

## ABSTRAK

### **Supriati(2025) : Pengembangan Asesmen Pembelajaran Matematika Berbasis Science, Technology, Engineering, Art, Mathematic Berorientasi Literasi Matematis Dan Ketangguhan Belajar Siswa SMK**

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh belum terbangunnya keterkaitan antara materi matematika dengan kompetensi keahlian di SMK. Hal ini tercermin dari kualitas pembelajaran dalam rapor pendidikan termasuk dalam kategori sedang. Salah satu penyebabnya adalah belum tersedianya asesmen pembelajaran yang menjembatani keterkaitan tersebut, padahal asesmen yang tepat dapat mendorong literasi matematis sekaligus menumbuhkan ketangguhan belajar peserta didik. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis pengembangan dan efektifitas asesmen pembelajaran matematika berbasis *Science, Technology, Engineering, Art, Mathematic(STEAM)*, serta menelaah capaian literasi matematis dan ketangguhan belajar peserta didik. Penelitian dan pengembangan dengan model Borg&Gall, pendekatan penelitian *mixed method* dengan *embedded design*. Desain *quasi-experiment* diterapkan pada dua kelompok, yaitu kelas eksperimen yang memperoleh asesmen pembelajaran berbasis STEAM dan kelas kontrol dengan pembelajaran konvensional. Penelitian dilaksanakan di SMKN 12 Bandung dengan populasi seluruh peserta didik kelas X dan sampel kelas X TPU 2 dan X TPU 4. Instrumen penelitian meliputi lembar validasi, angket ketangguhan belajar dan tes literasi matematis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa asesmen pembelajaran yang dikembangkan, salah satunya berupa LKPD, dinyatakan layak digunakan dan efektif berdasarkan perhitungan *effect size*. Literasi matematis peserta didik pada kelas eksperimen lebih baik dibandingkan kelas kontrol. Sementara itu, ketangguhan belajar peserta didik masih didominasi kategori rendah (73%) dan diperoleh korelasi negatif yang lemah antara literasi matematis dengan ketangguhan belajar.

Kata Kunci : *assessment as learning; assessment for learning; assessment of learning, resilience*, elektronika dasar

## ABSTRACT

### **Supriati (2025): Development of Mathematics Learning Assessment Based on Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics Oriented Toward Mathematical Literacy and Learning Resilience of Vocational High School Students**

This research is motivated by the lack of integration between mathematics material and vocational competencies in vocational high schools (SMK). This is reflected in the quality of learning as reported in the education report card, which falls into the moderate category. One contributing factor is the absence of learning assessments that bridge this connection, even though appropriate assessments can promote mathematical literacy and foster students' learning resilience. The aim of this study is to analyze the development and effectiveness of mathematics learning assessments based on Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics (STEAM), as well as to examine students' achievements in mathematical literacy and learning resilience. This research and development study uses the Borg & Gall model and a mixed-methods approach with an embedded design. A quasi-experimental design was applied to two groups: an experimental class receiving STEAM-based learning assessments, and a control class with conventional teaching. The research was conducted at SMKN 12 Bandung with the population being all grade X students, and the sample consisting of X TPU 2 and X TPU 4 classes. Research instruments included validation sheets, learning resilience questionnaires, and mathematical literacy tests. The results show that the developed learning assessment, including student worksheets (LKPD), is deemed feasible and effective based on effect size calculations. The mathematical literacy of students in the experimental class was better than that of the control class. Meanwhile, students' learning resilience was still predominantly in the low category (73%), and a weak negative correlation was found between mathematical literacy and learning resilience.

Keywords: assessment as learning; assessment for learning; assessment of learning; resilience; basic electronics

## ABSTRAK

**Supriati (2025): Pamekaran Asesmen Pangajaran Matematika Dumasar kana Science, Technology, Engineering, Art, Mathematic nu Berorientasi kana Literasi Matematis jeung Katekunan Diajar Siswa SMK**

Panalungtikan ieu dilantarankeun ku can kabanguna keterkaitan antara materi matematika jeung kompetensi kaahlian di SMK. Ieu hal kacérmin tina kualitas pangajaran dina rapor pendidikan anu kaasup kana kategori sedeng. Salah sahiji panyababna nyaéta can aya asesmen pangajaran anu bisa ngajembatana keterkaitan éta, padahal asesmen anu merenah tiasa ngadorong literasi matematis sarta numuwuhkeun katekunan diajar peserta didik. Tujuan panalungtikan ieu nyaéta pikeun nganalisis pamekaran jeung éféktivitas asesmen pangajaran matematika dumasar kana STEAM, ogé pikeun nalungtik capaian literasi matematis jeung katekunan diajar peserta didik. Panalungtikan jeung pamekaran ieu ngagunakeun modél Borg & Gall kalayan pendekatan *mixed method* desain *embedded*. Rarancang kuasi-ékspérimén ditarékahan ka dua kelompok, nyaéta kelas ékspérimén anu meunang asesmen pangajaran dumasar kana STEAM jeung kelas kontrol anu meunang pangajaran konvensional. Panalungtikan dilaksanakeun di SMKN 12 Bandung kalayan populasi sakumna siswa kelas X sarta sampelna nyaéta kelas X TPU 2 jeung X TPU 4. Instrumén panalungtikan ngawengku lembar validasi, angkét katekunan diajar, jeung tés literasi matematis. Hasil panalungtikan nunjukkeun yén asesmen pangajaran anu dimekarkeun, salah sahijina LKPD, dinyatakeun layak dipaké sarta épéktif dumasar kana perhitungan *effect size*. Literasi matematis siswa dina kelas ékspérimén leuwih hadé tibatan kelas kontrol. Sedengkeun, katekunan diajar siswa masih kénéh didominasi ku kategori handap (73%), sarta kapanggih korelasi négatif anu lemah antara literasi matematis jeung katekunan diajar.

**Kecap Konci:** *assessment as learning; assessment for learning; assessment of learning; resilience; éléktronika dasar*

# **Pengembangan Model Penilaian Berbasis STEAM untuk Meningkatkan Literasi Matematika di Kalangan Siswa SMK**

## **Abstrak**

### **Kata kunci**

### **Pendahuluan**

Matematika memiliki peran mendasar dalam penguasaan sains dan teknologi modern. Hubungan timbal balik antara matematika, sains, dan teknologi menjadikan matematika tidak hanya alat analisis, tetapi juga menjadi dasar pengembangan inovasi di berbagai bidang (Hansons, 2019). Oleh karena itu, pembelajaran matematika di sekolah, termasuk di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), memiliki fungsi strategis dalam membentuk keterampilan berpikir kritis, logis, dan efisien untuk memecahkan permasalahan kontekstual dalam dunia kerja (Kertiyani & Oktavihari, 2025; Masruroh et al., 2020). Misalnya, dalam kegiatan pengukuran teknis atau konversi satuan, siswa dituntut tidak hanya untuk memahami prosedur, tetapi juga untuk menerapkan konsep matematika dengan tepat.

Namun, hasil evaluasi pendidikan nasional dan berbagai penelitian menunjukkan bahwa kemampuan literasi matematika siswa Indonesia masih rendah. OECD mendefinisikan literasi matematika sebagai kemampuan individu untuk merumuskan, menggunakan, dan menafsirkan matematika dalam berbagai konteks kehidupan (OECD, 2019). Literasi matematika bukan hanya penguasaan rumus, tetapi mencerminkan kemampuan untuk berpikir reflektif dan menerapkan konsep matematika untuk memecahkan masalah nyata (Denischeva et al., 2021). Tingkat literasi matematika yang rendah tidak hanya menghambat prestasi akademik, tetapi juga berdampak pada kesiapan karir dan daya saing ekonomi nasional (Beccuti, 2024).

