



Pengembangan Modul Elektronik Berbasis PjBL-STEM dengan Bantuan Film Animasi untuk Meningkatkan Minat Belajar Matematika Siswa SMA

Frisky Rapika Dwi¹⁾, Feri Tiona Pasaribu^{1),*}, Yelli Ramalisa¹⁾

¹⁾Program Studi Pendidikan Matematika, FKIP, Universitas Jambi

*Corresponding Author: feri.tiona@unja.ac.id

Abstrak: Keinginan yang kuat untuk belajar merupakan komponen kunci pembelajaran yang efektif. Minat belajar dapat ditingkatkan melalui pemilihan bahan ajar yang berbasis model pembelajaran yang sesuai. Penelitian ini memiliki tujuan untuk menggambarkan kualitas modul elektronik berbasis PjBL-STEM yang menggunakan film animasi dalam meningkatkan minat siswa pada pembelajaran matematika, hal ini ditinjau melalui kriteria valid, praktis dan efektif. Model yang digunakan dalam penelitian pengembangan ini adalah model ADDIE yang memiliki lima tahapan pengembangan yaitu *analyze, design, develop, implement, evaluate*. Subjek yang digunakan dalam penelitian ini adalah ahli materi dan desain serta guru matematika dan siswa SMA Negeri 4 Tanjung Jabung Barat pada uji perorangan, uji kelompok kecil dan lapangan. Angket minat belajar matematika, angket efektivitas, angket praktikalitas, dan angket validasi materi dan desain merupakan alat penelitian yang digunakan. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini yaitu sebesar 96,25% dan 92,5% dari ahli materi dan ahli desain menilai modul elektronik “sangat valid”, selanjutnya 97,5% guru dan 95,07% siswa menilai modul elektronik “sangat praktis”, 89,73% siswa menilai modul elektronik “sangat efektif”, dan hasil angket minat belajar matematika 80,59% tergolong “tinggi”. Dengan demikian dapat disimpulkan, modul elektronik yang dihasilkan efektif, praktis dan valid, sehingga cocok dan layak untuk tujuan pedagogi.

Kata Kunci: Minat Belajar, Modul Elektronik, PjBL-STEM

PENDAHULUAN

Ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) abad ke-21 di Indonesia saat ini mengalami kemajuan yang pesat. Kemajuan IPTEK sangat menunjang kebutuhan manusia di berbagai bidang kehidupan. Namun, untuk mengimbangi pesatnya kemajuan IPTEK diperlukan keterampilan yang mendukung dan memadai (Brears et al., 2011). Untuk menciptakan keterampilan yang memadai, pendidikan 4.0 berperan penting dalam memperoleh keterampilan, kompetensi dan pengetahuan untuk pembangunan dan pendidikan generasi bangsa (Jedaman et al., 2019). (Eggen & Kauchak, 2012) meyakini bahwa Standar Nasional Pendidikan abad ke-21 adalah proses kegiatan pembelajaran guru dan siswa harus menerapkan teknologi.

Salah satu bidang penting pada pengembangan IPTEK adalah pembelajaran matematika, karena matematika merupakan cikal bakal pendidikan 4.0 (Hikam et al., 2021). Pembelajaran matematika dapat mengembangkan kemampuan dalam memecahkan masalah kompleks yang memerlukan pemikiran logis, kritis, siSTEMatis dan kreatif serta kemampuan berkolaborasi (Handoko, 2017). Oleh sebab itu, siswa memerlukan pemahaman yang kuat tentang matematika sebagai ilmu dasar sebelum mereka dapat melanjutkan ke disiplin ilmu lain dan memperoleh keterampilan dan kemampuan yang sangat diperlukan untuk bersaing dalam kehidupan di abad ke-21.

Faktanya, kemampuan matematika pelajar di Indonesia teridentifikasi masih rendah, mereka hanya mampu mengerjakan tugas dasar matematika. Survei TIMSS tahun 2015 menemukan bahwa, secara global, siswa mendapat nilai 500 dari 1.000, sedangkan siswa di Indonesia rata-rata mendapat nilai 397 (Prastyo, 2020). Rendahnya nilai TIMMS siswa Indonesia menunjukkan bahwa minat belajar matematika siswa relatif rendah. Tidak hanya itu, dilihat dari hasil survei angket minat belajar matematika yang dibagikan oleh peneliti ke siswa kelas XI IPA 2 SMA Negeri 4 Tanjung Jabung Barat, diperoleh bahwa persentase minat siswa dalam belajar matematika tergolong rendah, yaitu 49,4%. Kemudian dalam wawancara siswa terungkap bahwa matematika itu sulit dipahami sehingga membuat mereka kurang tertarik untuk belajar matematika.

Sehubungan dengan hal itu, berdasarkan hasil wawancara bersama guru matematika SMA Negeri 4 Tanjung Jabung Barat, bahwa bahan ajar yang dipergunakan oleh guru hanya memanfaatkan buku paket Matematika kelas XI SMA Kurikulum 2013. Pembelajaran matematika di dalam kelas masih bersifat satu arah, dan materi pembelajaran elektronik belum diterapkan dalam pembelajaran matematika, sehingga tidak ada perbedaan penggunaan materi pembelajaran di dalam kelas. Kegiatan pembelajaran seperti ini tidak dapat mendukung proses pembelajaran aktif, dan juga cukup sulit meningkatkan minat belajar matematika siswa.

Isu-isu di atas menyoroti perlunya alat bantu belajar dan materi pembelajaran baru yang inovatif, kreatif, dan berbasis teknologi yang mendorong pengalaman belajar yang aktif, menyenangkan, dan bermakna sekaligus mendukung permasalahan kontekstual. Oleh karena itu, peneliti melihat adanya kebutuhan untuk membangkitkan minat siswa terhadap matematika dan berupaya untuk memenuhinya melalui penciptaan bahan ajar yang interaktif dan menarik. Mengembangkan bahan ajar dalam bentuk modul elektronik merupakan salah satu pilihan sebagai solusinya.

