

Penggunaan Model Pembelajaran STEM pada Pembelajaran di SMK

Rudi Yana Jaya

rudiyana21@gmail.com

Seiring dengan pembelajaran abad 21 tersebut, model pembelajaran STEM (*science, technology, engineering dan mathematics*), menuntut peserta didik untuk mengidentifikasi suatu masalah menciptakan sesuatu yang berguna dalam menyelesaikan permasalahan, berkolaborasi dengan teman-teman sekelas dalam rangka pemecahan masalah serta dapat berkomunikasi secara efektif serta menanggapi ide satu dengan yang lainnya. Pembelajaran menggunakan STEM terbukti dapat meningkatkan kreativitas dan kemampuan berpikir kritis siswa, Pembelajaran STEM dapat diintegrasikan dengan beberapa model pembelajaran seperti Project Based Learning, Problem Based Learning maupun model pembelajaran kooperatif; Pembelajaran STEM membuat siswa lebih percaya diri terhadap karir kedepan dalam bidang STEM, Pembelajaran STEM sangat cocok digunakan pada pembelajaran abad 21.

Kata Kunci: Model Pembelajaran; STEM; SMK;

A. Pendahuluan

Indonesia dengan jumlah penduduk lebih dari 200 juta orang, memiliki kewajiban untuk menghasilkan SDM yang berkualitas untuk dapat bersaing dengan negara lain. Salah satu cara meningkatkan kualitas SDM dengan memberikan inovasi pada proses pembelajaran terutama pada bidang pembelajaran vokasi.

Pembelajaran yang dapat diterapkan pada pendidikan vokasi adalah pembelajaran

berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). (Fathoni dkk., 2020)

Pembelajaran pada abad 21 menuntut pembelajaran yang menekankan peserta didik pada ketrampilan *critical thinking, creativity, collaboration* dan *communication*. Guru dapat menerapkan berbagai model pembelajaran yang dapat mengembangkan keterampilan abad 21 tersebut. Penerapan model yang tepat dalam proses pengajaran berperan dalam peningkatan target pengajaran

dan memungkinkan untuk memotivasi siswa juga. Memilih model pengajaran yang berlaku adalah penting untuk meningkatkan hasil belajar (Amirullah & Irdalisa, 2022)

Seiring dengan pembelajaran abad 21 tersebut, model pembelajaran STEM (*science, technology, engineering dan mathematics*, menuntut peserta didik untuk mengidentifikasi suatu masalah menciptakan sesuatu yang berguna dalam menyelesaikan permasalahan, berkolaborasi dengan teman-teman sekelas dalam rangka pemecahan masalah serta dapat berkomunikasi secara efektif serta menanggapi ide satu dengan yang lainnya. Pendekatan STEM merupakan pendekatan yang dibuat agar siswa mampu menghadapi tantangan kehidupan abad 21 yang semakin kompleks dengan mengembangkan ketrampilan pemecahan masalah, berpikir kritis, kreativitas, dan inovasi, sistematis dan logika (Azhar & Arsih, 2022).

Pendidikan STEM telah

banyak dilakukan di berbagai Negara termasuk di Malaysia dan Turkey berdasarkan data di jurnal Tused 2016, baik negara maju dan negara berkembang, yang memandang pendidikan STEM sebagai jalan keluar bagi masalah kualitas Sumber Daya Manusia dan daya saing masing-masing negara.(Sartika, 2019)

Menurut Sanders (Rokhim dkk., 2020) Penerapan STEM dalam pembelajaran dapat dilaksanakan pada semua tingkatan pendidikan, mulai dari Sekolah Dasar sampai perguruan tinggi. Pertimbangannya adalah aspek pelaksanaan STEM seperti kreativitas, kecerdasan, dan kemampuan desain tidak bergantung pada usia. Proses pembelajaran, pendekatan STEM mampu melatih siswa secara kognitif, keterampilan, afektif, dan tidak hanya mengajarkan teori tetapi juga mengajarkan praktik sehingga siswa dapat merasakan pembelajaran sesungguhnya dalam pembelajaran tersebut proses (Wandani dkk., 2023).

Berdasarkan hasil observasi di SMK Negeri 7 Pandeglang penggunaan model pembelajaran masih konvensional, pembelajaran cenderung berpusat pada guru dan pembelajaran yang dilakukan belum mengoptimalkan kemampuan berpikir bagi peserta didik.