Dalam konteks pendidikan vokasi, rendahnya literasi matematika sering disertai dengan rendahnya ketahanan belajar siswa terhadap kesulitan matematika. Banyak siswa masih menganggap matematika sebagai mata pelajaran yang sulit dan tidak relevan dengan kehidupan nyata (Muhрман, 2022; Pratiwi et al., 2025). Kondisi ini menyebabkan kurangnya motivasi dan keengganan menghadapi tantangan dalam memecahkan masalah matematika. Padahal, salah satu tujuan utama belajar matematika adalah membangun ketahanan belajar—yaitu kemampuan untuk tetap gigih, percaya diri, dan optimis dalam menghadapi kesulitan akademik (Halisna et al., 2024; Hanifah & Fatmahanik, 2023; Voss et al., 2023).

Ketahanan belajar mencakup kemampuan peserta didik untuk mengendalikan emosi, menjaga motivasi, dan mengembangkan strategi alternatif dalam menghadapi masalah yang kompleks. Di bidang matematika, ini sangat penting mengingat sifat pelajaran yang menuntut konsistensi dan pemikiran logis dalam jangka panjang (McKinney et al., 1993). Sayangnya, praktik pembelajaran di sekolah, khususnya di sekolah vokasi, masih menunjukkan hasil yang tidak optimal. Data rapor pendidikan SMKN 12 Bandung 2024 menunjukkan bahwa

kualitas pembelajaran, termasuk aspek literasi dan numerasi, masih dalam kategori sedang. Hal ini menandakan perlunya penguatan strategi pembelajaran dan penilaian yang mampu mengembangkan pemahaman konseptual serta ketahanan belajar siswa.

Penilaian merupakan komponen penting dalam mengarahkan proses pembelajaran. Namun, penilaian konvensional yang telah digunakan masih berorientasi pada hasil akhir dan kemampuan kognitif yang rendah, seperti menghafal rumus dan memecahkan masalah rutin. Model penilaian seperti ini tidak cukup untuk memberikan informasi mendalam tentang kemampuan literasi matematika dan aspek afektif siswa, termasuk ketahanan belajar (Herman, 2024). Misalnya, asesmen diagnostik memang dapat mengidentifikasi tingkat penguasaan konsep (Lang et al., 2024), tetapi belum dapat mengevaluasi bagaimana siswa menghadapi kesulitan, mencoba strategi baru, atau menafsirkan kesalahan mereka dalam konteks pemecahan masalah yang nyata.

Dalam konteks pembelajaran vokasi yang berorientasi pada keterampilan kerja, diperlukan penilaian yang tidak hanya menilai kemampuan kognitif, tetapi juga sikap, proses berpikir, dan kekuatan berjuang siswa. Salah satu pendekatan potensial yang menjawab kebutuhan tersebut adalah pembelajaran berbasis STEAM (Sains, Teknologi, Teknik, Seni, dan Matematika). Pendekatan STEAM menekankan integrasi berbagai disiplin ilmu untuk membangun kreativitas, kolaborasi, dan ketekunan dalam menghadapi tantangan belajar (Belbase et al., 2022). Dengan menghubungkan aspek sains, teknologi, dan seni dalam pemecahan masalah matematika, STEAM mendorong peserta didik untuk memahami relevansi matematika dalam kehidupan dan profesi mereka.

Selain itu, implementasi STEAM yang efektif membutuhkan penilaian yang selaras dengan prinsip-prinsip integratif ini. Penilaian dalam konteks STEAM harus dirancang untuk mengukur keterampilan berpikir lintas disiplin, kreativitas, dan ketahanan belajar, bukan hanya hasil kognitif. Menurut *Education Closet* (Belbase et al., 2022), Pembelajaran STEAM membutuhkan hubungan yang disengaja antara standar, penilaian, dan desain pembelajaran. Dengan demikian, penilaian berbasis STEAM perlu dikembangkan untuk dapat memberikan informasi yang komprehensif tentang kemampuan siswa dalam menerapkan matematika secara kontekstual sekaligus menumbuhkan ketahanan belajar sebagai bekal untuk menghadapi tantangan akademik dan profesional di masa depan.

Namun, hingga saat ini, ketersediaan instrumen penilaian berbasis STEAM yang relevan dengan karakteristik siswa SMK masih terbatas. Sebagian besar instrumen yang ada masih fokus pada pengukuran aspek kognitif tanpa mempertimbangkan konteks vokasi atau dimensi afektif seperti ketahanan belajar. Keterbatasan ini menekankan perlunya mengembangkan penilaian pembelajaran matematika berbasis STEAM yang mampu mengukur literasi matematika sekaligus mengidentifikasi dan menumbuhkan ketahanan belajar siswa secara terpadu.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan penilaian pembelajaran matematika berbasis STEAM yang berorientasi pada literasi matematika dan ketahanan belajar siswa SMK. Pengembangan penilaian ini diharapkan dapat menjadi alternatif inovatif dalam praktik evaluasi pembelajaran matematika, yang tidak hanya menilai hasil akhir, tetapi

juga mendukung pembentukan karakter pembelajaran yang tangguh, reflektif, dan adaptif terhadap tantangan abad ke-21.

### **Pengembangan Pertanyaan Penelitian**

Pengembangan pertanyaan penelitian dalam penelitian ini berangkat dari kebutuhan untuk merekonstruksi praktik penilaian pembelajaran matematika agar lebih kontekstual, integratif, dan berorientasi pada penguatan kompetensi abad ke-21. Dalam kerangka ini, pendekatan Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics (STEAM) tidak hanya diposisikan sebagai strategi pembelajaran, tetapi juga sebagai paradigma penilaian yang mampu menjembatani kesenjangan antara penguasaan konsep matematika dan penerapannya dalam situasi dunia nyata. Literatur terbaru menegaskan bahwa penilaian berbasis STEAM mendorong integrasi lintas disiplin yang secara signifikan memperkaya proses kognitif siswa, terutama dalam pemikiran kritis, pemecahan masalah, dan pengambilan keputusan berbasis data (Belbase et al., 2022). Dalam konteks pendidikan matematika, integrasi ini sangat penting karena literasi matematika tidak semata-mata berkaitan dengan keterampilan prosedural, tetapi juga kapasitas untuk menafsirkan, merumuskan, dan menerapkan matematika dalam berbagai konteks kehidupan.