Modul elektronik disusun secara *siSTEMatis* dengan memecah materi dalam jumlah besar menjadi bagian-bagian terkecil dan lebih mudah dimengerti. Selain itu, dalam bentuk elektronik dengan penggunaan suara, dan navigasi dalam modul memungkinkan siswa untuk belajar sesuai kebutuhannya dan dengan kecepatan mereka sendiri serta di lokasi mana pun ([Armnima et al., 2023](#)). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh ([Martin et al., 2021](#)), pembelajaran dengan bantuan modul elektronik dinyatakan valid, praktis dan efektif untuk digunakan sebagai bahan ajar dalam proses pembelajaran matematika. Kepraktisan modul elektronik terlihat dari respon positif 16 siswa yang memperoleh hasil suara dengan rata-rata 72,21, sedangkan keefektifan modul elektronik ditunjukkan meningkatnya minat belajar siswa setelah belajar menggunakan modul elektronik mencapai hasil sebesar 75% dengan kategori kinerja “sangat baik”.

Modul elektronik yang dikembangkan harus memiliki suatu model pembelajaran terpadu yang dapat memenuhi tujuan pembelajaran itu sendiri. Di sini, paradigma pembelajaran PjBL terintegrasi *STEM* (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) merupakan salah satu model pembelajaran yang dapat digunakan pendidik untuk membangkitkan rasa ingin tahu siswa terhadap matematika dan mendorong mereka untuk melanjutkan studinya. Pembelajaran berbasis proyek di bidang *STEM* berpotensi membangkitkan minat siswa dalam belajar, mengarahkan mereka untuk terlibat dalam pembelajaran yang bermakna, dan memberdayakan mereka untuk memecahkan masalah kehidupan nyata dan melakukan penelitian melalui aktivitas proyek ([Tseng et al., 2013](#)).

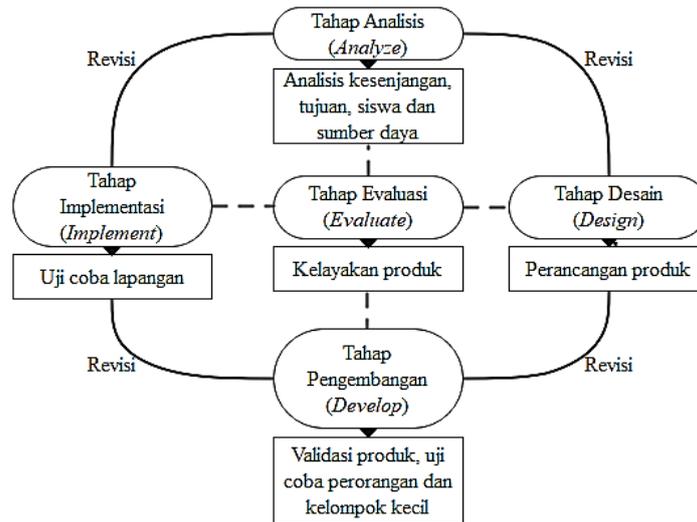
Penggunaan model pembelajaran semakin baik ketika media disertakan dalam proses pembelajaran sehingga lebih menyenangkan. Salah satu media yang menyajikan informasi pembelajaran agar mudah dipahami oleh siswa adalah media pembelajaran audio-visual berupa film animasi. Menurut ([Safitri et al., 2020](#)), film animasi adalah sebagai salah satu jenis seni budaya yang menceritakan sebuah kisah menggunakan rangkaian gambar bergerak untuk mengajarkan sesuatu kepada siswa. Keterlibatan dan keberhasilan siswa dalam proses pembelajaran dapat ditingkatkan dengan penggunaan film animasi di kelas. Sampai saat ini, siswa memiliki ketertarikan yang kuat terhadap film animasi bahkan sangat digemari dikalangan mereka, sehingga pengembangan modul elektronik berbasis PjBL-*STEM* menjadikan siswa paham pembelajaran ketika materi juga disajikan dengan film animasi.

Hal ini didukung oleh hasil penelitian yang dilaksanakan oleh ([Rokhim et al., 2020](#)), berdasarkan hasil uji coba keterbacaan produk yang dilakukan kepada 30 orang siswa SMA diperoleh rata-rata persentase kelayakan sebesar 98,30% dengan kategori “sangat layak”, dan hasil validasi menunjukkan persentase 92,78% sehingga penggunaan bahan ajar berbantuan *flipbook* yang didukung video pembelajaran berbasis pendekatan PjBL-*STEM* sangat cocok digunakan dan mampu memenuhi kebutuhan pembelajaran serta memiliki tingkat pemakaian dengan kelayakan yang tinggi.

Berdasarkan latar belakang penelitian dan tinjauan pustaka sebelumnya, maka perlu dibuat modul elektronik berbasis PjBL-*STEM* menggunakan film animasi untuk meningkatkan minat siswa dalam pembelajaran matematika. Oleh sebab itu, peneliti tertarik dan berinisiatif untuk melakukan penelitian pengembangan yang mengangkat judul “Pengembangan Modul Elektronik Berbasis PjBL-*STEM* dengan Bantuan Film Animasi untuk Meningkatkan Minat Belajar Matematika Siswa SMA”.

METODE

Untuk menarik minat siswa sekolah menengah terhadap matematika, penelitian ini bermaksud untuk mengembangkan sebuah bahan ajar dalam bentuk modul elektronik berbasis PjBL-STEM yang menggunakan film animasi berkualitas sebagai alat pengajaran. Modul elektronik yang dikembangkan harus berkualitas dengan memenuhi kriteria efektif, praktis dan valid (Nieveen et al., 1999). Penelitian dan pengembangan (*research & development (R&D)*), adalah jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini. Berikut adalah Gambar 1 yang merangkum tahapan model pengembangan ADDIE diadaptasi dari (Branch, 2009) yang diterapkan dalam penelitian pengembangan ini.



