

## PENGEMBANGAN MODUL AJAR MATEMATIKA MATERI KUANTOR BERBASIS STEAM PjBL PADA SMK TEKNIK KOMPUTER DAN JARINGAN

Fitri Ayuningsih<sup>1</sup>, Sutama<sup>2</sup>, Suyatmini<sup>3</sup>

<sup>1\*,2,3</sup>Universitas Muhammadiyah Surakarta, Sukoharjo, Indonesia

Jl. Garuda Mas, Nilagraha, Gonilan, 57145, Sukoharjo, Indonesia.

E-mail: [q100210030@student.ums.ac.id](mailto:q100210030@student.ums.ac.id)<sup>1\*)</sup>

[sutama@ums.ac.id](mailto:sutama@ums.ac.id)<sup>2)</sup>

[suyatmini@ums.ac.id](mailto:suyatmini@ums.ac.id)<sup>3)</sup>

Received 28 August 2022; Received in revised form 26 November 2022; Accepted 28 December 2022

### Abstrak

Pembelajaran matematika tingkat SMK pada era teknologi yang dinamis wajib memberikan dasar pengetahuan dan keterampilan yang kuat dalam mengembangkan kompetensi keahlian peserta didik untuk beradaptasi dalam dunia kerja dengan cepat dan cakap, sehingga pentingnya pembelajaran matematika yang mengintegrasikan sains, teknologi, teknik, art, dan matematika (STEAM) dengan model pembelajaran *project based learning* (PjBL). Penelitian ini bertujuan untuk menciptakan produk berupa modul ajar matematika materi kuantor berbasis STEAM PjBL untuk membantu guru matematika yang memiliki kesulitan dalam membuat modul ajar matematika berbasis STEAM PjBL sebagai pedoman guru dalam pembelajaran matematika yang sesuai kebutuhan dan karakteristik peserta didik SMK TKJ. Metode penelitian ini adalah penelitian *Research and Development* (R & D) model ADDIE. Penelitian menggunakan instrumen lembar validasi ahli materi, ahli bahasa, dan ahli kegrafikan untuk menguji kevalidan, instrumen angket pengguna yaitu seorang guru matematika dan 6 siswa untuk menguji kelayakan, dan instrumen soal *pretest* dan *posttest* untuk menguji keefektifan modul ajar menggunakan uji normalitas gain dengan sampel penelitian sejumlah 15 siswa kelas XI TKJ (Teknik Komputer Jaringan). Hasil penelitian ini adalah Penilaian para ahli mendapatkan rata-rata persentase sebesar 87,9% (sangat valid), Hasil uji kelompok kecil sebesar 92,6% (sangat layak), Hasil uji kelompok besar diperoleh 79,4% (efektif). Modul ajar matematika materi kuantor berbasis STEAM PjBL terbukti sangat valid, layak dan efektif untuk meningkatkan hasil belajar siswa peserta didik SMK TKJ.

**Kata kunci:** Modul ajar, *project based learning*, STEAM.

### Abstract

*Mathematics learning at the SMK level is required to provide a strong foundation of knowledge and skills in developing students' competency skills to adapt quickly and proficiently in the world of work, so that the importance of learning mathematics that integrates science, technology, engineering, art, and mathematics (STEAM) with a model project-based learning (PjBL). This study aims to create a product in the form of STEAM PjBL-based math teaching modules to help mathematics teachers who have difficulties in developing STEAM PjBL-based mathematics teaching modules as a guide for teachers in learning mathematics according to the needs and character of TKJ SMK students. This research method is Research and Development (R & D) model. The study used material expert, linguist, and graphic expert validation sheet instruments to test validity, a user questionnaire instrument, namely a mathematics teacher and 6 students to test eligibility, and pretest and posttest to test the effectiveness of teaching modules using the gain normality test with research samples a total of 15 students of class XI TKJ (Computer Network Engineering). The results of this study were that the evaluation of experts obtained an average percentage of 87.9% (very valid), small group test results of 92.6% (very feasible), large group test results obtained 79.4% (effective). The STEAM PjBL-based quantite material mathematics teaching module has proven to be very valid, feasible and effective for improving student learning outcomes for SMK TKJ students*

**Keywords:** *Project based learning*, STEAM, teaching module.



This is an open access article under the [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.6021>

## PENDAHULUAN

Pendidikan di abad 21 harus fokus pada matematika dan sains serta ilmu sosial, seni, teknologi dan humaniora. Pendidikan harus mampu membangun sikap ilmiah yaitu kritis, logis, analitis, kreatif dan adaptif. Pembelajaran dirancang agar siswa dapat memperoleh informasi dari sumber yang berbeda, merumuskan masalah, berpikir analitis, berkerjasama dan berkolaborasi dalam menyelesaikannya. Pembelajaran dengan pendekatan berbasis STEAM (*Science, Technology, Engineering, Art dan Mathematic*) dengan model PjBL (*project based learning*) menjadi solusi dalam era teknologi di pendidikan abad 21 dengan memakai Kurikulum Merdeka.

Pembelajaran STEAM adalah pembelajaran yang mengintegrasikan beberapa bidang ilmu yaitu *science, technology, engineering, arts and mathematics* dengan tujuan melibatkan siswa sehingga dapat meningkatkan keterampilan pemecahan masalah, kreativitas, dan terus berinovasi (Nurhikmayati, 2019), (Hasanah, 2019).

Project Based Learning (PjBL) adalah pendekatan yang menekankan pembelajaran melalui kegiatan yang inovatif dan kompleks. Model ini memberikan peluang kepada siswa untuk mengeksplorasi konten dengan beragam cara yang bermanfaat bagi siswa melalui eksperimen secara kolaboratif (Diana & Saputri, 2022).

Beberapa penelitian Model STEAM PjBL menghasilkan siswa memiliki dan menumbuhkan kemampuan *critical thinking* siswa melalui pertanyaan atau masalah menantang dengan membuat perencanaan suatu proyek yang mengintegrasikan berbagai subjek yang mungkin

(STEAM) (Diana and Saputri (2022); Harahap et al., (2021); Lestari (2021); Jayanti, Nova, and Yunianta (2022); Nur Qomaria (2022)).