Sejumlah penelitian empiris menunjukkan bahwa penilaian kontekstual yang dirancang secara sistematis mampu meningkatkan literasi matematika dan numerasi melalui aktivasi proses berpikir reflektif dan aplikatif. Pendekatan berbasis proyek dalam kerangka STEAM, misalnya, telah terbukti efektif dalam meningkatkan prestasi akademik peserta didik vokasi karena menuntut integrasi pengetahuan multidisiplin dalam memecahkan masalah dunia nyata (Rahim et al., 2024). Selanjutnya, dalam perspektif Self-Directed Learning Oriented Assessment, penilaian tidak lagi dipandang sebagai ukuran hasil belajar belaka, tetapi sebagai bagian integral dari proses pembelajaran itu sendiri. Tiga dimensi utama—penilaian sebagai pembelajaran, penilaian untuk pembelajaran, dan penilaian pembelajaran—berkontribusi secara bersamaan untuk mengembangkan aspek kognitif, afektif, dan metakognitif peserta didik (Suurtamm et al., 2016). Dengan demikian, penilaian berbasis STEAM berpotensi menjadi instrumen strategis dalam mengembangkan literasi matematika holistik. Berdasarkan landasan teoritis dan empiris tersebut, penelitian ini diarahkan untuk menjawab pertanyaan mendasar bagaimana merancang dan mengembangkan penilaian pembelajaran matematika berbasis STEAM yang memenuhi kriteria validitas, kepraktisan, dan efektivitas dalam meningkatkan literasi matematika siswa SMK.

Di sisi lain, dimensi afektif dalam pembelajaran matematika, khususnya ketahanan matematika, merupakan variabel penting yang tidak dapat diabaikan. Ketahanan belajar mencerminkan kapasitas individu untuk bertahan, beradaptasi, dan tetap termotivasi ketika menghadapi kesulitan dalam proses pembelajaran matematika. Konstruksi ini mencakup tiga dimensi utama, yaitu komitmen, kontrol, dan persepsi tantangan, yang secara kolektif menentukan bagaimana siswa menanggapi hambatan akademik (Firmansyah & Mubarika, 2019). Dalam konteks ini, penilaian berbasis STEAM menawarkan lingkungan belajar yang otentik dan menantang, di mana peserta didik dihadapkan pada tugas-tugas kompleks yang menuntut kolaborasi, kreativitas, serta ketekunan. Kondisi ini secara inheren mendorong

pengembangan ketahanan belajar, karena siswa tidak hanya dituntut untuk menemukan solusi, tetapi juga untuk merefleksikan proses berpikir mereka dan mengelola emosi selama proses pemecahan masalah.

Selain itu, integrasi penilaian reflektif dalam bentuk penilaian sebagai pembelajaran memungkinkan siswa untuk melakukan evaluasi diri secara berkelanjutan, yang pada gilirannya memperkuat rasa kontrol dan kepercayaan diri akademik. Temuan empiris menunjukkan hubungan positif antara literasi matematika dan ketahanan belajar, di mana peningkatan keterampilan literasi berkontribusi dalam meningkatkan ketahanan siswa dalam menghadapi tantangan belajar (Setiawan et al., 2024). Oleh karena itu, penelitian ini tidak hanya berupaya mengkaji pengaruh penilaian berbasis STEAM terhadap ketahanan pembelajaran secara langsung, tetapi juga menempatkannya dalam hubungan yang lebih luas dengan literasi matematika. Hal ini mengarah pada perlunya mengeksplorasi bagaimana penerapan penilaian berbasis STEAM dapat secara sistematis memperkuat ketahanan belajar siswa dalam konteks pendidikan kejuruan.

Hubungan antara literasi matematika dan ketahanan belajar lebih lanjut menjadi fokus analitis penelitian ini. Secara konseptual, kedua konstruksi tersebut memiliki hubungan yang saling memperkuat. Siswa dengan tingkat ketahanan belajar yang tinggi cenderung menunjukkan kinerja literasi matematika yang lebih baik, terutama dalam aspek perencanaan strategi pemecahan masalah, penggunaan representasi matematis, dan kemampuan berpikir secara fleksibel. Sebaliknya, penguasaan literasi matematika yang baik dapat meningkatkan kepercayaan diri dan sikap positif terhadap matematika, yang merupakan elemen kunci dalam membangun ketahanan belajar (Hutauruk & Priatna, 2017). Dalam konteks penilaian berbasis STEAM, hubungan ini menjadi semakin relevan karena karakteristik tugas yang terbuka, kontekstual, dan multidisiplin menuntut kebersamaan antara kemampuan kognitif dan ketahanan afektif. Oleh karena itu, penelitian ini diarahkan untuk mengkaji secara empiris bagaimana hubungan antara literasi matematika dan ketahanan belajar terbentuk dan dikembangkan pada siswa yang mengikuti pembelajaran matematika dengan penilaian berbasis STEAM.

Akhirnya, efektivitas penilaian berbasis STEAM perlu diposisikan sebagai indikator kunci dalam menilai keberhasilan intervensi pedagogis yang diusulkan. Efektivitas dalam konteks ini tidak hanya diukur melalui peningkatan kuantitatif hasil pembelajaran, tetapi juga melalui transformasi kualitas proses pembelajaran, termasuk keterampilan berpikir reflektif, adaptif, dan kontekstual. Penilaian yang dirancang dengan prinsip validitas, kepraktisan, dan makna akan menghasilkan data otentik yang mewakili kemampuan nyata siswa dalam memecahkan masalah matematika yang kompleks dan kontekstual (Priyanto et al., 2024). Dengan demikian, evaluasi efektivitas asesmen berbasis STEAM harus mencakup dua dimensi utama, yaitu meningkatkan literasi matematika dan penguatan ketahanan belajar sebagai representasi integratif dari capaian kognitif dan afektif.

Berdasarkan kerangka konseptual keseluruhan dan temuan empiris yang telah dijelaskan, penelitian ini secara komprehensif diarahkan untuk menjawab empat fokus utama: (1) pengembangan penilaian berbasis STEAM yang valid, praktis, dan efektif dalam

meningkatkan literasi matematika; (2) peran penilaian ini dalam memperkuat ketahanan belajar siswa; (3) hubungan timbal balik antara literasi matematika dan ketahanan belajar dalam konteks pembelajaran berbasis STEAM; dan (4) tingkat efektivitas penilaian berbasis STEAM dalam meningkatkan kedua konstruksi secara bersamaan pada siswa sekolah menengah kejuruan.

## Metode

### Pengumpulan Data dan Peserta

Penelitian ini menggunakan pendekatan metode campuran dengan desain tertanam, yang menggabungkan data kuantitatif dan kualitatif dalam kerangka kuasi-eksperimental. Prosedur penelitian dan pengembangan mengadopsi model Borg dan Gall, dengan penekanan pada tahap desain berulang, validasi ahli, uji coba terbatas, revisi, dan implementasi lapangan. Data kuantitatif diperoleh melalui pretest dan posttest untuk mengukur keterampilan komunikasi matematika dan harga diri, sedangkan data kualitatif dikumpulkan dari refleksi peserta didik, wawancara, dan observasi kelas untuk memperkuat dan memperjelas hasil kuantitatif.

Penelitian dilakukan di SMK Negeri 12 Bandung tahun ajaran 2024–2025 dengan melibatkan 67 siswa kelas X yang dipilih menggunakan purposive sampling. Dua kelas program keahlian Teknik Elektro ditetapkan sebagai kelompok eksperimental dan kontrol. Kelompok eksperimen mendapatkan pembelajaran humanistik berbasis Accelerated Learning, sedangkan kelompok kontrol menggunakan pembelajaran konvensional. Penentuan kelompok ini didasarkan pada kesetaraan kemampuan awal dan tingkat perkembangan kognitif yang relatif sama, sesuai dengan teori operasional formal Piaget. Siswa pada tahap ini memiliki keterampilan berpikir abstrak, logis, dan sistematis, yang mendukung pengembangan komunikasi matematika dan ketahanan belajar. Persetujuan etis dan persetujuan berdasarkan informasi diperoleh sebelum pengumpulan data, untuk memastikan partisipasi sukarela dan kerahasiaan informasi.