Pembelajaran berbasis STEM dianggap sebagai pembelajaran yang mampu mengintegrasikan keterampilan yang dibutuhkan oleh anak. Pendidikan STEM merupakan inovasi pembelajaran baru menghadapi perkembangan zaman yang sudah memasuki industri revolusi 4.0. STEM merupakan komposisi yang dapat membentuk keterampilan berpikir ilmiah pada anak diantaranya melalui praktik membandingkan, mengklasifikasikan, menyortir, dan membuat pola. (Wulandari dkk., 2023).

STEM merupakan pendekatan pembelajaran yang diyakini sejalan dengan ruh Kurikulum 2013. Implementasi

STEM pada pembelajaran di sekolah-sekolah Indonesia dimaksudkan untuk menyiapkan siswa Indonesia dalam memperoleh keterampilan abad 21, yaitu keterampilan berpikir kritis, kreatif dan inovatif, mampu memecahkan masalah dan mengambil keputusan, serta mampu berkomunikasi dan berkolaborasi. (Izzati dkk., 2019).

Hasil yang diharapkan dari penggunaan Metode STEAM adalah siswa yang mengambil risiko signifikan, terlibat dalam pembelajaran pengalaman, bertahan dalam pemecahan masalah, merangkul kolaborasi, dan mengarahkan proses kreatif. Selain itu, dalam metode STEAM, guru berperan sebagai fasilitator dan siswa menjadi pusat pembelajaran baik di dalam maupun di luar kelas.

B. Pembahasan

Awal perkembangan STEM telah diterapkan di sejumlah negara maju seperti Amerika Serikat, Jepang, Finlandia, Australia dan Singapura. STEM merupakan

inisiatif dari *National Science Foundation*. Tujuan dari penerapan STEM di Amerika Serikat ialah untuk menjadikan keempat bidang ini (*science, technology, engineering, and mathematics*) menjadi pilihan karir utama bagi peserta didik. (Kapila & Iskander, 2014). Beberapa tahun belakangan, STEM diterapkan pada berbagai bidang studi atau jurusan di berbagai jenjang pendidikan. Kriteria di mana dengan menggunakan pembelajaran berbasis STEM, peserta (Wahyuni, 2021)

STEM yaitu pembelajaran yang dapat membantu siswa untuk (1) memperdalam pengetahuan yang mereka miliki baik pengetahuan ilmiah, prinsip maupun proses, (2) mengasah dan meningkatkan kemampuan ilmiah, (3) mengajarkan kepada mereka terkait kepedulian terhadap lingkungan (Cright, 2012). STEM mengajarkan dan melatih siswa untuk terlibat dalam pemikiran kritis, penyelidikan, pemecahan masalah, kolaborasi, dan

rekayasa sebagai pemikiran desain.” STEM memberikan dasar pemikiran secara sistematis terhadap materi atau permasalahan yang sedang dibahas (Dywan & Airlanda, 2020)

Pembelajaran berbasis STEM dapat melatih peserta didik dalam menerapkan pengetahuannya untuk membuat desain sebagai bentuk pemecahan masalah lingkungan dengan memanfaatkan teknologi (Fadlina dkk., 2021). Penerapan STEM dalam pembelajaran yang menekankan beberapa aspek yaitu: (1) mengajukan pertanyaan dan menjelaskan masalah; (2) mengembangkan dan menggunakan model; (3) merancang dan melaksanakan penelitian, (4) menginterpretasi dan menganalisis data; (5) menggunakan pemikiran matematika dan komputasi, (6) membuat penjelasan dan merancang solusi; (7) Berpartisipasi dalam kegiatan argumentasi yang didasarkan pada bukti yang ada (8) mendapatkan informasi,

memberikan evaluasi dan menyampaikan informasi (Council, 2012).

Literasi empat disiplin ilmu STEM

Disiplin Ilmu STEM	Literasi
Science	Kemampuan dalam menggunakan pengetahuan ilmiah dalam memahami dunia alam serta kemampuan untuk berpartisipasi dalam mengambil keputusan untuk mempengaruhinya.
Technology	Pengetahuan bagaimana menggunakan teknologi baru bagaimana teknologi baru dikembangkan, dan memiliki kemampuan untuk bagaiman teknologi baru mempengaruhi individu, masyarakat, bangsa, dan negara
Engineering	Pemahaman tentang bagaimana teknologi dapat dikembangkan melalui proses reayasas/desain menggunakan tema pelajaran berbasis proyek dengan cara mengintegrasikan dari bebrapa mata pelajaran.
Mathematic	kemampuan dalam dalam menganalisis alasan dan mengkomunikasikan ide secara efektif dan dari cara bersikap, merumuskan, dan menafsirkan solusi untuk masalah matematika dalam menerapkan berbagai situasi berbeda.