Beberapa keunggulan yang ada dalam Kurikulum Merdeka yaitu lebih berpusat pada materi yang penting dan peningkatan kompetensi peserta didik pada fasenya, proses pembelajaran yang signifikan, tidak tergesa-gesa, dan menggembirakan. Melalui kegiatan proyek, peserta didik aktif menyelami isu-isu terkini untuk mengembangkan karakter dan kompetensi Profil Pelajar Pancasila. Pengajar memiliki kebebasan untuk membuat dan menentukan modul ajar sesuai dengan karakteristik satuan pendidikan dan peserta didik (Kemendikbudristek, 2021).

Modul Ajar merupakan salah satu perangkat ajar kurikulum merdeka yang digunakan untuk merencanakan pembelajaran. Modul ajar adalah sebuah dokumen yang berisi tujuan, langkah, dan media pembelajaran serta asesmen yang dibutuhkan dalam satu unit atau topik berdasarkan alur tujuan pembelajaran (Kemendikbudristek, 2021). Sayangnya guru tidak memiliki modul ajar dan kesulitan membuat dan mengembangkan modul ajar matematika berbasis STEAM PjBL.

Beberapa penelitian tentang pengembangan perangkat pembelajaran dengan pendekatan STEAM PjBL menyimpulkan bahwa produk yang dihasilkan berupa RPP, LKPD, e-LKPD, modul atau e-modul dinyatakan valid, praktis dan efektif untuk meningkatkan minat dan keaktifan, melatih kemampuan kerja sama, komunikasi, kemampuan memecahkan masalah, dan kemampuan untuk beradaptasi (Putu et al., (2021); (Rahmawati, Ridwan, Hadinugra-

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.6021>

haningsih, & Soeprijanto, 2019) Herlina et al., (2022); Lestari, (2022); dan Jayanti et al., (2022)).

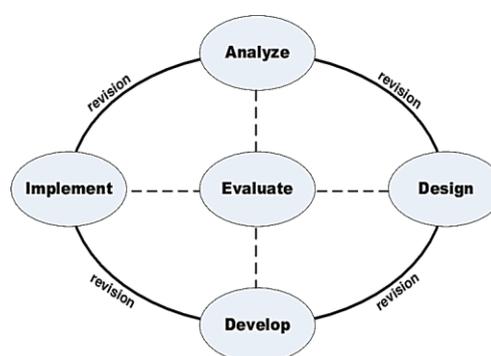
Namun dari penelitian-penelitian tersebut belum ada yang mengembangkan modul ajar matematika materi kuantor berbasis STEAM PjBL. Padahal materi kuantor adalah sub bab dari bab logika matematika, dimana logika disebut juga “*The Calculus Of Computer Science*” karena logika memainkan peran yang sangat penting dalam komputasi (Yasin, Zarlis, & Nasution, 2018) sehingga sangat mendukung kemampuan kompetensi siswa SMK TKJ. Oleh karena itu, perlu dikembangkan modul ajar matematika materi kuantor berbasis STEAM PjBL yang layak dan efektif dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik SMK TKJ.

Berdasarkan pemaparan diatas, peneliti melakukan pembatasan masalah karena keterbatasan peneliti yaitu penelitian ini hanya melakukan pengembangan modul ajar matematika dengan pendekatan STEAM model *Project Based Learning* untuk kelas XI TKJ pada fase F elemen Kalkulus dengan materi bab logika matematika sub bab kuantor dengan judul “Pengembangan Modul Ajar Matematika Materi Kuantor Berbasis STEAM PjBL pada SMK TKJ”. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk menciptakan modul ajar matematika materi kuantor berbasis STEAM PjBL yang valid, layak dan efektif.

## METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan atau *Research and Development* (R&D). Metode R&D adalah metode yang digunakan untuk menghasilkan suatu

produk tertentu, dan menguji keefektifan dari produk tersebut (Sugiyono, 2017). Penelitian ini menghasilkan produk berupa modul ajar materi logika matematika kalimat berkuantor berbasis STEAM PjBL. Penelitian R&D model ADDIE meliputi 5 tahap, yaitu: analisis, perencanaan, pengembangan, implementasi dan evaluasi menurut Branch dengan bagan disajikan sebagaimana pada Gambar 1.



Gambar 1. Model pengembangan ADDIE (Setiyorini, 2020).

Tahapan pengembangan berdasarkan Model ADDIE pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

### *Analysis ( Analisis)*

Menguraikan data hasil pengamatan pada pembelajaran matematika kelas XI TKJ SMK terkait proses pembelajaran, kebutuhan dan karakteristik peserta didik dan hasil wawancara guru matematika tentang modul ajar yang dibutuhkan guru.

### *Design ( Perencanaan)*

Penyusunan produk awal modul ajar dari bagian informasi umum, bagian komponen inti atau kegiatan pembelajaran, asesmen meliputi asesmen diagnostik, formatif, sumatif seperti LKPD dan tes, bagian pengayaan dan remedial serta bagian lampiran meliputi materi pembelajaran, glosarium dan daftar pustaka.

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.6021>

Selanjutnya menguji kevalidan dengan memvalidasi produk modul ajar matematika materi kuantor berbasis STEAM PjBL kepada ahli yaitu ahli akademisi dan praktisi.

#### ***Development (Pengembangan)***

Tahap ini dilakukan uji coba terbatas sejumlah 6 siswa dengan kemampuan tinggi, sedang, dan rendah untuk menguji kelayakan dengan instrumen respon guru dan peserta didik berupa angket.

#### ***Implementation (Penerapan)***

Tahap ini dilakukan uji coba kelas dengan menggunakan modul ajar matematika materi kuantor berbasis STEAM PjBL pada proses pembelajaran di kelas XI TKJ.

#### ***Evaluation (Evaluasi)***

Evaluasi hasil uji coba kelas dengan berupa asesmen diagnostik kognitif sebagai nilai *pretest* dan asesmen sumatif sebagai nilai *posttest* berupa soal essay untuk menguji keefektifan modul ajar tersebut.

Tempat penelitian dilaksanakan di SMK Assalaam Sukoharjo yang merupakan salah satu unit sekolah di Pondok Pesantren Modern Islam Assalaam Surakarta yang beralamat di Jl Garuda Mas Pabelan, Kartasura, Sukoharjo, Jawa Tengah. Sampel penelitian adalah kelas XI TKJ. Penelitian dilakukan pada bulan 11 Juni – 12 Agustus tahun 2022.