Gambar 1. Tahapan Model Pengembangan ADDIE

Penelitian ini berlangsung di SMA Negeri 4 Tanjung Jabung Barat Tahun Ajaran 2023/2024 kelas XI semester I dengan materi aplikasi matriks dalam kriptografi. Subjek dalam penelitian pengembangan ini adalah ahli instrumen sebagai validator instrumen, ahli materi dan desain sebagai validator produk, guru matematika pada tahap uji perorangan, 9 siswa yang heterogen dari kelas XI IPA 2 pada tahap uji kelompok kecil yang dipilih secara acak dan berdasarkan hasil diskusi bersama guru matematika kelas XI IPA 2, serta seluruh siswa kelas XI IPA 2 sejumlah 20 orang pada tahap uji lapangan.

Adapun instrumen atau alat pengumpul data yang akan diterapkan pada penelitian pengembangan ini dapat dilihat pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Instrumen Pengumpul Data

No.	Kriteria	Instrumen
1.	Valid	a. Lembar validasi materi modul elektronik b. Lembar validasi desain modul elektronik
2.	Praktis	a. Lembar praktikalitas modul elektronik (angket respon guru saat uji perorangan) b. Lembar praktikalitas modul elektronik (angket respon siswa saat uji kelompok kecil)
3.	Efektif	a. Angket minat belajar matematika siswa b. Lembar efektivitas modul elektronik (angket respon siswa saat uji lapangan)

Peneliti menggunakan metode kuantitatif dan kualitatif untuk menguji data. Setelah produk divalidasi dan diuji, data kuantitatif akan dianalisis menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Sementara itu, pengujian kelayakan produk bergantung pada data kualitatif yang dikumpulkan dari masukan dan perbaikan yang dilakukan selama pengembangan, dengan penghitungan data kuantitatif menghasilkan data kualitatif yang kemudian digunakan untuk menarik kesimpulan.

Analisis data kuantitatif diukur dengan menggunakan skala *likert* yang diadaptasi dari (Sugiyono, 2015) dengan kategori penskoran pada angket sebagai berikut:

Tabel 2. Skala Penskoran Skala *Likert* (Sugiyono, 2015)

Skor	Kategori
5	Sangat Setuju (SS)
4	Setuju (S)
3	Ragu-ragu (R)
2	Tidak Setuju (TS)
1	Sangat Tidak Setuju (STS)

Data hasil penelitian oleh ahli materi dan ahli media dianalisis dengan menggunakan rumus tingkat kevalidan berikut:

$$Vs = \frac{\sum X}{\sum n} \times 100\% \text{ (Akbar, 2013)}$$

Keterangan:

Vs = Persentase validitas

$\sum X$ = Total skor butir penilaian yang diperoleh dari validator

$\sum n$ = Total skor maksimal

Selanjutnya hasil persentase yang diperoleh ditafsirkan ke dalam tabel 3 berikut:

Tabel 3. Kriteria Persentase Kevalidan (Akbar, 2013)

Tingkat Kevalidan (%)	Kriteria
$81 \leq Vs \leq 100$	Sangat valid
$61 \leq Vs \leq 80$	Valid
$41 \leq Vs \leq 60$	Kurang valid
$21 \leq Vs \leq 40$	Tidak valid
$0 \leq Vs \leq 20$	Sangat Tidak valid

Data hasil penilaian oleh guru dan siswa dianalisis dengan menggunakan rumus tingkat kepraktisan berikut:

$$Vp = \frac{\sum X}{\sum n} \times 100\% \text{ (Akbar, 2013)}$$

Keterangan:

Vp = Persentase kepraktisan

$\sum X$ = Total skor tiap pernyataan yang diperoleh dari responden

$\sum n$ = Total skor maksimal

Selanjutnya hasil persentase yang diperoleh ditafsirkan ke dalam tabel 4 berikut:

Tabel 4. Kriteria Persentase Kepraktisan (Akbar, 2013)

Tingkat Kepraktisan (%)	Kriteria
$81 \leq Vp \leq 100$	Sangat praktis
$61 \leq Vp \leq 80$	Praktis
$41 \leq Vp \leq 60$	Kurang praktis
$21 \leq Vp \leq 40$	Tidak praktis
$0 \leq Vp \leq 20$	Sangat tidak praktis

Data hasil penilaian dari angket respon siswa dianalisis dengan menggunakan rumus tingkat keefektifan berikut:

$$E = \frac{\sum X}{\sum n} \times 100\% \text{ (Akbar, 2013)}$$

Keterangan:

E = Persentase keefektifan

$\sum X$ = Total skor rata-rata yang diperoleh dari responden

$\sum n$ = Total skor maksimal

Selanjutnya hasil persentase yang diperoleh ditafsirkan ke dalam tabel 5 berikut:

Tabel 5. Kriteria Persentase Keefektifan (Akbar, 2013)

Tingkat Keefektifan (%)	Kriteria
$81 \leq E \leq 100$	Sangat efektif
$61 \leq E \leq 80$	Efektif
$41 \leq E \leq 60$	Kurang efektif
$21 \leq E \leq 40$	Tidak efektif
$0 \leq E \leq 20$	Sangat tidak efektif

Teknik analisis data angket minat belajar matematika siswa dilakukan dengan teknik skala *likert*, data yang diperoleh dianalisis dengan rumus:

$$P = \frac{\sum X}{\sum n} \times 100\% \text{ (Hendrayana et al., 2014)}$$

Keterangan:

P = Persentase minat belajar

$\sum X$ = Total skor rata-rata yang diperoleh dari responden

$\sum n$ = Total skor maksimal

Selanjutnya hasil persentase yang diperoleh ditafsirkan ke dalam tabel 6 berikut:

Tabel 6. Kriteria Tingkat Minat Belajar Matematika Siswa (Hendrayana et al., 2014)

Tingkat Minat Belajar (%)	Kriteria
$84 < P \leq 100$	Sangat Tinggi
$68 < P \leq 84$	Tinggi
$52 < P \leq 68$	Sedang
$36 < P \leq 52$	Rendah
$20 < P \leq 36$	Sangat Rendah