Grup	Kelas	Jumlah Siswa	Deskripsi
<b>Eksperimen</b>	X TPU 4	34	Menerima model pembelajaran humanistik berdasarkan prinsip Accelerated Learning (AL)
<b>Kontrol</b>	X TPU 2	33	Menerima instruksi konvensional
<b>Total</b>		<b>67</b>	—

### Teknik Sampel dan Analisis Data Minimum

Penelitian ini menggunakan pendekatan analisis kuantitatif dan kualitatif sesuai dengan desain metode campuran. Data kuantitatif, termasuk hasil tes literasi matematika dan kuesioner ketahanan belajar, dianalisis dengan statistik deskriptif dan inferensial dengan bantuan software SPSS. Uji normalitas dilakukan dengan menggunakan metode Kolmogorov-Smirnov, diikuti oleh uji Mann-Whitney U untuk melihat perbedaan antar

kelompok, karena beberapa data tidak didistribusikan secara normal. Keandalan instrumen diuji menggunakan Cronbach's Alpha ( $\alpha = 0,820$ ), sedangkan validitas, diferensiasi, dan indeks kesulitan dianalisis untuk memastikan akurasi dan konsistensi item pertanyaan.

Data kualitatif yang diperoleh dari wawancara ahli, observasi kelas, dan analisis dokumen dianalisis menggunakan model Miles dan Huberman yang meliputi tahapan pengurangan data, penyajian data, dan kesimpulan yang ditarik. Analisis kualitatif ini digunakan untuk memperkuat temuan kuantitatif sambil memberikan pemahaman yang lebih dalam tentang tanggapan siswa terhadap penilaian berbasis STEAM yang dikembangkan.

<b>Jenis Analisis</b>	<b>Sumber Data</b>	<b>Teknik Analitis</b>	<b>Tujuan</b>
<b>Kuantitatif</b>	Tes dan kuesioner	Statistik deskriptif, tes normalitas (Kolmogorov–Smirnov), uji Mann–Whitney U, Keandalan (Cronbach's Alpha), validitas, daya pembeda, dan indeks kesulitan	Menilai keandalan instrumen dan perbedaan hasil belajar antar kelompok
<b>Kualitatif</b>	Wawancara, catatan lapangan, dokumen	Miles & Huberman (Pengurangan Data, Presentasi Data, Menarik Kesimpulan)	Mengeksplorasi persepsi ahli dan pelajar tentang penilaian berbasis penilaian STEAM

## **Pengukuran**

Bagian pengukuran dalam penelitian ini disusun dengan mengacu pada berbagai kajian sebelumnya yang relevan, baik dalam konteks pengembangan penilaian pembelajaran matematika maupun penerapan pendekatan STEAM. Secara umum, penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa penilaian yang dirancang secara kontekstual, formatif, dan berbasis proyek dapat meningkatkan literasi matematika dan ketahanan belajar siswa. Pendekatan ini juga telah terbukti mendorong keterlibatan aktif dan keterampilan berpikir tingkat tinggi melalui kegiatan pemecahan masalah yang bermakna.

Dalam penelitian ini, penilaian yang dikembangkan mengintegrasikan prinsip-prinsip pembelajaran berbasis STEAM dengan fokus pada peningkatan literasi matematika dan ketahanan belajar siswa sekolah menengah. Model ini mengadaptasi temuan Jamil & Khusna (2021) Tentang Penilai Kontekstual, Barnes & Marks (2020) tentang efektivitas penilaian formatif, serta Rahim et al. (2024) dan Mahmudah et al. (n.d.) yang menekankan efektivitas pendekatan STEAM terhadap motivasi dan hasil pembelajaran. Dengan demikian, pengembangan penilaian dalam penelitian ini menekankan pada keseimbangan antara aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik, serta integrasi disiplin interdisipliner yang menjadi karakteristik utama dari pendekatan STEAM.

## Bias Metode Umum

Untuk memastikan bahwa data yang dikumpulkan bebas dari potensi Common Method Bias (CMB) dan multikolinearitas, penelitian ini melakukan pengujian menggunakan Variance Inflation Factor (VIF) melalui program SPSS 22. Tes ini dilakukan pada semua variabel utama yaitu literasi matematika, ketahanan belajar, dan penilaian pembelajaran berbasis STEAM. Menurut kriteria yang dinyatakan oleh Hair et al. (2021) dan Kock (2015), indikasi multikolinearitas atau CMB dapat diabaikan jika nilai VIF di bawah 3,3.

Hasil analisis menunjukkan bahwa semua nilai VIF berada di kisaran 1,02–2,47, sehingga tidak ada masalah serius terkait multikolinearitas atau CMB dalam data penelitian ini. Dengan demikian, hubungan antara variabel yang diuji dalam model dapat ditafsirkan secara valid tanpa pengaruh yang signifikan dari kesamaan sumber data atau bias metode umum.

Variabel	VIF	Remarks
Literasi Matematika	1,24	Multikolinearitas tidak terjadi
Ketahanan Belajar	1,65	Multikolinearitas tidak terjadi
Penilaian STEAM	2,47	Multikolinearitas tidak terjadi

## Analisis dan Hasil

### A. Deskripsi Data

#### 1. Pengembangan Penilaian Pembelajaran Matematika Berbasis STEAM

Penelitian ini menghasilkan produk berupa instrumen penilaian pembelajaran matematika berbasis STEAM yang terdiri dari tes awal/prasyarat, Lembar Kerja Mahasiswa (LKPD), penilaian diri, penilaian kinerja, dan tes literasi matematika. Pengembangan instrumen dilakukan dengan menggunakan model penelitian dan pengembangan Borg & Gall yang melalui beberapa tahapan sistematis, yaitu identifikasi masalah, perencanaan, pengembangan awal, uji terbatas, revisi produk, uji coba lapangan, revisi akhir, dan diseminasi.

##### a. Identifikasi Masalah

Tahap identifikasi masalah dilakukan melalui wawancara mendalam dengan lima narasumber yang terdiri dari satu staf kurikulum, satu guru matematika, dan tiga guru kompetensi keterampilan. Hasil wawancara menunjukkan bahwa pemahaman guru terhadap konsep penilaian masih beragam. Beberapa guru memandang penilaian sebagai alat evaluasi kognitif, sementara yang lain telah memahami penilaian secara lebih komprehensif termasuk aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik.

Selain itu, ditemukan bahwa praktik penilaian dalam pembelajaran matematika masih didominasi oleh tes tertulis, sedangkan pada mata pelajaran kompetensi keterampilan telah digunakan berbagai teknik penilaian yang lebih otentik. Dari segi kebutuhan, semua guru sepakat bahwa matematika memiliki peran penting dalam menunjang kompetensi



1	responden 1	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
2	responden 2	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	
3	responden 3	4	3	4	4	3	4	3	4	5	3	3	3	3	4	4	4	
4	responden 4	4	3	3	4	3	4	3	4	5	3	3	3	3	4	5	4	
5	responden5	5	5	4	4	3	4	3	3	4	3	3	3	3	5	5	4	
6	responden6	5	5	3	4	3	5	4	4	5	3	4	4	4	4	4	4	
average		4,2	4,0	3,7	4,2	3,3	4,2	3,5	3,8	4,5	3,3	3,3	3,3	3,3	3,5	4,2	4,3	4,0

Secara umum, skor rata-rata pada aspek kelayakan menunjukkan bahwa LKPD memenuhi kriteria kelayakan untuk semua komponen yang diukur. Aspek kelayakan konten memperoleh skor rata-rata pada kategori unggul, menunjukkan kesesuaian dengan tujuan pembelajaran. Aspek bahasa berada dalam kategori layak, yang menunjukkan bahwa penggunaan bahasa jelas dan komunikatif. Aspek presentasi dan grafis juga termasuk dalam kategori layak. Sementara itu, aspek pengembangan literasi matematika memperoleh nilai rata-rata tertinggi dan masuk dalam kategori sangat layak.