Modul ajar yang dikembangkan memilih materi kuantor salah satu sub bab dari bab logika matematika karena peserta didik kesulitan memahami materi hanya dengan simbol matematika sehingga dalam modul ajar ini peserta didik diajak menemukan dan membuat kuantor berupa rambu-rambu lalu lintas dan simbol/tanda di lingkungan pondok/sekolah. Subjek penelitian ini adalah

kelas XI TKJ yang hanya memiliki jumlah 15 siswa karena materi kuantor termuat di kelas XI.

Teknik pengumpulan data meliputi observasi, wawancara, angket, dan dokumentasi. Observasi terkait proses pembelajaran sebelum penerapan modul ajar. Pedoman wawancara dilakukan dalam mengajukan pertanyaan kepada guru matematika kelas XI TKJ. Angket digunakan ahli digunakan dalam menguji kevalidan modul ajar, sedangkan angket respon guru dan peserta didik digunakan untuk menguji kelayakan modul ajar. Dokumentasi meliputi berkas perangkat pembelajaran matematika, instrumen uji validasi oleh ahli dan respon pengguna.

Analisis data hasil observasi dan wawancara guru kelas XI TKJ serta hasil kritik saran dari validator ahli modul ajar dengan analisis deskriptif kualitatif sebagai acuan dalam perbaikan modul ajar matematika yang dikembangkan. Hasil nilai validasi para ahli dan hasil respon pengguna ini kemudian dijabarkan menggunakan deskriptif kuantitatif.

Sistem penilaian menggunakan skala likert 4 yaitu 1 kurang sesuai, 2 cukup sesuai, 3 sesuai, dan 4 sangat sesuai. Instrumen skala ini diisi dalam bentuk checklist (√). Rumus analisis data dari validator sebagai berikut:

$$P = \frac{\sum R}{N} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

P = Persentase skor

ΣR = Jumlah pilihan dari validator

N = Jumlah skor maksimal

Hasil angket para ahli dan pengguna berupa persentase skor yang dikategorikan pada Tabel 1.

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.6021>

Tabel 1. Kriteria pengkategorian hasil penilaian modul ajar

No	Tingkat Pencapaian	Kualifikasi
1.	81-100%	Sangat baik
2.	61-80%	Baik
3.	41-60%	Cukup baik
4.	21-40%	Tidak baik

Uji normalitas gain dilakukan untuk mengetahui efektivitas modul ajar dengan rumus menurut Meltzer adalah sebagai berikut:

$$N. Gain = \frac{S_{post} - S_{pre}}{S_{maks} - S_{pre}} \quad (2)$$

Keterangan :

$S_{post}$  = Skor *posttest*

$S_{pre}$  = Skor *pretest*

$S_{maks}$  = Skor maksimal

Menurut Meltzer kriteria keefektifan yang terinterpretasi dari nilai normalitas gain, dapat dilihat pada Tabel 2, sedangkan kriteria tingkat kevalidan pada Tabel 3.

Tabel 2. Klasifikasi nilai n-Gain

Nilai Gain	Kriteria
$0,70 \leq n \leq 1,00$	Tinggi
$0,30 \leq n \leq 0,70$	Sedang
$0,00 \leq n \leq 0,30$	Rendah

Tabel 3. Kriteria tingkat kevalidan efektifitas

No	Persentase (%)	Tafsiran
1.	< 40	Tidak Efektif
2.	40-50	Kurang Efektif
3.	56-75	Cukup Efektif
4.	> 75	Efektif

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini mengembangkan modul ajar matematika materi kuantor berbasis STEAM PjBL di SMK Assalaam Sukoharjo jurusan Teknik Komputer Jaringan menggunakan desain ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation and*

*Evaluate*). Berikut ini kegiatan yang dilakukan setiap tahap.

### Analysis (Analisis)

Berdasarkan data hasil observasi di kelas XI TKJ SMK terdapat 15 siswa. Pembelajaran matematika belum menggunakan pendekatan berbasis STEAM Pjbl tetapi memakai model *problem based learning* dimana peserta didik hanya memecahkan masalah tanpa membuat proyek. Karakteristik siswa SMK TKJ kelas XI yang sudah mendapatkan dasar desain grafis di kelas X membutuhkan pembelajaran berbasis proyek untuk mengembangkan kompetensi mendesain sebagai modal mempersiapkan diri dalam dunia kerja.

Tahap kedua yaitu wawancara dilakukan dengan mewawancarai guru matematika kelas XI pada tanggal 11 Juni 2022 pukul 10.00 WIB di ruang guru SMK Assalaam Sukoharjo. Wawancara ini untuk mengidentifikasi tentang pemahaman guru terhadap modul ajar matematika materi kuantor berbasis STEAM PjBL.

Berikut data hasil wawancara dengan seorang guru matematika kelas XI yaitu guru memakai perangkat pembelajaran biasa, belum membuat modul ajar karena masih memakai kurikulum 2013, guru mengetahui komponen modul ajar karena sudah mendapat pelatihan membuat modul ajar dari pengawas sekolah, guru tidak mengetahui modul ajar berbasis STEAM PjBL, saran yang diberikan yakni guru membutuhkan modul ajar matematika materi kuantor berbasis STEAM PjBL yang sesuai karakteristik dan kebutuhan siswa SMK kelas XI TKJ.

### Design (Perancangan)

Modul ajar matematika materi kuantor berbasis STEAM PjBL pada SMK TKJ adalah suatu perangkat pembelajaran matematika materi

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.6021>

kuantor untuk siswa SMK jurusan TKJ menggunakan pendekatan berbasis STEAM dengan model pembelajar

ajaran PjBL. Desain pembelajaran berbasis STEAM PjBL dapat dilihat di Tabel 4.