Untuk mengetahui kategori peningkatan minat belajar siswa sebelum dan sesudah memanfaatkan modul elektronik, peneliti menggunakan rumus *N-gain* (*normalized gain*). Hasil perbandingan antara skor minat belajar siswa sebelum dan sesudah mengalami pembelajaran akan ditunjukkan oleh perolehan hasil perhitungan skor *gain* (g). Untuk menentukan *gain* digunakan rumus yang diberikan oleh (Rizqiyani et al., 2022):

$$gain (g) = \frac{\text{Skor setelah implementasi} - \text{Skor sebelum implementasi}}{\text{Skor maksimum} - \text{Skor sebelum implementasi}}$$

Kriteria interpretasi *N-gain* dinyatakan dalam Tabel 7, yaitu:

Tabel 7. Interpretasi *N-Gain* (Rizqiyani et al., 2022)

Skor <i>N-gain</i>	Kriteria
$g > 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq g \leq 0,7$	Sedang
$g < 0,3$	Rendah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Adapun hasil yang dicapai dari penelitian pengembangan yang telah dilakukan yaitu: (1) modul elektronik berbasis PjBL-STEM dengan bantuan film animasi pada materi aplikasi matriks dalam kriptografi untuk meningkatkan minat belajar matematika siswa kelas XI SMA, (2) penilaian instrumen oleh ahli instrumen dan penilaian terhadap modul elektronik dari segi materi dan desain oleh ahli materi dan ahli desain, (3) penilaian kepraktisan modul elektronik oleh guru matematika dan siswa, (4) penilaian keefektifan modul elektronik oleh siswa, (5) penilaian minat belajar matematika siswa sebelum dan setelah mengalami pembelajaran menggunakan modul elektronik.

Modul elektronik berbasis PjBL-STEM berbantuan film animasi ini menerapkan model pengembangan ADDIE yaitu *analyze, design, develop, implement, evaluate*. Pada awal yaitu *analyze*, peneliti melakukan observasi di kelas XI IPA 2 SMA Negeri 4 Tanjung Jabung Barat untuk menganalisis kesenjangan yang terjadi di sekolah,

menentukan pemecahan masalah dari kesenjangan tersebut sebagai tujuan dilakukannya penelitian ini, menganalisis karakteristik siswa, mengidentifikasi sumber daya (manusia, teknologi dan isi) yang diperlukan serta menyusun rencana kerja meliputi pembentukan tim dan jadwal, spesifikasi produk dan struktur materi yang berpedomanan pada Kurikulum 2013. Kurangnya keberagaman penggunaan media pembelajaran dan bahan ajar di kelas matematika menjadi akar penyebab ketidaktertarikan siswa terhadap mata pelajaran tersebut, berdasarkan kesimpulan pada tahap *analyze*. Akibatnya, peneliti berinisiatif mengembangkan modul elektronik dengan bantuan film animasi sebagai solusi dari kesenjangan yang ada dengan memanfaatkan sumber daya yang tersedia.

Selanjutnya pada tahap kedua yaitu *design*, peneliti merancang modul elektronik yang disusun berdasarkan pedoman penyusunan modul elektronik dari kemendikbudristek dan dirancang sesuai dengan karakteristik model PjBL-STEM. Setelah perancangan, dilanjutkan dengan pembuatan modul elektronik dengan menggunakan beberapa *software* pendukung seperti *Canva* untuk desain modul elektronik dan *website Flip HTML 5* untuk mengkonversi modul elektronik dalam bentuk *flipbook*. Sedangkan, film animasi dibuat menggunakan aplikasi *Plotagon Studio*. Namun, modul elektronik yang telah dirancang ini masih bersifat sementara karena akan diujikan terlebih dahulu dan dikembangkan lebih lanjut.

Develop atau pengembangan adalah tahap ketiga. Pada tahap *develop* ini, peneliti melakukan penilaian atau validasi terhadap instrumen penelitian dan kualitas modul elektronik dengan menerapkan berbagai uji coba untuk memastikan validitas, kepraktisan, dan keefektifan modul elektronik. Ahli instrumen akan memvalidasi terlebih dahulu seluruh instrumen penelitian dan akan direvisi sesuai dengan hasil penilaiannya. Setelah dilakukan revisi, peneliti melakukan uji validitas yang akan dinilai oleh ahli materi dan desain dengan meninjau materi dan desain modul elektronik untuk menentukan kelayakan produk, jika validator memberikan saran atau masukan, peneliti kemudian akan merevisi produknya. Setelah peneliti menentukan bahwa produk layak digunakan dalam proses penelitian, selanjutnya peneliti melakukan uji coba perorangan dengan guru matematika dan uji coba kelompok kecil dengan 9 siswa kelas XI IPA 2 SMA Negeri 4 Tanjung Jabung Barat untuk mengetahui kepraktisan modul elektronik sebelum diimplementasikan dan direvisi kembali jika terdapat masukan dan saran dari responden.

Kemudian tahap *implement*, dimana modul elektronik diimplementasikan pada proses pembelajaran di kelas yang dilaksanakan pada saat uji kelompok besar (lapangan) oleh seluruh siswa kelas XI IPA 2 SMA Negeri 4 Tanjung Jabung Barat untuk mengetahui keefektifan dari modul elektronik yang digunakan. Kegiatan pembelajaran dilakukan sebanyak 4 pertemuan yang telah mencakup penilaian minat belajar matematika sebelum dan sesudah memanfaatkan modul elektronik. Proses pembelajaran dilakukan berdasarkan tahapan model PjBL-STEM yang diadaptasi dari Diana Laboy-Rush seorang konsultan pendidikan STEM di Amerika Serikat, tahapannya meliputi *reflection, research, discovery, application, communication* (Laboy-Rush, 2011). Proyek yang dikerjakan oleh siswa secara berkelompok bertemakan “Keamanan SiSTEM Informasi” yang disajikan melalui sebuah peran berdasarkan kasus kehidupan nyata. Adapun integrasi STEM pada proses pembelajaran menggunakan modul elektronik berbasis PjBL-STEM pada materi aplikasi matriks dalam kriptografi dijelaskan pada Tabel 8 berikut.