### Revisi Produk Awal

Berdasarkan hasil uji coba terbatas, beberapa perbaikan dilakukan pada instrumen penilaian. Dalam pelaksanaan tes/prasyarat awal yang sebelumnya dilakukan secara daring menggunakan Google Form dalam waktu 30 menit, ditemukan bahwa beberapa siswa cenderung memilih jawaban tanpa menyertakan langkah-langkah penyelesaian, terutama pada pertanyaan dengan tingkat kesulitan yang tinggi.

Untuk mengatasi hal tersebut, format tes diubah menjadi berbasis kertas dengan penyajian soal berupa kolom yang dilengkapi dengan ruang untuk menuliskan langkah-langkah penyelesaian, tanpa mengubah alokasi waktu pekerjaan.

Selain itu, pada instrumen uji literasi matematika, terdapat beberapa bagian pertanyaan yang tidak menyajikan data lengkap. Oleh karena itu, dilakukan revisi pada item pertanyaan untuk memastikan kejelasan dan kelengkapan informasi yang diperlukan untuk memecahkan masalah.

### Uji Coba Lapangan

Instrumen penilaian yang direvisi kemudian diimplementasikan pada tahap uji coba lapangan di kelas percobaan. Subjek penelitian terdiri dari 33 siswa.

Pada pertemuan awal, siswa diberikan tes awal/prasyarat dengan durasi 30 menit tanpa menggunakan alat bantu perhitungan. Hasil tes awal disajikan pada Tabel 4.7.

	N	minimum	maximum	mean	Std.Deviation
Total_skor	33	0	19	5.94	4.987
Valid N(listwise)	33				

Berdasarkan tabel, skor minimum yang diperoleh adalah 0, sedangkan skor maksimal adalah 19, dengan skor rata-rata 5,94 dan standar deviasi 4,987.

Distribusi jawaban siswa menunjukkan bahwa beberapa pertanyaan tidak terjawab atau dijawab tidak lengkap. Beberapa siswa hanya memilih jawaban tanpa menyertakan langkah-langkah penyelesaian.

### **Implementasi LKPD Berbasis STEAM**

Pada tahap pelaksanaan, LKPD dilaksanakan melalui pembelajaran berbasis kelompok yang terdiri dari 2-4 siswa. LKPD pertama diberikan dalam format digital (PDF), dan mahasiswa diminta untuk menyelesaikan tugas secara kolaboratif dalam waktu 60 menit dengan menuliskan hasil diskusi di buku masing-masing.

Berdasarkan catatan lapangan, penggunaan format digital tidak optimal karena sebagian besar waktu pembelajaran digunakan untuk diskusi dan penyusunan format jawaban. Oleh karena itu, pada pertemuan berikutnya, LKPD disampaikan dalam bentuk lembaran cetak untuk masing-masing kelompok.

Dalam pelaksanaan LKPD berbasis *penilaian kinerja*, dilakukan kolaborasi dengan guru kompetensi ahli. Hal ini diperlukan untuk mendukung proses penggunaan alat dan bahan praktis dan memastikan bahwa penerapan konsep elektronik dilakukan dengan tepat.

Siswa menggunakan berbagai media untuk memvisualisasikan hasil pekerjaan mereka, seperti diagram dan representasi visual lainnya. Selain itu, dalam kegiatan analisis deret sederhana yang terkait dengan konsep baris angka, siswa mengamati perubahan kondisi sirkuit berdasarkan variasi arus listrik.

Namun, ada beberapa kendala selama pelaksanaan, antara lain terbatasnya jumlah alat latihan yang menyebabkan mahasiswa menunggu gilirannya, serta adanya komponen yang tidak berfungsi secara maksimal.

Dalam kegiatan tindak lanjut, siswa diminta untuk merancang rangkaian sederhana (flip-flop) dalam kelompok. Sebelum berlatih, siswa mencari referensi berupa video tutorial, kemudian menyusun daftar kebutuhan komponen dan melaporkannya kepada guru. Setelah seri selesai, siswa diberi kesempatan untuk mengembangkan variasi desain secara kreatif.

### **A.3. Hasil Analisis Literasi Matematika Siswa**

Analisis literasi matematika siswa dilakukan untuk mendeskripsikan pencapaian kemampuan pada kelas eksperimen yang menggunakan penilaian berbasis STEAM dan kelas kontrol yang menggunakan pembelajaran konvensional. Hasil analisis disajikan dalam bentuk statistik inferensial, capaian indikator literasi matematika, dan uraian hasil kerja siswa.

### **Uji Normalitas dan Uji Perbedaan**

Tes normalitas dilakukan pada data pra-tes dan pasca-tes di kedua kelompok menggunakan tes Kolmogorov-Smirnov dan Shapiro-Wilk. Rekapitulasi hasil uji normalitas disajikan pada Tabel 4.8.

Kelas	Sig.(Kolmogorv-Smirnov)		Shapiro-Wilk	
	Pretest	Post-test	Pretest	Post-test
Eksperimen	0,032	0,200	0,003	0,855
Kontrol	<0,001	0,005	0,001	0,007

Hasil pengujian menunjukkan bahwa data pretest pada kedua kelompok dan data post-test pada kelas kontrol tidak terdistribusi secara normal ( $p < 0,05$ ), sedangkan data post-test pada kelas eksperimen terdistribusi secara normal ( $p > 0,05$ ).

Berdasarkan kondisi tersebut, analisis perbedaan dilakukan dengan menggunakan uji non-parametrik Mann-Whitney U. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada tahap pretest diperoleh nilai Asymp. Sig. (2-tailed) sebesar 0,733 ( $p > 0,05$ ), yang menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok dalam kondisi awal.

Pada tahap pasca-tes, Asymp. Sig. (2-tailed)  $< 0,001$  ( $p < 0,05$ ), yang menunjukkan perbedaan hasil literasi matematika antara kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Hasil uji Mann-Whitney U pada data pasca-uji disajikan pada Tabel 4.9. Peringkat rata-rata kelas eksperimen adalah 44,82, lebih tinggi dari kelas kontrol 23,50. Jumlah peringkat di kelas eksperimental juga lebih besar daripada kelas kontrol.

Groups		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Nilai_post-test	Eksperimen	33	44.82	1479.00
	Kontrol	34	23.50	799.00
	Total	67		

Hasil tersebut menunjukkan bahwa terdapat perbedaan pencapaian literasi matematika antara kedua kelompok berdasarkan distribusi peringkat nilai.