Tabel 4. Desain pembelajaran berbasis STEAM PjBL

Indikator	Keterangan
STEM ( <i>Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics</i> )	<p>S : Pengetahuan tentang rambu-rambu lalu lintas dan rambu-rambu lingkungan sekolah</p> <p>T : Penggunaan TIK berupa aplikasi untuk membuat desain rambu-rambu di lingkungan pondok/sekolah</p> <p>E : Teknik dan prosedur membuat desain rambu-rambu di lingkungan pondok/sekolah dengan aplikasi corel draw</p> <p>A : Desain rambu-rambu lalu lintas dan rambu-rambu di lingkungan pondok/sekolah</p> <p>M : Siswa menemukan dan membuat desain kuantor di lingkungan pondok/sekolah</p>
Detail kegiatan PjBL ( <i>Project Based Learning</i> )	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Siswa dibagi menjadi beberapa kelompok terdiri dari 4 siswa</li> <li>2. Kelompok diberikan LKPD dan disajikan potongan gambar rambu-rambu lalu lintas</li> <li>3. Siswa memilah gambar rambu-rambu lalu lintas dan menempel di kolom kuantor universal dan kuantor eksistensial</li> <li>4. Siswa membuat kalimat-kalimat yang sesuai dengan makna dari gambar rambu-rambu lalu lintas (kalimat berkuantor), dan membuat kesimpulan kalimat berkuantor</li> <li>5. Masing-masing kelompok membuat 2 desain rambu-rambu di lingkungan sekolah yang mengandung kalimat berkuantor universal dan eksistensial, dan mempresentasikan hasil desain di depan kelas</li> </ol>

Berdasarkan Tabel 4, dijelaskan unsur-unsur yang termasuk dalam STEAM dan langkah-langkah pembelajaran menggunakan model PjBL sehingga lebih terstruktur dan sesuai dengan tujuan yang tertera dalam modul ajar yaitu peserta didik menemukan dan membuat desain/symbol kuantor di lingkungan sekolah/sekolah.

Produk yang dikembangkan berupa modul ajar yang merujuk pada kurikulum merdeka. Adapun rincian dari produk modul ajar matematika materi kuantor berbasis STEAM PjBL adalah sebagai berikut:

*a. Bagian I: Identitas dan Informasi mengenai Modul Ajar*

Komponen pada bagian I meliputi kode modul ajar, kode ATP acuan, nama penyusun/ institusi/ tahun, jenjang sekolah, fase/kelas, domain/topik,

pengetahuan/ keterampilan awal, alokasi waktu (menit), jumlah pertemuan (JP), metode, sarana/prasarana, target, karakteristik, rasionalisasi, urutan materi pembelajaran, dan rencana asesmen.

*b. Bagian II: Langkah-Langkah Pembelajaran*

Pada bagian awal mendeskripsikan tentang materi yang akan dibahas, tujuan pembelajaran, pemahaman bermakna, pertanyaan pemantik dan profil pelajar Pancasila. Bagian ini terdiri dari kegiatan pendahuluan, inti dan penutup. Kegiatan pendahuluan meliputi mengkondisikan peserta didik untuk belajar dimulai dari salam, doa dan mengecek kehadiran serta apersepsi yaitu mengingat kembali materi prasyarat yaitu negasi dari pernyataan dan pernyataan majemuk.

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.6021>

Kegiatan inti berupa rangkaian pembelajaran dengan pendekatan berbasis STEAM yang memuat sintak model PjBL. Adapun rinciannya adalah sebagai berikut.

- 1) Tahap penentuan pertanyaan mendasar, yaitu peserta didik mengumpulkan informasi kemudian membuat pertanyaan dan mencari jawaban dalam kelompok seperti pada Gambar 3.

B. Kegiatan Inti			
<i>Sintak : Project Based Learning</i>			
Fase 1: <i>Start with essential question</i>			
Tahap penentuan pertanyaan mendasar (mengumpulkan informasi)	PPP	STEAM	Waktu
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Peserta didik dibagi menjadi 4 kelompok dengan beranggota 4 orang dengan mempertimbangkan baik sisi kemampuan, gender, budaya, maupun agama sesuai pembagian kelompok yang telah direncanakan oleh guru.</li> <li>2. Pertemuan sebelumnya peserta didik diminta mengamati rambu/ tanda di lingkungan pondok/ sekolah</li> <li>3. Peserta didik diberikan tugas menemukan rambu/ tanda di lingkungan pondok/ sekolah</li> <li>4. Peserta didik membuat pertanyaan berupa apa saja rambu/ tanda yang ada di lingkungan pondok/ sekolah dan dimana tempatnya rambu/ tanda tersebut.</li> <li>5. Peserta didik menjawab pertanyaan-pertanyaan antara anggota kelompok yang sudah dibuat sebelumnya.</li> </ol>	<p><i>Bernalar Kritis, Kreatif, Bergotong royong, Berkebhinekaan Global</i></p>	<p><i>Science</i></p>	50 menit

Gambar 3. Fase 1 sintak PjBL

- 2) Tahap mendesain perencanaan proyek. Peserta didik diberi sebuah proyek untuk mendesain dua tanda/symbol kuantor universal dan eksistensial di area lingkungan sekolah dengan aplikasi Corel.
- 3) Tahap menyusun jadwal, dimana pengerjaan proyek di luar jam sekolah selama 1 pekan
- 4) Tahap memonitoring peserta didik dan kemajuan proyek. Peserta didik melaporkan perkembangan proyek kepada guru, mengisi lembar monitoring kemajuan proyek dan berkonsultasi mengenai hasil proyek sebelum dipresentasikan pada pertemuan selanjutnya
- 5) Tahap menguji hasil. Pada pertemuan kedua masing masing kelompok mempresentasikan produk hasil proyek berupa dua tanda/symbol kuantor universal dan eksistensial di area lingkungan pondok/ sekolah.

Kegiatan penutup meliputi umpan balik untuk mengenal kekuatan dan kelemahan kegiatan pembelajaran. Diakhiri mengerjakan *posttest* serta informasi rencana kegiatan pembelajaran pada pertemuan selanjutnya.

### c. Bagian III: Asesmen

Asesmen terdiri dari asesmen formatif dan asesmen sumatif dilengkapi dengan kisi-kisi, instrumen dan rubriknya. Asesmen formatif meliputi diagnostik kognitif dan non kognitif. Gambar 4 menunjukkan instrumen soal asesmen diagnostik kognitif (*pretest*). Kemudian, Gambar 5 menunjukkan instrumen soal asesmen sumatif (*posttest*). Dilanjutkan dengan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) menjadi instrumen asesmen formatif dan asesmen sumatif jenis non tes terlihat pada Gambar 6.



DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.6021>

f. Bagian VI Lampiran

Lampiran berupa bahan bacaan guru dan peserta didik, glosarium dan daftar pustaka.