Tabel 8. Integrasi STEM pada Materi Aplikasi Matriks dalam Kriptografi

<i>Sains</i>	<i>Technology</i>
Matriks merupakan suatu ilmu yang digunakan di berbagai bidang dalam kehidupan sehari-hari, salah satunya adalah ilmu kriptografi, karena salah satu cara pembuatan pesan kriptografi adalah menggunakan bentuk matriks. Matriks memiliki operasi perkalian yang melibatkan beberapa elemennya sekaligus sehingga membuat penyidikkan kode sulit dilakukan.	<ol style="list-style-type: none"> Menggunakan film animasi untuk membantu dalam memahami proses pembuatan pesan rahasia (proses enkripsi) dan proses pembacaan pesan rahasia (proses deskripsi). Menggunakan <i>software</i> Microsoft Excell untuk menentukan perkalian dua matriks, menghitung nilai determinan dan invers matriks.
<i>Engineering</i>	<i>Mathematic</i>
1. Merancang proyek keamanan siSTEM informasi serta mendemonstrasikannya melalui sebuah peran.	Menerapkan keterampilan matematika menggunakan perkalian dua matriks untuk pembuatan pesan rahasia (enkripsi) maupun proses membaca pesan rahasia (deskripsi) menggunakan

2. Menganalisis dan mengajukan berbagai aturan invers matriks, serta menggunakan determinan konversi dan alternatif matriks kunci berordo 3×3 matriks dalam membuat matriks kunci untuk memecahkan pesan rahasia.

Terakhir yaitu tahap *evaluate*. Untuk menghasilkan kualitas modul elektronik yang dikembangkan maka peneliti melakukan evaluasi pada setiap tahap pengembangan dalam penelitian ini. Evaluasi tersebut mencakup kegiatan perbaikan yang dilakukan terhadap modul elektronik berdasarkan saran dan masukan dari validator dan responden.

Hasil Penilaian Kevalidan Modul Elektronik

Adapun hasil penilaian materi dan desain dari modul elektronik oleh ahli materi dan ahli desain melalui angket validasi materi dan desain, disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Angket Validasi Modul Elektronik

No.	Aspek Penilaian	Skor Penilaian	Skor Maksimal	Persentase	Kriteria
Materi					
1.	Kelayakan isi	27	30	90%	Sangat Valid
2.	Kebahasaan	24	25	96%	Sangat Valid
3.	Kelayakan komponen	19	20	95%	Sangat Valid
4.	Tahapan PjBL-STEM	25	25	100%	Sangat Valid
Rata-rata (Vs)				95,25%	Sangat Valid
Desain					
1.	Tampilan penulisan	19	20	95%	Sangat Valid
2.	Desain/tampilan fisik	27	30	90%	Sangat Valid
Rata-rata (Vs)				92,5%	Sangat Valid

Tabel 9 menampilkan temuan validasi yang menunjukkan bahwa modul elektronik yang dibuat dapat dikatakan “sangat valid” untuk digunakan dalam penelitian, dengan persentase skor 95,25% dari ahli materi dan 92,5% dari ahli desain. Hal tersebut menandakan bahwa modul elektronik dari segi materi telah memenuhi aspek kelayakan isi yang sesuai dengan kurikulum, kompetensi pembelajaran dan didasarkan pada tujuan pembelajaran serta karakteristik siswa, aspek kebahasaan yang komunikatif dan mengacu pada PUEBI, aspek kelayakan komponen dalam menyajikan struktur modul elektronik yang siSTEMatis serta aspek susunan materi dengan bantuan film animasi dan memuat tahapan PjBL-STEM. Modul elektronik memenuhi aspek desain/tampilan tulisan dengan tata letak yang seimbang dan rapi, pemilihan font yang jelas dan tepat, elemen yang menarik secara visual, serta ilustrasi dan warna latar yang komunikatif dan tidak menghalangi pemahaman siswa terhadap materi.

Penelitian menunjukkan bahwa modul elektronik dianggap valid jika memungkinkan siswa memperoleh informasi melalui tampilan isi, film animasi, dan umpan balik yang diberikan oleh modul itu sendiri (Laraphaty et al., 2021). Tidak hanya itu, hasil penelitian (Winatha et al., 2018) melalui pengujian oleh para ahli menunjukkan hasil konsepsi dan implementasi modul elektronik yang dikembangkan menggunakan model PjBL yang inovatif, dapat diterapkan dan diintegrasikan ke dalam tahap implementasi dan evaluasi. Dengan demikian, secara keseluruhan modul elektronik telah dikatakan valid sehingga layak digunakan dalam pelaksanaan penelitian.

Pada penilaian kevalidan modul elektronik berbasis PjBL-STEM dengan bantuan film animasi, diterima saran dan masukan dari validator sebagai bahan perbaikan dalam pengembangan modul elektronik. Adapun perbaikan yang dilakukan peneliti yaitu dari segi integrasi STEM pada pembelajaran menggunakan unsur teknologi, yakni menyajikan video tutor penyelesaian matriks dengan menggunakan Microsoft Excell telah dijelaskan oleh peneliti sesuai dengan saran validator, bahwasannya video tutor sebaiknya tidak menggunakan video orang lain melainkan video tutor yang dijelaskan oleh peneliti, yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan orisinalitas dari modul elektronik yang dikembangkan. Hal ini relevan dengan karakteristik modul elektronik menurut (Kosasih, 2020), rancangan modul yang dikembangkan dengan baik dan menarik adalah modul yang tidak bergantung atau memerlukan media lain dalam pengoperasiannya dan terbukti keasliannya.

Hasil Penilaian Kepraktisan Modul Elektronik

Tabel 10 menampilkan hasil evaluasi kepraktisan modul elektronik yang dilakukan oleh guru matematika dan siswa dengan menggunakan angket praktikalitas.