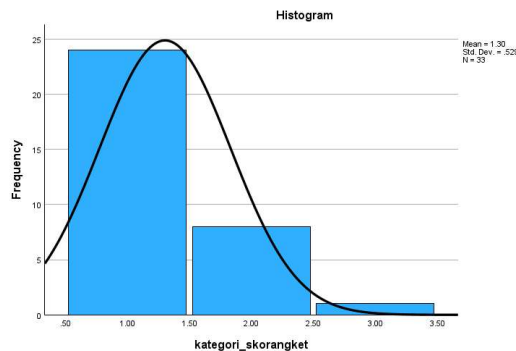
Untuk melengkapi hasil kuantitatif, dilakukan analisis hasil kerja siswa pada tes literasi matematika dengan membandingkan jawaban antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol berdasarkan beberapa indikator. Dalam indikator matematika, siswa dari kedua kelompok secara umum dapat mengidentifikasi informasi yang diketahui dan ditanyakan serta menentukan model atau rumus yang relevan. Namun, pada kelas kontrol, masih ditemukan kesalahan pada operasi bilangan desimal, terutama pada proses pembagian, yang berdampak pada ketidakakuratan hasil akhir.

Dalam indikator strategi pemecahan masalah, siswa kelas eksperimental cenderung menggunakan pendekatan berbasis pola dengan mengidentifikasi keteraturan data, sedangkan kelas kontrol menggunakan pendekatan yang lebih prosedural tanpa secara eksplisit mengaitkannya dengan konsep matematika. Pada indikator penerapan konsep, terutama dalam penggunaan sifat-sifat bilangan peringkat dan konversi satuan, siswa kelas eksperimen

menunjukkan akurasi yang lebih konsisten, sedangkan pada kelas kontrol masih terdapat ketidakakuratan dalam proses konversi yang mempengaruhi hasil perhitungan.

#### A.4. Hasil Analisis Ketahanan Belajar Siswa

Analisis ketahanan belajar siswa dilakukan berdasarkan hasil kuesioner yang telah dikonversi menggunakan metode *Method of Successive Interval* (MSI) untuk memperoleh data dalam skala interval. Subjek analisis terdiri dari 33 siswa di kelas eksperimen. Hasil pengolahan data disajikan dalam bentuk statistik deskriptif dan distribusi kategori ketahanan pembelajaran.



#### A.5. Hasil Analisis Korelasi Literasi Matematika dan Ketahanan Belajar

Analisis hubungan antara literasi matematika dengan ketahanan belajar siswa dilakukan dengan menggunakan tes korelasi Pearson. Data yang digunakan adalah hasil nilai kuesioner literasi matematika dan ketahanan belajar pada kelas eksperimen dengan sampel 33 siswa.

Hasil analisis korelasi disajikan pada Tabel 4.11.

		total_skor	tes_literasimath
total_skor	Pearson Correlation	1	-.265
	Sig(2-tailed)		.136
	N	33	33
tes-literasimath	Pearson Correlation	-.265	1
	Sig(2-tailed)	.136	
	N	33	33

Berdasarkan tabel diperoleh nilai koefisien korelasi  $-0,265$  dengan nilai signifikansi  $-0,265$   $0,136$  ( $p > 0,05$ ).

#### A.6. Hasil Efektivitas Penilaian Pembelajaran Matematika Berbasis STEAM

Efektivitas penilaian pembelajaran matematika berbasis STEAM dianalisis menggunakan pengukuran *ukuran efek* berdasarkan hasil uji nonparametrik Mann-Whitney U..

Hasil perhitungan disajikan pada Tabel 4.12.

Mann-Whitney U	204.000
Wilcoxon W	799.000
Z	-4.484
Asymp.Sig.(2-tailed)	<.001
r	0,5606

Berdasarkan hasil perhitungan, nilai *ukuran efek* ( $r$ ) 0,5606.

Efektivitas penilaian pembelajaran matematika berbasis STEAM dalam penelitian ini ditinjau berdasarkan beberapa indikator, yaitu validitas, kelayakan, dan kemampuan instrumen dalam memberikan gambaran tentang capaian literasi matematika dan ketahanan belajar siswa.

Rekapitulasi pencapaian indikator efektivitas disajikan pada Tabel X.

Tabel X. Rekapitulasi Indikator Efektivitas Penilaian

Indikator Efektivitas	Kriteria	Prestasi
Validitas ahli	Valid / sangat valid	...
Eligibility for use	Layak / sangat layak	...
Pengukuran literasi matematika	...	Tercapai
Pengukuran ketahanan pembelajaran	...	Tercapai

Berdasarkan rekapitulasi, penilaian pembelajaran matematika berbasis STEAM memenuhi kriteria efektivitas yang telah ditetapkan.

## Pembahasan

### B.1. Kelayakan Penilaian Pembelajaran Matematika Berbasis STEAM

Kelayakan penilaian pembelajaran matematika berbasis STEAM dalam penelitian ini ditunjukkan melalui hasil validasi ahli dan tanggapan pengguna yang menempatkan instrumen dalam kategori layak hingga sangat layak. Kelayakan tersebut tidak hanya mencerminkan kesesuaian aspek konten, bahasa, presentasi, dan grafis, tetapi juga menunjukkan bahwa instrumen tersebut mampu mengakomodasi pengukuran kemampuan literasi matematika dan aspek non-kognitif siswa. Temuan ini menunjukkan bahwa penilaian yang dikembangkan telah memenuhi standar mutu instrumen pembelajaran, baik dari segi konstruksi maupun penerapan dalam konteks pembelajaran vokasi.

Secara teoritis, kelayakan ini sejalan dengan prinsip penilaian otentik yang menekankan hubungan antara tugas penilaian dengan situasi dunia nyata. Penilaian tidak hanya berfungsi sebagai alat untuk mengevaluasi *hasil belajar*, tetapi juga sebagai sarana untuk mendukung proses pembelajaran (*assessment for learning*) dan mengembangkan keterampilan refleksi diri siswa (*assessment as learning*). Integrasi ketiga fungsi tersebut sejalan dengan *kerangka penilaian berorientasi belajar mandiri* yang menempatkan siswa sebagai mata pelajaran aktif dalam proses pembelajaran. Dalam konteks ini, adanya tes awal, LKPD berbasis kinerja, dan penilaian mandiri memungkinkan penilaian berperan sebagai alat diagnostik sekaligus fasilitator pembelajaran berkelanjutan.

Selain itu, kelayakan penilaian juga didukung oleh karakteristik pendekatan STEAM yang mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu dalam satu konteks pembelajaran yang bermakna. Pengembangan instrumen yang menghubungkan konsep matematika dengan konteks sains, teknologi, dan teknik memberikan kesempatan bagi siswa untuk memahami konsep dengan cara yang lebih aplikatif. Hal ini sejalan dengan pandangan bahwa pendekatan STEAM tidak hanya mengintegrasikan konten, tetapi juga mendorong keterampilan berpikir tingkat tinggi melalui pemecahan masalah kontekstual. Dengan demikian, penilaian yang dikembangkan tidak terfragmentasi, tetapi mampu mewakili hubungan antar konsep dengan lebih lengkap.

Temuan penelitian ini juga konsisten dengan hasil penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa penilaian berbasis konteks dan kinerja memiliki tingkat kelayakan yang tinggi dalam mendukung pembelajaran matematika. Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa siswa dengan kemampuan matematika yang lebih tinggi cenderung lebih mampu mengatur informasi dan menerapkan strategi pemecahan masalah secara sistematis, sedangkan siswa dengan kemampuan rendah sering mengalami kesulitan dalam menyelesaikan tahapan pemecahan masalah yang lengkap. Dalam konteks ini, pengembangan asesmen berbasis STEAM memberikan ruang bagi siswa untuk mengembangkan strategi berpikir dan keterlibatan dalam proses pembelajaran, sehingga instrumen yang dihasilkan tidak hanya layak secara teknis, tetapi juga relevan secara pedagogis.