**Development (Pengembangan Model)**

1. Uji Kevalidan

Modul ajar yang sudah dibuat pada tahap rancangan divalidasi ahli materi, ahli bahasa, dan ahli kegrafikan. Ahli materi ada dua orang yaitu MN ahli akademisi dosen FKIP Matematika di UMS (Universitas

Muhammadiyah Surakarta) dan PY ahli praktisi sebagai pengawas sekolah cabang dinas Pendidikan dan Kebudayaan Wilayah VII, MH ahli bahasa dosen FKIP Bahasa Indonesia, AS ahli kegrafikan dosen pendidikan Teknik Informatika.

Evaluasi produk dilakukan dengan perbaikan atau revisi sesuai arahan dari validator yang tertera pada lembar validasi. Point penting yang diperbaiki dari masukan para ahli dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 5. Perubahan modul ajar sebelum dan sesudah evaluasi dari ahli materi akademisi

Sebelum Evaluasi		Sesudah Evaluasi																								
<p><i>Pertemuan Pertama</i></p> <p>A. Kegiatan Pendahuluan</p> <p><b>Kondisioning</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Peserta didik menjawab salam</li> <li>2. Ketua kelas memimpin do'a untuk memulai pembelajaran</li> <li>3. Peserta didik berdoa dengan khushuk (<i>Religius/PPP</i>)</li> <li>4. Peserta didik melaporkan kehadiran peserta didik sebagai pembiasaan perilaku jujur dan disiplin (<i>Religius/PPP</i>).</li> <li>5. Peserta didik mendapat informasi tentang tujuan pembelajaran, materi dan asesmen yang dilakukan yaitu asesmen kelompok dan asesmen individu dan prosedur pembelajaran yang disampaikan di slide PPT</li> </ol> <p><b>Apersepsi</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>6. Peserta didik mengingat kembali materi tentang negasi dari pernyataan dengan diberikan beberapa soal sederhana sebagai materi prasyarat mempelajari kuantor (<i>Mandiri/PPP</i>).</li> <li>7. Peserta didik mengamati tayangan tentang manfaat mempelajari kuantor yaitu video rambu-rambu lalu lintas</li> <li>8. Peserta didik melakukan asesmen berupa test diagnostik kognitif dalam bentuk <i>pre-test</i> dengan mandiri (<i>Mandiri/PPP</i>).</li> </ol> <p>7   Modul Ajar <i>Kuantor dan Negasinya</i></p>		<p>STEAM</p> <p>Waktu</p> <p>15 menit</p>	<p><i>Pertemuan Pertama (2 x 45 menit)</i></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>A. Kegiatan Pendahuluan</th> <th>PPP</th> <th>STEAM</th> <th>Waktu</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <p><b>Kondisioning</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Peserta didik menjawab salam</li> <li>2. Ketua kelas memimpin doa untuk memulai pembelajaran</li> <li>3. Peserta didik berdoa dengan khushuk</li> <li>4. Peserta didik melaporkan kehadiran peserta didik sebagai pembiasaan perilaku jujur dan disiplin</li> <li>5. Peserta didik mendapat informasi tentang tujuan pembelajaran, materi, dan asesmen yang dilakukan yaitu asesmen kelompok dan asesmen individu dan prosedur pembelajaran yang disampaikan di slide PPT</li> </ol> </td> <td><i>Religius</i></td> <td></td> <td>5 menit</td> </tr> <tr> <td> <p><b>Apersepsi</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>6. Peserta didik mengingat kembali materi tentang negasi dari pernyataan dengan diberikan beberapa soal sederhana sebagai materi prasyarat mempelajari kuantor</li> <li>7. Peserta didik mengamati tayangan tentang manfaat mempelajari kuantor yaitu video rambu-rambu lalu lintas</li> <li>8. Peserta didik melakukan asesmen berupa test diagnostik kognitif dalam bentuk soal essay dengan mandiri</li> </ol> </td> <td><i>Mandiri</i></td> <td><i>Technology</i></td> <td>5 menit</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td><i>Science</i></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td><i>Mandiri</i></td> <td></td> <td>10 menit</td> </tr> </tbody> </table>				A. Kegiatan Pendahuluan	PPP	STEAM	Waktu	<p><b>Kondisioning</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Peserta didik menjawab salam</li> <li>2. Ketua kelas memimpin doa untuk memulai pembelajaran</li> <li>3. Peserta didik berdoa dengan khushuk</li> <li>4. Peserta didik melaporkan kehadiran peserta didik sebagai pembiasaan perilaku jujur dan disiplin</li> <li>5. Peserta didik mendapat informasi tentang tujuan pembelajaran, materi, dan asesmen yang dilakukan yaitu asesmen kelompok dan asesmen individu dan prosedur pembelajaran yang disampaikan di slide PPT</li> </ol>	<i>Religius</i>		5 menit	<p><b>Apersepsi</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>6. Peserta didik mengingat kembali materi tentang negasi dari pernyataan dengan diberikan beberapa soal sederhana sebagai materi prasyarat mempelajari kuantor</li> <li>7. Peserta didik mengamati tayangan tentang manfaat mempelajari kuantor yaitu video rambu-rambu lalu lintas</li> <li>8. Peserta didik melakukan asesmen berupa test diagnostik kognitif dalam bentuk soal essay dengan mandiri</li> </ol>	<i>Mandiri</i>	<i>Technology</i>	5 menit			<i>Science</i>			<i>Mandiri</i>		10 menit
A. Kegiatan Pendahuluan	PPP	STEAM	Waktu																							
<p><b>Kondisioning</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Peserta didik menjawab salam</li> <li>2. Ketua kelas memimpin doa untuk memulai pembelajaran</li> <li>3. Peserta didik berdoa dengan khushuk</li> <li>4. Peserta didik melaporkan kehadiran peserta didik sebagai pembiasaan perilaku jujur dan disiplin</li> <li>5. Peserta didik mendapat informasi tentang tujuan pembelajaran, materi, dan asesmen yang dilakukan yaitu asesmen kelompok dan asesmen individu dan prosedur pembelajaran yang disampaikan di slide PPT</li> </ol>	<i>Religius</i>		5 menit																							
<p><b>Apersepsi</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>6. Peserta didik mengingat kembali materi tentang negasi dari pernyataan dengan diberikan beberapa soal sederhana sebagai materi prasyarat mempelajari kuantor</li> <li>7. Peserta didik mengamati tayangan tentang manfaat mempelajari kuantor yaitu video rambu-rambu lalu lintas</li> <li>8. Peserta didik melakukan asesmen berupa test diagnostik kognitif dalam bentuk soal essay dengan mandiri</li> </ol>	<i>Mandiri</i>	<i>Technology</i>	5 menit																							
		<i>Science</i>																								
	<i>Mandiri</i>		10 menit																							

Berdasarkan Tabel 5, ahli materi akademisi menambahkan kolom STEAM untuk menjelaskan bahwa kegiatan, langkah, fase atau hal tersebut termasuk dalam aspek *science, technology, engineering, art and mathematic*, sedangkan kolom PPP (Profil Pelajar Pancasila) untuk

menunjukkan bahwa kegiatan tersebut memunculkan enam karakter profil pelajar pancasila yaitu beriman, bertakwa kepada Tuhan YME, dan berakhlak mulia, berkebinekaan global, bergotong royong, mandiri, bernalar kritis, dan kreatif.