Tabel 10. Hasil Angket Praktikalitas Modul Elektronik

No.	Aspek Penilaian	Skor Penilaian	Skor Maksimal	Persentase	Kriteria
Guru Matematika					
1.	Kelayakan isi	19	20	95%	Sangat Praktis
2.	Kebahasaan	19	20	95%	Sangat Praktis
3.	Tampilan	10	10	100%	Sangat Praktis
4.	Kelayakan komponen	15	15	100%	Sangat Praktis
Rata-rata (V_p)				97,5%	Sangat Praktis
Siswa					
1.	Kelayakan isi	171	180	95%	Sangat Praktis
2.	Kebahasaan	129	135	95,56%	Sangat Praktis
3.	Tampilan	89	90	98,89%	Sangat Praktis
4.	Kelayakan komponen	170	180	94,44%	Sangat Praktis
Rata-rata (V_p)				95,97%	Sangat Praktis

Tabel 10 terlihat bahwa hasil angket kepraktisan modul elektronik sebesar 95,97% untuk siswa dan 97,5% untuk guru matematika, hal ini menunjukkan bahwa modul elektronik yang dibangun dapat dikatakan “sangat praktis” untuk diterapkan dalam kegiatan pembelajaran. Artinya, modul elektronik yang dinilai guru memenuhi seluruh aspek kelayakan isi, dimana materi yang disajikan secara lengkap dan sepenuhnya selaras dengan kurikulum dan kompetensi pembelajaran, aspek kebahasaan bersifat komunikatif dan interaktif, dan telah memenuhi standar PUEBI serta menggunakan kata-kata, simbol, dan istilah/terminologi yang mudah dipahami oleh siswa. Selanjutnya, modul elektronik telah memenuhi aspek tampilan, dimana tata letak isi, gambar dan ilustrasi serta penggunaan huruf dapat mendukung dalam memperjelas materi dan disusun secara menarik. Kemudian dari segi aspek kelayakan komponen, modul elektronik telah memuat berbagai fitur pendukung dan memuat informasi yang lengkap sehingga praktis digunakan siswa untuk belajar mandiri. Sejalan dengan hasil penelitian (Martin et al., 2021), bahwasannya modul elektronik yang digunakan sebagai bahan ajar pada proses pembelajaran dapat melatih kemandirian siswa dalam belajar.

Pada penilaian kepraktisan modul elektronik berbasis PjBL-STEM dengan bantuan film animasi, didapat saran dan masukan dari guru yang telah direvisi oleh peneliti. Adapun hasil revisi oleh peneliti yaitu disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Revisi Modul Elektronik berdasarkan Saran oleh Guru

Tampilan Modul Elektronik Sebelum Revisi	Tampilan Modul Elektronik Sesudah Revisi
1. Materi prasyarat tidak perlu dicantumkan pada indikator ataupun tujuan pembelajaran.	1. Pada indikator dan tujuan pembelajaran telah dihapus capaian materi prasyarat yaitu dalam menentukan perkalian dua matriks, determinan dan invers matriks.
2. Perlu adanya kesesuaian antara materi yang disajikan dengan tujuan dan indikator pembelajaran. Seperti: pada modul disajikan pengertian kriptografi, tetapi pada indikator dan tujuan pembelajaran belum terdapat capaian siswa dalam memahami pengertian kriptografi.	2. Telah disesuaikan kembali antara materi yang disajikan dengan tujuan dan indikator pembelajaran, yaitu telah ditambahkan capaian siswa dalam memahami pengertian kriptografi.

C. Indikator Pencapaian Kompetensi



Adapun indikator pencapaian kompetensi yang akan dicapai oleh siswa, yaitu sebagai berikut:

- 3.4.1 Menentukan hasil perkalian antara dua matriks berordo 3×3 .
- 3.4.2 Menentukan determinan matriks berordo 3×3 .
- 3.4.3 Menentukan invers matriks berordo 3×3 .
- 3.4.4 Membuat matriks kunci berordo 3×3 .
- 4.4.1 Menentukan dan menyusun aturan konversi bilangan ke dalam bentuk matriks berordo 3×3 .
- 4.4.2 Menyelesaikan proses enkripsi untuk membuat pesan rahasia menggunakan matriks berordo 3×3 .
- 4.4.3 Menyelesaikan proses deskripsi untuk membaca pesan rahasia menggunakan matriks berordo 3×3 .

D. Tujuan Pembelajaran

Setelah siswa mengikuti pembelajaran menggunakan e-modul, diharapkan siswa memiliki sikap kerja keras, kerja sama, tekun dan rasa ingin tahu, serta sebagai berikut:

1. Melalui kegiatan menggunakan Microsoft Excel, siswa mampu menentukan hasil perkalian antara dua matriks berordo 3×3 .
2. Melalui kegiatan menggunakan Microsoft Excel, siswa mampu menentukan determinan matriks kunci berordo 3×3 .
3. Melalui kegiatan menggunakan Microsoft Excel, siswa mampu menentukan invers matriks berordo 3×3 .
4. Melalui kegiatan pada e-modul, siswa mampu membuat matriks kunci berordo 3×3 .
5. Melalui kegiatan pada e-modul, siswa mampu menentukan dan menyusun aturan konversi bilangan ke dalam bentuk matriks berordo 3×3 .
6. Melalui kegiatan proyek, siswa mampu menyelesaikan proses enkripsi untuk membuat pesan rahasia menggunakan matriks berordo 3×3 .
7. Melalui kegiatan proyek, siswa mampu menyelesaikan proses deskripsi untuk membaca pesan rahasia menggunakan matriks berordo 3×3 .



C. Indikator Pencapaian Kompetensi



Adapun indikator pencapaian kompetensi yang akan dicapai oleh siswa, yaitu sebagai berikut:

- 3.4.1 Memahami dan menjelaskan pengertian kriptografi.
- 3.4.2 Memahami dan menjelaskan langkah-langkah proses enkripsi.
- 3.4.3 Memahami dan menjelaskan langkah-langkah proses deskripsi.
- 3.4.4 Membuat matriks kunci berordo 3×3 .
- 4.4.1 Menentukan dan menyusun aturan konversi bilangan ke dalam bentuk matriks berordo 3×3 .
- 4.4.2 Menyelesaikan proses enkripsi untuk membuat pesan rahasia menggunakan matriks berordo 3×3 .
- 4.4.3 Menyelesaikan proses deskripsi untuk membaca pesan rahasia menggunakan matriks berordo 3×3 .