Secara keseluruhan, kelayakan penilaian pembelajaran matematika berbasis STEAM dalam penelitian ini tidak hanya berdasarkan hasil validasi, tetapi juga pada kesesuaiannya dengan prinsip penilaian modern dan karakteristik pembelajaran kontekstual. Instrumen yang dikembangkan mampu mengintegrasikan aspek kognitif dan non-kognitif serta memberikan dukungan untuk proses pembelajaran yang lebih bermakna.

## **B.2. Implikasi Penilaian Berbasis STEAM terhadap Literasi Matematika**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan prestasi literasi matematika antara siswa yang mengikuti pembelajaran dengan penilaian berbasis STEAM dan pembelajaran konvensional. Temuan ini sejalan dengan kerangka literasi matematika yang menekankan kemampuan siswa dalam merumuskan, menerapkan, dan menafsirkan matematika dalam berbagai konteks. Pencapaian dalam indikator matematis, strategi pemecahan masalah, dan penerapan konsep menunjukkan bahwa siswa tidak hanya memahami prosedur, tetapi juga mampu menghubungkan konsep dengan situasi yang lebih kontekstual. Hal ini menunjukkan bahwa penilaian yang dirancang secara kontekstual dapat memfasilitasi pengembangan literasi matematika sesuai dengan tuntutan kompetensi abad ke-21.

Dari perspektif pembelajaran, temuan ini memperkuat pandangan bahwa pengembangan literasi matematika membutuhkan pendekatan yang berpusat pada siswa dan pemecahan masalah. Strategi pembelajaran yang memberikan ruang untuk eksplorasi, analisis, dan refleksi telah terbukti mendukung keterlibatan kognitif siswa secara lebih mendalam. Hal ini sejalan dengan temuan Zhang (2024) yang menekankan bahwa peningkatan literasi matematika bergantung pada kejelasan tujuan pembelajaran, penguatan keterampilan berpikir tingkat tinggi, dan penggunaan konteks nyata dalam pembelajaran matematika.

Peran pendekatan STEAM dalam penelitian ini dapat dilihat dalam penyajian konteks pembelajaran yang mengintegrasikan konsep matematika dengan bidang sains, teknologi, dan teknik. Integrasi ini memungkinkan siswa untuk memahami konsep matematika dengan cara yang lebih aplikatif dan bermakna. Selain itu, penggunaan tugas berbasis kinerja di LKPD memberikan kesempatan bagi mahasiswa untuk mengembangkan strategi pemecahan masalah melalui kegiatan yang menyerupai situasi nyata. Temuan ini sejalan dengan penelitian Supianti et al. (2025) yang menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis STEAM mampu mendukung pengembangan literasi matematika serta keterampilan kolaborasi, komunikasi, dan tanggung jawab.

Selain itu, penilaian berbasis STEAM dalam penelitian ini juga berfungsi sebagai alat diagnostik yang membantu mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan siswa dalam literasi matematika. Hal ini sejalan dengan pandangan Su et al. (2021) yang menekankan pentingnya sistem evaluasi yang berfokus pada literasi inti dalam pendidikan STEAM. Melalui asesmen terintegrasi, guru dapat memperoleh informasi yang lebih komprehensif untuk merancang pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan siswa. Dengan demikian, implikasi dari temuan penelitian ini tidak hanya sebatas pada peningkatan capaian literasi matematika, tetapi juga untuk memperkuat peran penilaian sebagai bagian integral dari proses pembelajaran yang bermakna.

### **B.3. Ketahanan Belajar dalam Pembelajaran Matematika Berbasis STEAM**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa profil ketahanan belajar siswa di kelas eksperimen masih didominasi oleh kategori rendah. Kondisi ini dapat dipahami melalui karakteristik indikator ketahanan belajar yang meliputi sikap terhadap matematika sebagai pembelajaran yang berharga, kesadaran akan pentingnya usaha dalam belajar, kepercayaan diri terhadap kemampuan diri, dan respons terhadap kesulitan yang dihadapi. Rendahnya prestasi pada indikator ini menunjukkan bahwa sebagian besar siswa tidak memiliki kesiapan afektif yang memadai untuk menghadapi tantangan pembelajaran matematika. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa ketahanan belajar yang rendah dapat dipengaruhi oleh faktor internal, seperti kepercayaan diri yang rendah, regulasi diri yang belum berkembang, dan munculnya emosi akademik negatif, serta faktor eksternal seperti strategi belajar yang kurang mendukung dan beban kerja yang tidak proporsional.

Dalam konteks pembelajaran berbasis STEAM, profil ketahanan belajar yang rendah dapat dijelaskan sebagai bagian dari proses adaptasi siswa dengan lingkungan belajar yang menuntut keterlibatan aktif dan pemecahan masalah kontekstual. Pendekatan STEAM yang mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu melalui kegiatan otentik dan berbasis kinerja mengharuskan mahasiswa untuk lebih mandiri, kolaboratif, dan reflektif. Bagi pelajar yang tidak terbiasa dengan pendekatan, tuntutan ini dapat menjadi tantangan yang memengaruhi ketahanan belajar mereka. Namun, secara konseptual, pendekatan STEAM berpotensi mengembangkan ketahanan belajar melalui penyediaan pengalaman belajar yang bermakna, mendorong kreativitas, dan memperkuat pemikiran kritis dan keterampilan pemecahan masalah.

Selain itu, pembelajaran kontekstual dan otentik yang diterapkan dalam penilaian berbasis STEAM memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk menghubungkan konsep matematika dengan situasi kehidupan nyata. Keterlibatan dalam tugas-tugas yang relevan dengan kehidupan sehari-hari dapat meningkatkan persepsi tentang makna pembelajaran matematika. Hal ini sejalan dengan temuan Yuen (2023) yang menyatakan bahwa integrasi STEAM dengan pendekatan pembelajaran positif dapat mendukung pengembangan ketahanan belajar melalui peningkatan motivasi, kolaborasi, dan *growth mindset*. Dengan demikian, meskipun profil ketahanan belajar dalam penelitian ini masih relatif rendah, namun pendekatan yang digunakan telah memberikan landasan potensial bagi pengembangan ketahanan belajar dalam jangka panjang.

## **Conclusion**

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan memvalidasi model penilaian matematika berbasis STEAM untuk meningkatkan literasi matematika siswa SMK vokasi. Temuan menunjukkan bahwa penilaian yang dikembangkan memenuhi kriteria validitas dan kelayakan berdasarkan penilaian ahli dan implementasi lapangan. Selain itu, penilaian memberikan informasi yang bermakna mengenai literasi matematika dan ketahanan belajar siswa, mendukung fungsinya sebagai alat penilaian berbasis bukti dalam pembelajaran matematika.