D. Kegiatan Di Luar Jam Sekolah (sebelum divalidasi)		
Fase 4: Tahap memonitoring peserta didik dan kemajuan proyek	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Setiap kelompok membuat proyek di jam belajar malam (19.30 – 21.00 WIB) selama 2x pertemuan</li> <li>2. Guru memonitor proyek desain saat kelompok mengerjakan di jam belajar malam</li> </ol>	4 x 45 menit

Gambar 8. Kegiatan di luar jam sekolah sebelum revisi

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.6021>

D. Kegiatan di Luar Jam Sekolah (setelah diperbaiki)			
Fase 4: Monitoring the students and progress of projects	PPP	STEAM	Waktu
1. Peserta didik melaporkan perkembangan proyek kepada guru setiap dua hari sekali 2. Peserta didik mengisi lembar monitoring kemajuan proyek 3. Peserta didik berkonsultasi kepada guru mengenai hasil proyek sebelum dipresentasikan pada pertemuan selanjutnya	<i>Kreatif dan Bergotong royong</i>	<i>Science, Tecnology, Enginerig, Art, Mathematic</i>	

Gambar 9. . Kegiatan di luar jam sekolah setelah revisi

Berdasarkan Gambar 8 dan 9, masukan ahli materi praktisi kaitannya kegiatan di luar sekolah. Sebelumnya guru memonitor langsung peserta didik mengerjakan proyek, diperbaiki mengisi lembar monitoring kemajuan proyek, berkonsultasi sampai hasil proyek siap dipresentasikan dan tidak menuliskan alokasi waktunya karena pengerjaan proyek di luar jam sekolah.

Berdasarkan Gambar 7 (a) dan (b), masukan ahli bahasa pada penyajian gambar diwajibkan memberi nomor dan judul pada semua gambar yang ada pada LKPD yang pada awalnya gambar tidak ada nomor dan judul gambar agar peserta didik dapat mudah mengenali dan memahami gambar tersebut.



(a) Sebelum evaluasi



(b) Setelah evaluasi

Gambar 10. Perubahan sebelum dan sesudah evaluasi dari ahli bahasa



(a) Sebelum evaluasi



(b) Setelah evaluasi

Gambar 11. Perubahan sebelum dan sesudah evaluasi dari ahli kegrafikan

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.6021>

Berdasarkan Gambar 11, masukan dari ahli kegrafikan yaitu penampilan cover sebelumnya menggambarkan peserta didik SMK Assalaam Sukoharjo, setelah diperbaiki cover berisi gambar rambu/tanda di lingkungan pondok/sekolah sesuai dengan tema modul ajar yaitu kuantor.

Hasil penilaian ahli dianalisis untuk mengetahui persentase dan kriteria kelayakan modul. Hasil uji validasi ahli materi, ahli bahasa dan ahli kegrafikan tersaji pada Tabel 6, 7, dan 8.

Tabel 6. Uji validasi ahli materi

Indikator	V1	V2	Rata-rata	Persentase
Informasi umum	22	22	48	92%
Komponen inti	29	27	64	88%
Asesmen	34	32	72	92%
Pengayaan dan remedial	4	4	8	100%
Refleksi peserta didik dan guru	4	4	8	100%
Lampiran	12	12	24	100%
<b>TOTAL</b>	<b>105</b>	<b>101</b>	<b>224</b>	<b>95%</b>
<b>KRITERIA</b>	<b>Sangat Layak</b>			

Tabel 7. Uji validasi ahli bahasa

Indikator	Jumlah Skor	Persentase
Komunikatif	3	75%
Lugas	6	75%
Koherensi dan keruntutan alur pikir	12	75%
Kesesuaian dengan kaidah bahasa indonesia yang benar	6	75%
Penggunaan istilah simbol dan lambang	6	75%
Dialogis dan berpikir kritis	3	75%
<b>TOTAL</b>	<b>33</b>	<b>75%</b>
<b>KRITERIA</b>	<b>Layak</b>	

Tabel 8. Uji validasi ahli kegrafikan

Indikator	Jumlah Skor	Persentase
Ukuran modul	8	100%
Tata letak cover modul	11	92%
Tipografi cover modul	12	100%
Ilustrasi cover modul	5	63%

Indikator	Jumlah Skor	Persentase
Tata letak isi modul	16	100%
Tipografi isi modul	16	100%
Ilustrasi isi modul	16	100%
<b>TOTAL</b>	<b>84</b>	<b>93,6%</b>
<b>KRITERIA</b>	<b>Sangat Layak</b>	

Berdasarkan Tabel 6, hasil validasi ahli materi akademisi (V1) dan ahli materi praktisi (V2) dengan indikator informasi umum, komponen inti/langkah-langkah pembelajaran, asesmen, pengayaan dan remedial, refleksi peserta didik dan guru serta lampiran yang memuat materi pembelajaran, glosarium dan daftar pustaka mendapatkan persentase skor 95% artinya modul ajar matematika materi kuantor berbasis STEAM PjBL sangat valid berdasarkan kaidah materi.

Berdasarkan Tabel 7, hasil validasi ahli bahasa dengan indikator sesuai aspek kebahasaan yang tertera dalam tabel mendapatkan persentase skor 75% artinya modul ajar matematika materi kuantor berbasis STEAM PjBL valid berdasarkan kaidah bahasa. Hasil validasi ahli kegrafikan sesuai indikator dalam Tabel 10 mendapatkan persentase 93,6% yang artinya modul ajar memenuhi kriteria kevalidan modul ajar terhadap aspek kegrafikan yang mendukung.