D. Tujuan Pembelajaran

Setelah siswa mengikuti pembelajaran menggunakan e-modul, diharapkan siswa memiliki sikap kerja keras, kerja sama, tekun dan rasa ingin tahu, serta sebagai berikut:

1. Siswa mampu memahami dan menjelaskan pengertian kriptografi.
2. Siswa mampu memahami dan menjelaskan langkah-langkah proses enkripsi.
3. Siswa mampu Memahami dan menjelaskan langkah-langkah proses deskripsi.
4. Siswa mampu membuat matriks kunci berordo 3×3 .
5. Siswa mampu menentukan dan menyusun aturan konversi bilangan ke dalam bentuk matriks berordo 3×3 .
6. Siswa mampu menyelesaikan proses enkripsi untuk membuat pesan rahasia menggunakan matriks berordo 3×3 .
7. Siswa mampu menyelesaikan proses deskripsi untuk membaca pesan rahasia menggunakan matriks berordo 3×3 .



Adapun dari penilaian siswa, diperoleh respon yang baik terhadap modul elektronik dilihat dari segi kelayakan isi, kebahasaan, tampilan dan kelayakan komponen. Tidak hanya itu, siswa juga meninggalkan komentar yang positif terhadap modul elektronik, bahwasannya modul elektronik yang dikembangkan sangat menarik dan mudah dipahami. Kemudian, terdapat saran dan masukan dari siswa dan telah direvisi oleh peneliti, yaitu penambahan *background* dalam modul elektronik agar menciptakan suasana belajar yang tidak membosankan. Menurut (Kosasih, 2020), modul harus bersahabat dengan penggunaannya sehingga dapat memenuhi karakteristik dari modul elektronik itu sendiri. Karena minat dan kebutuhan siswa bersifat beragam dan cara belajar siswa yang berbeda-beda, maka modul elektronik yang dikembangkan harus sesuai dengan kebutuhan mereka. Seperti, kebutuhan siswa yang apabila belajar harus disertai dengan musik.

Hasil Penilaian Keefektifan Modul Elektronik

Adapun penilaian keefektifan modul elektronik siswa melalui angket respon disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil Angket Respon Modul Elektronik

No.	Aspek Penilaian	Skor Penilaian	Skor Maksimal	Persentase	Kriteria
1.	Isi	273	300	91%	Sangat Efektif
2.	Tujuan pembelajaran	175	200	87,5%	Sangat Efektif
3.	Kebahasaan	186	200	93%	Sangat Efektif
4.	Fungsi modul elektronik	437	500	87,4%	Sangat Efektif
Rata-rata (E)				89,73%	Sangat Efektif

Dari hasil angket efektivitas modul elektronik yang disajikan pada Tabel 12, menampilkan 89,73% siswa menyampaikan tanggapan yang positif terhadap modul elektronik yang dikembangkan, maka dapat dikatakan bahwa modul tersebut "sangat efektif" bila digunakan di dalam kelas. Berdasarkan penilaian siswa, modul elektronik berhasil memenuhi keempat kriteria: isi, kebahasaan, tujuan pembelajaran, dan fungsi modul elektronik. Dari segi isi, modul elektronik menyajikan materi yang sangat menarik dan memberikan motivasi siswa dalam belajar, tidak hanya itu penyajian materi telah sesuai dengan tujuan pembelajaran dan penyajian film animasi yang dapat mendukung siswa dalam memahami materi, memberikan pembelajaran matematika yang lebih bermakna dan menyenangkan. Sesuai dengan pendapat (Safitri et al., 2020) film animasi merupakan media pembelajaran yang dapat digunakan sebagai alat pendukung bagi guru untuk keberhasilan tujuan pedagogi.

Selanjutnya, dari segi kebahasaan baik pada modul elektronik maupun film animasi menggunakan bahasa sehari-hari yang komunikatif dan interaktif. Hal ini merujuk pada penelitian (Herawati & Muhtadi, 2018), bahwa modul dikatakan bersahabat jika cara penggunaan bahasa yang relatif dasar atau sederhana dan mudah dimengerti serta menggunakan istilah dalam kehidupan sehari-hari. Terakhir, untuk aspek fungsi atau kegunaan modul elektronik, dinilai mudah digunakan dan membuat waktu belajar lebih efektif, memacu ketertarikan dan mendorong minat siswa untuk belajar matematika. Hal ini sejalan dengan pendapat (Nasution, 2016), bahwa modul elektronik berkualitas tinggi secara substansial meningkatkan hasil pendidikan bagi siswa. Dengan demikian, modul elektronik telah memenuhi kriteria efektif sehingga layak digunakan dalam kegiatan pembelajaran.

Selain itu, peneliti membandingkan minat siswa terhadap matematika sebelum dan sesudah mereka mengalami pembelajaran menggunakan modul elektronik untuk mengetahui seberapa efektif modul tersebut. Ketertarikan siswa, perasaan senang, perhatian siswa dan keterlibatan merupakan empat indikator yang diterapkan untuk menilai minat belajar siswa dalam penelitian ini. Tabel 13 dan 14 menunjukkan hasil angket minat belajar matematika siswa sebelum dan sesudah pembelajaran menggunakan modul elektronik.