Ardianto (Setiawan dkk., 2020)

B. Tujuan Penerapan Model Pembelajaran STEM

(Bybee, 2013) Pendidikan STEM bertujuan mengembangkan peserta didik yang melek STEM, yang mempunyai :

1. Pengetahuan, sikap, dan keterampilan untuk mengidentifikasi pertanyaan dan masalah dalam situasi kehidupannya, menjelaskan

fenomena alam, mendesain, serta menarik kesimpulan berdasar bukti mengenai isu-isu terkait STEM;

2. Memahami karakteristik fitur-fitur disiplin STEM sebagai berbagai bentuk pengetahuan, penyelidikan, serta desain yang digagas manusia;

3. Kesadaran bagaimana disiplin-disiplin STEM membentuk lingkungan material, intelektual dan kultural;

4. Kemauan terlibat dalam kajian isu-isu terkait STEM (misalnya efisiensi energi, kualitas lingkungan, keterbatasan sumberdaya alam) sebagai warga negara yang konstruktif, peduli, serta reflektif dengan menggunakan gagasan-gagasan sains, teknologi, engineering dan matematika.

Tujuan Sains, Teknologi, Teknik, dan Matematika (STEM) dalam pendidikan adalah untuk sesuai dengan prinsip pendidikan abad 21 yang memungkinkan peserta didik memperoleh ilmu

pengetahuan dan literasi teknologi yang dirasakan dalam membaca, menulis, mengamati, melakukan, mengembangkan sebuah kompetensi yang diperoleh untuk diterapkan dalam masalah kehidupan sehari-hari. (Amirullah & Irdalisa, 2022)

C. Karakteristik Pembelajaran STEM

Salah satu karakteristik Pendidikan STEM adalah mengintegrasikan sains, teknologi, engineering, dan matematika dalam memecahkan masalah nyata. Tetapi memiliki berbagai cara adalah mengintegrasikan semua bisa dalam STEM, namun juga perlu mempertimbangkan materi, media dan factor-faktor lainnya

.Cara kedua adalah mengajarkan masing-masing disiplin STEM dengan lebih berfokus pada satu atau dua dari disiplin-disiplin STEM. Cara ketiga mengintegrasikan satu ke dalam tiga disiplin STEM, konten engineering diintegrasikan ke dalam mata pelajaran sains, teknologi, dan matematika. Cara yang lebih

komprehensif adalah melebur keempat-empat disiplin STEM dan mengajarkannya sebagai mata pelajaran terintegrasi, misalnya konten teknologi, engineering dan matematika dalam sains, sehingga guru sains mengintegrasikan T, E, dan M ke dalam S (Sartika, 2019).

Terdapat beberapa ciri pembelajaran STEM,(Riyanto dkk., 2021). Adapun ciri-ciri pembelajaran STEM sebagai berikut:

1. Pelaksanaan STEM Pendidikan STEM yang mengintegrasikan ilmu pengetahuan, teknologi, rekayasa dan matematika secara formal berdasarkan kurikulum.

2. Pendidikan STEM juga dapat dilaksanakan secara non formal melalui aktivitas non akademik dan non kurikulum.

3. Pendidikan STEM diharapkan membentuk sumber daya manusia yang memiliki keahlian yang tinggi sesuai bidangnya sehingga dapat memberikan inovasi baru.

D. Sintaks Model Pembelajaran STEM

Pendekatan STEM dalam pembelajaran bisa dilakukan dengan pendekatan Silo (*Silo Approach*), pendekatan Tertanam (*Embedded Approach*) dan pendekatan yang Terintegrasi (*Integrated Approach*). Pendekatan Silo mempunyai ciri pembelajaran dalam subjek STEM masih terpisah – pisah, pembelajaran didorong oleh guru, artinya kesempatan peserta didik untuk mengeksplorasi pengetahuan dengan caranya sendiri sangat minim karena guru mengajarkan apa yang harus diketahui dengan tujuan untuk meningkatkan pengetahuan yang menghasilkan penilaian. Pendekatan tertanam digunakan untuk memperkuat pelajaran melalui pemahaman dan penerapan yang berguna pada pembelajaran dengan cara mengoneksikan materi utama dengan materi lain yang tertanam. Pendekatan Terintegrasi/terpadu yang menghubungkan materi dari berbagai bidang STEM dengan mengidentifikasi masalah sehari – hari menggunakan

keterampilan berpikir kritis, keterampilan pemecahan masalah dan pengetahuan agar dihasilkan kesimpulan terhadap solusi dari masalah tersebut. (Rahmawati & Juandi, 2022). Ketiga pendekatan tersebut dapat diilustrasikan sebagai berikut:

Menurut National Council (Izzati dkk., 2019) STEM merupakan pendekatan pembelajaran yang diyakini sejalan dengan ruh Kurikulum 2013. Implementasi STEM pada pembelajaran di sekolah-sekolah Indonesia dimaksudkan untuk menyiapkan siswa Indonesia dalam memperoleh keterampilan abad 21, yaitu keterampilan berpikir kritis, kreatif dan inovatif, mampu memecahkan masalah dan mengambil keputusan, serta mampu berkomunikasi dan berkolaborasi. Penerapan STEM dalam pembelajaran harus menekankan beberapa aspek yaitu: 1) Mengajukan pertanyaan dan menjelaskan masalah; 2) Mengembangkan dan menggunakan model; 3) Merancang dan melaksanakan

penelitian, 4) Menginterpretasi dan menganalisis data; 5) Menggunakan pemikiran matematika dan komputasi, 6) Membuat penjelasan dan merancang solusi; 7) Berpartisipasi dalam kegiatan argumentasi yang didasarkan pada bukti yang ada 8) Mendapatkan informasi, memberikan evaluasi dan menyampaikan informasi

E. Penerapan Pembelajaran STEM

Secara umum, pembelajaran STEM sama dengan PBL (*Project-Based Learning*), di mana siswa terlibat dalam pemecahan masalah yang bermakna sesuai dengan minatnya sendiri, serta kolaborasi dan pembelajaran pribadi. Namun yang membedakan STEAM dari PBL adalah prosesnya. Proses pembelajaran STEAM adalah mengintegrasikannya ke dalam paradigma pembelajaran terpadu berdasarkan dunia nyata. STEAM sendiri terbagi menjadi 3 level. 1) Level 1, proyek yang diberikan pendek, yaitu. dapat diselesaikan hanya

dalam waktu singkat (2-6 periode pembelajaran). 2) Level 2, waktu penyelesaian proyek bisa 1-3 bulan dan siswa diminta melaporkan dalam bentuk e-paspor, poster atau video. 3) Level 3, proyek merupakan proyek jangka panjang yang berlangsung hingga 5-6 bulan. Siswa diminta untuk meneliti/ menemukan/ menemukan baik secara individu maupun kelompok.

Pembelajaran matematika sendiri, pembelajaran STEAM dapat diterapkan. Misalnya, dari mata pelajaran trigonometri, jika perspektif ketinggian bangunan dan jarak ke pengamat (siswa) diketahui, guru dapat memberikan tugas kepada siswa untuk menghitung bangunan. Guru membimbing siswa dalam alat yang mereka buat. Di sini, siswa memiliki kesempatan untuk mengenal bidang ilmu pengetahuan alam, teknologi, seni dan matematika. Lalu bagaimana dengan teknologinya? Di bidang teknik, mahasiswa menggunakan internet untuk mencari data guna menyelesaikan tugas/

proyeknya. Selain itu, mereka melakukan presentasi untuk mengkomunikasikan temuan mereka di depan kelas. Selain itu, pada mata pelajaran aritmatika sosial, siswa diminta membuat produk olahan dari buah untuk dijual. Semua aspek digunakan di sini, terutama penggunaan teknologi. Mahasiswa diminta membuat e-poster, video pendek dan website untuk memasarkan produknya.

F. Kelebihan-kelebihan Model Pembelajaran STEM

Melalui pendekatan STEM, kreativitas peserta didik dikembangkan agar mampu memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari serta dapat bernalar dan berpikir kritis, logis, dan sistematis. Pendekatan STEM digunakan untuk mengaitkan dan mengintegrasikan subjek STEM dengan menerapkan ilmu yang dipelajari di sekolah dengan fenomena yang terjadi dalam kehidupan nyata. Perkembangan teknologi yang semakin pesat, mengalihkan banyak pekerjaan yang semula

dilakukan oleh manusia berganti dilakukan oleh mesin. Oleh karena itu diperlukan pendekatan pembelajaran yang bisa mempersiapkan peserta didik agar mampu menjadi individu yang kreatif, pemikir kritis, pemecah masalah yang memiliki kemampuan dalam teknologi dan engineering agar mampu bertahan hidup dalam persaingan global. (Rahmawati & Juandi, 2022).