Berdasarkan hasil validasi ahli materi, ahli bahasa dan ahli kegrafikan diperoleh rata-rata 87,9% yang artinya modul ajar matematika materi kuantor berbasis STEAM PjBL dinilai sangat valid digunakan untuk digunakan pada uji coba kelompok/terbatas.

## 2. Uji Kelayakan

Modul ajar yang sudah direvisi sesuai ahli diuji kepada subjek penelitian yaitu satu orang guru matematika dan 6 orang siswa kelas XI TKJ SMK Assalaam Sukoharjo Jawa Tengah.

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.6021>

Uji kelayakan modul ajar didapat dari respon guru dan siswa yang terdiri 3 aspek penilaian yaitu, aspek materi, bahasa, dan ketertarikan terhadap modul ajar matematika materi kuantor berbasis STEAM PjBL dapat dilihat pada Tabel 9. Berdasarkan Tabel 9 diperoleh nilai rata-rata persentase 92,6% artinya modul ajar layak digunakan untuk uji coba kelas.

Tabel 9. Hasil respon guru dan peserta didik terhadap modul ajar

Aspek	Banyak soal	Persen-tase	Kriteria Persentase
Materi	8	92,2%	Sangat layak
Bahasa	3	93,3%	Sangat layak
Ketertarikan	7	92,1%	Sangat layak
<b>Total</b>	<b>18</b>	<b>92,6%</b>	<b>Sangat layak</b>

### Implementation (Implementasi)

Uji coba kelas pada penelitian ini dilakukan di kelas XI TKJ sejumlah 15 siswa. Proses pembelajaran dilakukan sesuai petunjuk dan instrumen dalam modul ajar berbasis STEAM PjBL. Beberapa kegiatan peserta didik tersaji dalam Gambar 12 dan 13.



Gambar 12. Siswa mengerjakan LKPD



Gambar 13. Peserta didik membuat desain rambu/ tanda kuantor

Berdasarkan Gambar 12, peserta didik melakukan asesmen diagnostik kognitif sebagai *pretest* dan diberikan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) untuk membimbing memahami konsep dengan menemukan rambu/ tanda kuantor di lingkungan pondok/ sekolah.

Peserta didik mengerjakan proyek diluar jam sekolah terlihat di Gambar 13. Peserta didik mengerjakan proyek yaitu mendesain tanda/rambu kuantor untuk lingkungan pondok/ sekolah, mengisi lembar kemajuan proyek sebagai panduan mengerjakan proyek, berkonsultasi dengan guru sampai hasil siap dipresentasikan.

Pada pertemuan kedua peserta didik mempresentasikan hasil proyek dengan memberikan umpan balik berupa pertanyaan, dan penilaian terhadap kelompok lain. Pada pertemuan ini peserta didik mengikuti asesmen sumatif (*posttest*).

Beberapa desain dari peserta didik yaitu desain kuantor universal disimbolkan  $\forall$  dan kuantor eksistensial disimbolkan  $\exists$  yang terlihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil proyek peserta didik

$\forall$	$\exists$
<p>A sign with a red border and a red circle with a diagonal slash over a drawing of a foot stepping on grass. Below the sign, it says "DILARANG MENGINJAK RUMPUT".</p>	<p>A sign with a red border and a red circle with a diagonal slash over a drawing of a man in a black cap and a woman in a black headscarf. Below the sign, it says "DILARANG BERPACARAN BAGI SANTRI".</p>
<p>A sign with a red border and a red circle with a diagonal slash over a drawing of a hand taking a sandal. Above the sign, it says "DILARANG !" and below it, "MENCURI SANDAL".</p>	<p>A sign with a red border and a red circle with a diagonal slash over a drawing of two people. Above the sign, it says "WALI SANTRI DILARANG MASUK!!" and below it, "DI AREA ASRAMA !!".</p>

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.6021>

Berdasarkan Tabel 10, terdapat empat desain yaitu dilarang menginjak rumput dan dilarang mencuri sandal (termasuk kuantor universal karena berlaku untuk semua orang. Desain dilarang berpacaran bagi santri dan wali santri dilarang masuk di area asrama merupakan kuantor eksistensial karena hanya berlaku sebagian orang.

### **Evaluation (Evaluasi)**

Modul ajar matematika materi kuantor berbasis STEAM PjBL diujikan pada 15 siswa kelas XI TKJ untuk mengetahui keefektifan modul ajar tersebut. Peserta didik diberikan soal asesmen diagnostik kognitif sebagai *pretest* dan asesmen sumatif sebagai *posttest*. Uji normalitas gain digunakan untuk mengetahui efektivitas perlakuan yang diberikan. Analisis data menggunakan program SPSS V.26 dengan signifikansi 95%.

Tabel 11. Uji normalitas gain

	<b>N</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Mean</b>	<b>Std. Dev</b>
Ngain_Score	15	.40	1.0	.7939	.17607
Ngain_Score_persen	15	40.00	100.0	79.3891	17.60663
Valid N (listwise)	15				

Berdasarkan Tabel 11, nilai N gain 0,7937 berada pada interval  $0,70 \leq n \leq 1,00$  dengan kriteria tinggi, dan nilai N gain persen 79,3891 atau 79,4% dengan kualifikasi sangat baik artinya modul ajar matematika materi kuantor berbasis STEAM PjBL dikategorikan sangat efektif.

Modul ajar matematika materi kuantor berbasis STEAM PjBL memberikan kemudahan bagi guru melaksanakan proses pembelajaran matematika yang menarik, sesuai kebutuhan, karakteristik peserta didik, mengikuti perkembangan teknologi dan tuntutan pendidikan abad 21. Peserta didik tidak hanya menemukan dan menyelesaikan masalah tetapi bisa menciptakan produk sesuai keahliannya dan bermanfaat bagi dirinya dan orang lain.

Modul ajar ini memiliki keunggulan dan kelemahan. Keunggulannya berupa pembelajaran menjadi menantang dan menyenangkan karena adanya suatu proyek berbasis STEAM yang merangsang peserta didik untuk

kreatif dan aktif dalam menyelesaikan masalah sehari-hari. Kelemahan dari modul ajar ini adalah uji coba terbatas hanya di lakukan dengan 6 siswa, dan uji coba kelas hanya diterapkan pada kelas yang berjumlah 15 siswa sesuai dengan jumlah peserta didik di kelas XI TKJ SMK Assalaam Sukoharjo.