Hasilnya lebih lanjut menunjukkan bahwa siswa yang terlibat dengan penilaian berbasis STEAM menunjukkan kinerja literasi matematika yang berbeda dibandingkan dengan mereka yang berada dalam pengaturan pembelajaran konvensional. Ini menunjukkan bahwa mengintegrasikan tugas kontekstual dan interdisipliner dalam penilaian dapat mendukung kemampuan siswa untuk merumuskan, menerapkan, dan menafsirkan konsep matematika. Sementara itu, ketahanan belajar siswa ditemukan sebagian besar dalam kategori rendah, menunjukkan bahwa aspek afektif pembelajaran masih membutuhkan perhatian lebih lanjut dalam desain instruksional.

Secara keseluruhan, penelitian ini berkontribusi pada pengembangan praktik penilaian otentik dan berbasis konteks dalam pendidikan matematika kejuruan dengan mengintegrasikan prinsip-prinsip STEAM ke dalam desain penilaian. Temuan ini menyoroti pentingnya menyelaraskan penilaian dengan konteks dunia nyata untuk mendukung pengembangan literasi matematika. Penelitian di masa depan direkomendasikan untuk memperluas implementasi di berbagai konteks dan untuk mengeksplorasi lebih lanjut strategi untuk memperkuat ketahanan belajar siswa dalam lingkungan belajar berbasis STEAM.

## **Referensi**

- Barnes, A., & Marks, R. (2020). Formative assessment in mathematics education. In *Debates in Mathematics Education* (pp. 243–255). Routledge.  
<https://doi.org/10.4324/9780429021015-19>
- Beccuti, F. (2024). Meaning and subjectivity in the PISA mathematics frameworks: a sociological approach. *Educational Studies in Mathematics*, 116(1), 49–65.  
<https://doi.org/10.1007/s10649-023-10296-z>

- Belbase, S., Mainali, B. R., Kasemsukpipat, W., Tairab, H., Gochoo, M., & Jarrah, A. (2022). At the dawn of science, technology, engineering, arts, and mathematics (STEAM) education: prospects, priorities, processes, and problems. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 53(11), 2919–2955. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2021.1922943>
- Denischeva, L. O., Savintseva, N. V., Safuanov, I. S., Ushakov, A. V., Chugunov, V. A., & Semenyachenko, Y. A. (2021). Peculiarities of formation and assessment of schoolchildren's mathematical literacy. *Science for Education Today*, 11(4), 113–135. <https://doi.org/10.15293/2658-6762.2104.06>
- Firmansyah, E., & Mubarika, M. P. (2019). Ketangguhan Belajar Matematika Siswa Madrasah Aliyah. *JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)*, 3(2), 316. <https://doi.org/10.33603/jnpm.v3i2.2431>
- Halisna, M. I. M., Sunismi, S., & Fuady, A. (2024). Mathematical resilience and learning climate in view of learning style: The impact of improving mathematical reasoning in vocational schools. *Psychology, Evaluation, and Technology in Educational Research*, 7(1), 32–52. <https://doi.org/10.33292/petier.v7i1.240>
- Hanifah, M. N., & Fatmahanik, U. (2023). Students' Learning Difficulties in Learning Mathematics in View of Mathematical Resilience. *Syekh Nurjati International Conference on Elementary Education*, 1(0), 277. <https://doi.org/10.24235/sicee.v1i0.14631>
- Herman, H. (2024). Education and Motivation as Catalysts for Success: Examining Their Impact on Women's Workplace Performance. *Pakistan Journal of Life and Social Sciences (PJLSS)*, 22(2). <https://doi.org/10.57239/PJLSS-2024-22.2.001070>
- Hutauruk, A. J. B., & Priatna, N. (2017). Mathematical Resilience of Mathematics Education Students. *Journal of Physics: Conference Series*, 895, 012067. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/895/1/012067>
- Jamil, A. F., & Khusna, A. H. (2021). Pengembangan Asesmen Berorientasi Kontekstual Untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Matematis Dan Numerasi Mahasiswa. *Jurnal Ilmiah Mandala Education*, 7(4). <https://doi.org/10.58258/jime.v7i4.2385>
- Kertiyani, N. M. I., & Oktavihari, D. (2025). Enhancing Vocational Students Critical Thinking Skill on Math Logic. *Griya Journal of Mathematics Education and Application*, 5(1), 55–64. <https://doi.org/10.29303/griya.v5i1.542>
- Lang, Y., Gong, S., Hu, X., Xiao, B., Wang, Y., & Jiang, T. (2024). The Roles of Pedagogical Agent's Emotional Support: Dynamics Between Emotions and Learning Strategies in Multimedia Learning. *Journal of Educational Computing Research*, 62(7), 1485–1516. <https://doi.org/10.1177/07356331241263598>
- Masruroh, A. A., Oktaviani, R., Kulsum, S. I., & Afrilianto, M. (2020). Learning Mathematics with Contextual Approach to Improve Outcomes Learning Maths in

Vocational High School. *JTAM | Jurnal Teori Dan Aplikasi Matematika*, 4(1), 56.  
<https://doi.org/10.31764/jtam.v4i1.1870>

- McKinney, J. D., Montague, M., & Hocutt, A. M. (1993). Educational Assessment of Students with Attention Deficit Disorder. *Exceptional Children*, 60(2), 125–131.  
<https://doi.org/10.1177/001440299306000206>
- Muhrman, K. (2022). How can students in vocational education be motivated to learn mathematics? *Nordic Journal of Vocational Education and Training*, 12(3), 47–70.  
<https://doi.org/10.3384/njvet.2242-458X.2212347>
- OECD. (2019). *PISA 2012 Assessment and Analytical Framework: Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy*, Paris: OECD Publisher.
- Pratiwi, Y., Kusno, K., & Subekti, F. E. (2025). Mathematical Literacy Problems in Exponential Material Based on Vocational Students' Self-Regulated Learning. *Jurnal Pendidikan Matematika (JUPITEK)*, 8(1), 17–34.  
<https://doi.org/10.30598/jupitekvol8iss1pp17-34>
- Priyanto, A., Hartoyo, A., & Noviani, E. (2024). Pengembangan Asesmen Pembelajaran Matematika untuk Menguji Kemampuan Bernalar Kritis dan Kreatif Siswa Sekolah Menengah Atas. *Journal of Education Research*, 5(2), 1139–1146.  
<https://doi.org/10.37985/jer.v5i2.975>
- Rahim, B., Ambiyar, A., Waskito, W., Fortuna, A., Prasetya, F., Andriani, C., Andriani, W., Sulaimon, J., Abbasinia, S., Luthfi, A., & Salman, A. (2024). Effectiveness of Project-Based Learning in Metal Welding Technology Course with STEAM Approach in Vocational Education. *TEM Journal*, 1481–1492. <https://doi.org/10.18421/TEM132-62>
- Setiawan, A., . W., Wijayanti, K., . M., & Bishtawi, H. O. (2024). The Mathematical Literacy Process Based on The Students' Mathematical Resilience. *Journal of Ecohumanism*, 3(7), 2824–2841. <https://doi.org/10.62754/joe.v3i7.4420>
- Suurtamm, C., Thompson, D. R., Kim, R. Y., Moreno, L. D., Sayac, N., Schukajlow, S., Silver, E., Ufer, S., & Vos, P. (2016). *Assessment in Mathematics Education*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-32394-7>
- Voss, R., Lynch, J., & Herbert, S. (2023). Teacher concerns about competency-based mathematics education in a rural Australian VET institution. *Journal of Vocational Education & Training*, 75(5), 867–889. <https://doi.org/10.1080/13636820.2021.1975799>