Pembelajaran STEM (Fathoni dkk., 2020) terbukti dapat meningkatkan kreativitas dan kemampuan berpikir kritis siswa, Pembelajaran STEM dapat diintegrasikan dengan beberapa model pembelajaran seperti *Project Based Learning*, *Problem Based Learning* maupun model pembelajaran kooperatif; Pembelajaran STEM membuat siswa lebih percaya diri terhadap karir ke depan dalam bidang STEM, Pembelajaran STEM sangat cocok digunakan pada pembelajaran abad 21.

Melalui pembelajaran STEM, siswa dilatih untuk menganalisis masalah yang ada

dengan menggunakan berbagai pendekatan seperti sains, teknologi, teknik, seni, dan matematika. Selain itu, siswa dilatih untuk berpikir kritis dan kreatif. Selain itu, siswa dilatih untuk mengungkapkan pendapatnya baik secara tertulis maupun lisan

G. Desain Penerapan Pembelajaran STEM

Penerapan pembelajaran menggunakan STEM pada materi Perencanaan Bisnis di SMK sebagai berikut:

Pertemuan Pertama

1) Kegiatan Inti

- a. Guru memberikan soal pretest dan siswa secara individu mengerjakannya.
- b. Siswa secara individu ditugaskan untuk meringkas dan menulis materi tentang Perencanaan Bauran Pemasaran (Marketing Mix) dan Product (Produk).
- c. Siswa membuat kelompok diskusi
- d. Guru meberikan kasus permasalahan yang akan didiskusikan oleh siswa

(masalah produk yang tidak laku dipasaran ssehingga menyebabkan kebangkrutan)

- e. Siswa berdiskusi yaitu siswa mengkomunikasikan di depan kelas hasil kerja kelompok tersebut atau presentasi
- f. Sesi tanya jawab antar kelompok
- g. Guru memberikan soal posttest dan siswa secara individu mengerjakannya.
- h. Guru bersama siswa menyimpulkan materi pembelajaran
- i. Guru memberikan motivasi dan salam penutup

Pertemuan kedua

1) Kegiatan Inti

- a. Guru memberikan soal pretest dan siswa secara individu mengerjakannya.
- b. Siswa secara individu ditugaskan untuk meringkas dan menulis materi tentang Price (Harga)
- c. Siswa membuat kelompok diskusi
- d. Guru meberikan kasus

- permasalahan yang akan didiskusikan oleh siswa (masalah keputusan pelanggan dengan harga yang ditetapkan)
- e. Siswa berdiskusi yaitu Siswa mengkomunikasikan di depan kelas hasil kerja kelompok tersebut atau presentasi
 - f. Sesi tanya jawab antar kelompok
 - g. Guru memberikan soal posttest dan siswa secara individu mengerjakannya
 - h. Guru bersama siswa menyimpulkan materi pembelajaran
- Pertemuan Ketiga
- a. Guru memberikan soal pretest dan siswa secara individu mengerjakannya
 - b. Siswa secara individu ditugaskan untuk meringkas dan menulis materi tentang Promotion (Promosi) dan Place (Distribusi)
 - c. Siswa membuat kelompok diskusi
 - d. Guru meberikan kasus permasalahan yang akan didiskusikan oleh siswa (masalah hambatan bisnis jasa diindonesia
- distribusi)
- e. Siswa berdiskusi mengkomunikasikan di depan kelas hasil kerja kelompok tersebut atau presentasi
 - f. Sesi tanya jawab antar kelompok
 - g. Guru memberikan soal posttest dan siswa secara individu mengerjakannya
 - h. Guru bersama siswa menyimpulkan materi pembelajaran
 - i. Guru memberikan motivasi dan salam penutup
- Pertemuan Keempat
- a. Guru memberikan soal pretest dan siswa secara individu mengerjakannya
 - b. Siswa secara individu ditugaskan untuk meringkas dan menulis materi Bauran Pemasaran Jasa
 - c. Siswa membuat kelompok diskusi
 - d. Guru memberikan kasus permasalahan yang akan didiskusikan oleh siswa (masalah hambatan bisnis jasa diindonesia
 - e. Siswa berdiskusi mengkomunikasikan di

depan kelas hasil kerja kelompok tersebut atau presentasi

- f. Sesi tanya jawab antar kelompok
- g. Guru memberikan soal posttest dan siswa secara individu mengerjakannya

C. Kesimpulan

Pembelajaran berbasis STEM dapat melatih peserta didik dalam menerapkan pengetahuannya untuk membuat desain sebagai bentuk pemecahan masalah terkait lingkungan dengan memanfaatkan teknologi. Pendekatan STEM dalam pembelajaran bisa dilakukan dengan pendekatan Silo (Silo Approach), pendekatan Tertanam (Embedded Approach) dan pendekatan Terintegrasi (Integrated Approach).