Penelitian ini menghasilkan temuan baru yaitu pembelajaran yang menggabung unsur ilmu pengetahuan, teknologi, teknik, seni dan matematika menjadi lebih menarik dan menyenangkan, tidak ada yang tidur di kelas artinya minat belajar siswa meningkat, siswa yang memiliki potensi dalam teknologi menjadi terlihat dan semangat mengerjakan proyek, siswa yang memiliki jiwa seni ikut berperan aktif dalam pembuatan desain. Karena setiap siswa memilih bagian tugas sesuai kemampuan mereka.

Penelitian ini sejalan dengan penelitian (Izzania, 2021); Putu et al. (2021); Lestari (2022), dan Jayanti et al. (2022) dan menjawab penelitian (Rochim & Budiyanto, 2021) serta

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.6021>

inovasi yang berbeda dari penelitian Harahap et al. (2021) .

Hasil penelitian pengembangan modul ajar matematika materi kuantor berbasis STEAM PjBL di SMK Assalaam Sukoharjo jurusan Teknik Komputer dan Jaringan ini memperkuat teori pada penelitian terdahulu. Modul ajar ini dapat dipergunakan sebagai acuan dan pedoman pengembangan modul ajar matematika berbasis STEAM PjBL serta dapat dijadikan alternatif pemilihan pendekatan pembelajaran terutama untuk meningkatkan minat dan hasil belajar peserta didik.

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Kesimpulan dari penelitian ini adalah hasil penilaian uji validasi mendapatkan persentase skor sebesar 87,9% artinya sangat valid. Hasil uji coba dengan respon guru dan siswa sebesar 92,6% yaitu sangat layak. Hasil uji kelompok diperoleh 79, 4% dinyatakan efektif. Modul ajar matematika materi kuantor berbasis STEAM PjBL dinyatakan valid, layak dan efektif meningkatkan hasil belajar peserta didik SMK TKJ.

Saran bagi peneliti yang mengembangkan modul ajar berbasis STEAM PjBL untuk SMK TKJ dapat melibatkan lebih banyak subjek dengan desain penelitian eksperimental untuk mengembangkan berpikir kritis, kreatif, keterampilan komunikasi dan kolaborasi untuk mengaplikasikan di bidangnya dan dapat menunjang siswa di dalam dunia kerja.

### **DAFTAR PUSTAKA**

Diana, H. A., & Saputri, D. V. (2022). Model Project Based Learning Terintegrasi STEAM Terhadap Kecerdasan Emosional Dan Kemampuan Berpikir Kritis. *Jurnal Numeracy*, 8(2), 113–127.

Harahap, M. S., Nasution, F. H., & Nasution, N. F. (2021). Efektivitas Pendekatan Pembelajaran Science Technology Engineering Art Mathematic (Steam) Terhadap Kemampuan Komunikasi Matematis. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 10(2), 1053.

<https://doi.org/10.24127/ajpm.v10i2.3633>

Herlina, H., Ramlawati, R., & Hasri, H. (2022). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Elektronik Berbasis STEAM untuk Meningkatkan Minat dan Hasil Belajar. *Chemistry Education Review (CER)*, 5(2), 198. <https://doi.org/10.26858/cer.v5i2.32731>

Izzania, R. D. S. M. (2021). Pengembangan Bahan Ajar Project Based Learning (PjBL) Terintegrasi STEAM Untuk Memfasilitasi Kemampuan Literasi Sains Siswa Kelas VI Sekolah Dasar. *Jurnal Pembelajaran Dan Pengajaran Pendidikan Dasar*, 4(2), 146–157. <https://doi.org/10.33369/dikdas.v4i2.15914>

Jayanti, A. D., Nova, T., & Yunianta, H. (2022). Pengembangan Emometri (E-Modul Trigonometri) Dengan Project Based Learning Berbasis STEAM. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(2), 1116–1126.

Kemendikbudristek. (2021). *Keputusan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 162/M/2021 Tentang Program Sekolah Penggerak*. 6.

Lestari, R. R. (2022). Penerapan Modul Employability Skill Pada Program

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.6021>

- Keahlian Teknik Komputer Dan Jaringan. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Karakter*, 7(1), 158–165. Retrieved from <http://www.i-rpp.com/index.php/jipk/article/view/1326%0Ahttp://www.i-rpp.com/index.php/jipk/article/download/1326/371371803>
- Lestari, S. (2021). Ideguru: Jurnal Karya Ilmiah Guru Pengembangan Orientasi Keterampilan Abad 21 pada Pembelajaran Fisika melalui Pembelajaran PjBL-STEAM Berbantuan Spectra-Plus. *Jurnal Karya Ilmiah Guru*, 6(3), 272–279.
- Nurhikmayati, I. (2019). Implementasi Steam Dalam Pembelajaran Matematika. *Jurnal Didactical Mathematics*, 1(2), 41–50.
- Putu, N., Krisna, L., Astawan, I. G., & Suarjana, I. M. (2021). Perangkat Pembelajaran Pendekatan STEAM-PJBL pada Tema 2 Selalu Berhemat Energi. *Jurnal Pedagogi Dan Pembelajaran*, 4(2), 222–232.
- Qomaria, N., Yuniasti, A., & Wulandari, R. (2022). Pengembangan Keterampilan Kolaboratif Siswa Melalui Pembelajaran Dengan Pendekatan Ethno-STEAM Project Konteks Pesapean. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(2), 1306–1318.
- Rahmawati, Y., Ridwan, A., Hadinugrahaningsih, T., & Soeprijanto. (2019). Developing critical and creative thinking skills through STEAM integration in chemistry learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1156(1).  
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1156/1/012033>
- Rochim, R. A., & Budiyanto, M. (2021). Analisis Kebutuhan Perangkat Pembelajaran Model PjBL Terintegrasi STEM Berbasis E- Learning di Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Basicedu*, 5(6), 5370–5378.
- Setiyorini, A. (2020). Rancang Bangun Media Pembelajaran Pengenalan Komputer Untuk Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Informatika Dan Teknologi Informasi*, 5(3).
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Yasin, V., Zarlis, M., & Nasution, M. K. M. (2018). Filsafat logika dan ontologi ilmu komputer. *Journal of Information System, Applied, Management, Accounting and Research*, 2(2), 68–75.