D., & Sari, I. P., (2021), Penguatan Pendidikan Karakter pada Masa New Normal Covid-19 melalui Flipped Classroom. *Jurnal Penelitian Ilmu Pendidikan*, **14(2)**, 102–113. <https://doi.org/10.21831/jpipfip.v14i2.37909>
- [6] Asikin, M., Nurhidayat, M. F., & Ardiansyah, A. S., (2021), Development of STEM-nuanced textbook to improve students' mathematical communication skill, *Journal*

- of Physics: Conference Series*, **1918(4)**. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1918/4/042064>
- [7] Darma, I. K., Karma, I. G. M., & Santiana, I. M. A., (2020), Blended Learning, Inovasi Strategi Pembelajaran Matematika di Era Revolusi Industri 4.0 Bagi Pendidikan Tinggi, *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika*, **3**, 527–539.
- [8] Iolanessa, L., Kaniawati, I., & Nugraha, M. G., (2020), Pengaruh Model Problem Based Learning (PBL) Menggunakan Pendekatan STEM dalam Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa SMP, *Wahana Pendidikan Fisika*, **5(1)**, 113–117.
- [9] Izzati, N., Tambunan, L. R., Susanti, S., & Siregar, N. A. R., (2019), Pengenalan Pendekatan STEM sebagai Inovasi Pembelajaran Era Revolusi Industri 4.0, *Jurnal Anugerah*, **1(2)**, 83–89. <https://doi.org/10.31629/anugerah.v1i2.1776>
- [10] Kim, N. J., Belland, B. R., & Walker, A. E., (2018), Effectiveness of Computer-Based Scaffolding in the Context of Problem-Based Learning for Stem Education: Bayesian Meta-analysis, *Educational Psychology Review*, **30(2)**, 397–429. <https://doi.org/10.1007/s10648-017-9419-1>.
- [11] NCTM, (2000), *Principles and Standards for School Mathematics*, The National Council of Teachers of Mathematics Inc.
- [12] Nessa, W., Hartono, Y., & Hiltrimartin, C, (2017), Pengembangan Buku Siswa Materi Jarak pada Ruang Dimensi Tiga Berbasis STEM Problem Based Learning, *Jurnal Elemen*, **3(1)**, 1–14.
- [13] Niam, M. A., & Asikin, M., (2020), The Development of Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM)-Based Mathematics Teaching Materials To Increase Mathematical Connection Ability, *MaPan*, **8(1)**, 153. <https://doi.org/10.24252/mapan.2018v8n1a12>
- [14] Niam, M. A., & Asikin, M., (2021), Pentingnya Aspek STEM dalam Bahan Ajar terhadap Pembelajaran Matematika, *Prosiding Seminar Nasional Matematika*, **4**, 329–335. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/article/view/44975>
- [15] Peters-burton, E. E., & Stehle, S. M., (2019), Developing student 21 st Century skills in selected exemplary inclusive STEM high schools, *International Journal of STEM Education*, **1**, 1–15.
- [16] Prastyo, H., (2020), Kemampuan Matematika Siswa Indonesia Berdasarkan TIMSS, *Jurnal Padagogik*, **3(2)**, 111–117. <https://doi.org/10.35974/jpd.v3i2.2367>
- [17] Rehmat, A. P., & Hartley, K., (2020), Building Engineering Awareness: Problem-Based Learning Approach for STEM Integration, *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, **14(1)**, 1–15. <https://doi.org/10.14434/ijpbl.v14i1.28636>
- [18] Saputri, V., & Herman, T., (2022), Integrasi STEM Dalam Pembelajaran

- Matematika : Dampak Terhadap Kompetensi Matematika Abad 21, *Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, **5(1)**, 247–260. <https://doi.org/10.22460/jpmi.v5i1.247-260>
- [19] Sari, U., Alici, M., & Sen, Ö. F., (2018), The Effect of STEM Instruction on Attitude, Career Perception and Career Interest in a Problem-Based Learning Environment and Student Opinions, *Electronic Journal of Science Education*, **22(1)**, 1–21.
- [20] Siswandari, H., Setyani, Y. L., & Nurdianti, D., (2021), Telaah Model Problem Based Learning Bernuansa STEM terhadap Kemampuan Literasi Matematika Menuju PISA 2022, *Seminar Nasional Tadris Matematika (Santika) "Computational Thinking Dan Literasi Matematika Dalam Tantangan Asesmen Nasional*, 586–611.
- [21] Vistara, M. F., Asikin, M., Ardiansyah, A. S., & Pudjiastut, E., (2022), *Problem based learning berorientasi stem context terhadap kemampuan berpikir kreatif matematika siswa*, **5**, 451–460. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/article/view/54564>