Pembelajaran menggunakan STEM terbukti dapat meningkatkan kreativitas dan kemampuan berpikir kritis siswa. Pembelajaran STEM dapat diintegrasikan dengan beberapa model pembelajaran seperti Project Based Learning, Problem Based Learning maupun model pembelajaran kooperatif; Pembelajaran STEM membuat siswa lebih percaya diri terhadap karir kedepan dalam bidang STEM, Pembelajaran STEM sangat cocok digunakan pada pembelajaran abad 21.

DAFTAR PUSTAKA

- Amirullah, G., & Irdalisa, I. (2022). Mastery of STEM-Based Research Approach of Science Teachers In Jakarta. *AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan*, 14(3), 4411–4418.
- Azhar, M., & Arsih, F. (2022). Etno-Stem Dalam Pembelajaran Ipa: A Systematic Literature Review. *Kwangsan: Jurnal Teknologi Pendidikan*, 10(2), 147–163.
- Bybee, R. W. (2013). The case for STEM education: Challenges and opportunities. *Council, N. R. (2012). A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas. National Academies Press.*
- Dywan, A. A., & Airlanda, G. S. (2020). Efektivitas model pembelajaran project based learning berbasis STEM dan tidak berbasis STEM terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. *Jurnal Basicedu*, 4(2), 344–354.
- Fadlina, F., Artika, W., Khairil, K., Nurmaliah, C., & Abdullah, A.

- (2021). Penerapan model discovery learning berbasis STEM pada materi sistem gerak untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)*, 9(1), 99–107.
- Fathoni, A., Muslim, S., Ismayati, E., Rijanto, T., & Nurlaela, L. (2020). STEM: Innovation in Vocational Learning. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 17(1), 33–42.
- 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.
- Kapila, V., & Iskander, M. (2014). Lessons learned from conducting a K-12 project to revitalize achievement by using instrumentation in Science Education. *Journal of STEM Education*, 15(1).
- McCright, A. M. (2012). Enhancing students' scientific and quantitative literacies through an inquiry-based learning project on climate change. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 12(4), 86–101.
- Rahmawati, L., & Juandi, D. (2022). Pembelajaran matematika dengan pendekatan stem: Systematic literature review. *Teorema: Teori dan Riset Matematika*, 7(1), 149–160.
- Riyanto, R., Fauzi, R., Syah, I. M., & Muslim, U. B. (2021). Model STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) dalam Pendidikan.
- Rokhim, D. A., Widarti, H. R., & Fajaroh, F. (2020). Pengembangan Bahan Belajar Flipbook pada Materi Redoks dan Elektrokimia Berbasis Pendekatan STEM-PjBL Berbantuan Video Pembelajaran. *Kwangsan: Jurnal Teknologi Pendidikan*, 8(2), 234–250.
- Sartika, D. (2019). Pentingnya pendidikan berbasis STEM dalam kurikulum 2013. *JISIP (Jurnal Ilmu Sosial dan Pendidikan)*, 3(3).
- Setiawan, N. C. E., Sutrisno, S., Munzil, M., & Danar, D. (2020). Pengenalan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) dan Pengembangan Rancangan

Pembelajarannya untuk Merintis Pembelajaran Kimia dengan Sistem SKS di Kota Madiun. Lumbung Inovasi: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat, 5(2), 56–64.

Wahyuni, N. P. (2021). Penerapan pembelajaran berbasis STEM untuk meningkatkan hasil belajar IPA.

Journal of Education Action Research, 5(1), 109–117.

Wandani, S., Setyansah, R. K., & Masfingatin, T. (2023). Development of Mathematics e-Modules based on PjBL STEM on Materials Constructing Flat Side Spaces to Improve Mathematical Communication Ability of Junior High School Students. AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan, 15(1), 533–548.

Wulandari, A. E., Sari, D. P., Pratiwi, E., & Aras, I. (2023). Development of STEM-Based Learning “Car Balloons” to Support Pancasila Students Profiles. AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan, 15(1), 373–382.