Tabel 13. Hasil Angket Minat Belajar Matematika Siswa Sebelum Pembelajaran

No.	Indikator Minat Belajar	Skor Penilaian	Skor Maksimal	Persentase	Kriteria
1.	Ketertarikan siswa	207	400	51,75%	Rendah
2.	Perasaan senang	196	400	49%	Rendah
3.	Perhatian siswa	348	700	49,71%	Rendah
4.	Keterlibatan siswa	265	500	53%	Sedang
Rata-rata (P)		1.016	2.000	50,86%	Rendah

Tabel 14. Hasil Angket Minat Belajar Matematika Siswa Sesudah Pembelajaran

No.	Indikator Minat Belajar	Skor Penilaian	Skor Maksimal	Persentase	Kriteria
1.	Ketertarikan siswa	330	400	82,5%	Tinggi
2.	Perasaan senang	319	400	79,75%	Tinggi
3.	Perhatian siswa	551	700	78,71%	Tinggi
4.	Keterlibatan siswa	407	500	81,4%	Tinggi
Rata-rata (P)		1.607	2.000	80,59%	Tinggi

Berdasarkan Tabel 13 dan Tabel 14, terlihat bahwa skor penilaian dari masing-masing indikator minat belajar sesudah pembelajaran lebih tinggi dibandingkan dengan skor penilaian indikator minat belajar sebelum pembelajaran menggunakan modul elektronik. Kemudian, persentase rata-rata minat belajar sesudah pembelajaran menggunakan modul elektronik mengalami peningkatan yang positif dari persentase rata-rata minat belajar sebelum pembelajaran. Hal ini menunjukkan bahwa, dibandingkan dengan tingkat minat mereka sebelum pembelajaran, minat siswa terhadap matematika meningkat setelah menggunakan modul elektronik. Seperti terlihat pada Tabel 14, rata-rata persentasi minat belajar matematika siswa dinyatakan “tinggi” mencapai 80,59%. Oleh karena itu, modul elektronik yang dirancang berhasil meningkatkan minat belajar siswa.

Tabel 15. Hasil Perhitungan *N-gain*

Parameter	Skor
Skor maksimal	2.000
Total skor <i>pretest</i>	1.016
Total skor <i>posttest</i>	1.607
<i>Gain</i> (g)	0,6 (Sedang)

Peningkatan minat belajar siswa juga ditunjukkan dengan hasil perhitungan *N-gain* yang terlihat pada Tabel 15, bahwasannya nilai *gain* peningkatan minat belajar siswa sebelum dan sesudah mengalami pembelajaran menggunakan modul elektronik, yaitu 0,6. Berdasarkan penafsiran nilai *gain* pada Tabel 7, peningkatan tersebut masuk dalam kategori “sedang”. Hal ini menunjukkan bahwa modul elektronik berbasis PjBL-STEM dengan bantuan film animasi secara signifikan dapat membangkitkan minat belajar siswa dalam pembelajaran matematika. Pernyataan tersebut didukung oleh (Martin et al., 2021), penelitiannya menunjukkan bahwa siswa

lebih terlibat dalam pembelajaran ketika mereka menggunakan modul elektronik. Bahan ajar yang dibuat dapat membantu guru menerapkan strategi pembelajaran yang lebih inovatif dan bervariasi. Siswa juga dapat belajar tentang penerapan konsep STEM (sains, teknologi, teknik, dan matematika) di dunia nyata, yang dapat memperluas perspektif mereka.

SIMPULAN

Dengan bantuan film animasi, modul elektronik berbasis PjBL-STEM telah mencapai standar kualitas bahan ajar yang valid, praktis, dan efektif. Dengan hasil validitas modul elektronik menunjukkan persentase rata-rata masing-masing sebesar 95,25% dan 92,5% dengan kategori “sangat valid”, merupakan hasil evaluasi ahli materi dan ahli media. Guru dan siswa menyuguhkan respon yang positif terhadap modul elektronik dan memberikan penilaian “sangat praktis” dengan skor rata-rata masing-masing 95,7% dan 97,5%. Selanjutnya, persentase yang mengesankan sebesar 89,73% pada kategori “sangat efektif”, merupakan respon siswa setelah menggunakan modul elektronik yang menunjukkan efektivitas bahan ajar tersebut. Selain itu, rata-rata penilaian sebesar 80,59% dengan kategori “tinggi” menunjukkan bahwa minat siswa terhadap matematika mengalami peningkatan setelah menggunakan modul elektronik. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa minat siswa terhadap matematika dapat dipupuk melalui penggunaan modul elektronik berbasis PjBL-STEM yang menyertakan film animasi ke dalam proses pembelajaran.

Daftar Pustaka

- Akbar, S. (2013). *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Armnima, R., Bintoro, H. S., & Purwaningrum, J. P. (2023). Kepraktisan E-Modul Relasi dan Fungsi untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahana Masalah Matematis Siswa SMP/MTs Kelas VIII. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika (SNAPMAT)*, 2(1), 19–30. <https://conference.umk.ac.id/index.php/snapmat/article/view/396>
- Branch, R. M. (2009). *Instructional Design: The ADDIE Approach*. New York: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-09506-6>
- Brears, L., MacIntyre, B., & O’Sullivan, G. (2011). *Preparing Teacher for the 21st Century Using PBL as an Integrating Strategy in Science and Technology Education*. *Design and Technology Education: An International Journal*, 16(1), 36–46. <https://openjournals.ljmu.ac.uk/DATE/article/view/1739>
- Eggen, P., & Kauchak, D. (2012). *Strategi dan Model Pembelajaran*. Jakarta: Indeks Penerbit.
- Handoko, H. (2017). Pembentukan Keterampilan Berpikir Kreatif pada Pembelajaran Matematika Model Savi Berbasis *Discovery Strategy* Materi Dimensi Tiga Kelas X. *Eduma: Mathematics Education Learning and Teaching*, 6(1), 85–95. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.24235/eduma.v6i1.1711>
- Hendrayana, A. S., Thaib, D., & Rosnenty, R. (2014). Motivasi Belajar, Kemandirian Belajar dan Prestasi Belajar Mahasiswa Beasiswa Bidikmisi di UPBJJ UT Bandung. *Jurnal Pendidikan Terbuka dan Jarak Jauh*, 15(2), 81–87. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.33830/ptjj.v15i2.591.2014>
- Herawati, N. S., & Muhtadi, A. (2018). Pengembangan Modul Elektronik (e-Modul) Interaktif pada Mata Pelajaran Kimia Kelas XI SMA. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 5(2), 180–191. <https://doi.org/10.21831/jitp.v5i2.15424>
- Hikam, N. I. El, & Dkk. (2021). *30 Karya Esai Matematika dalam Kehidupan*. Bogor: Guepedia.
- Jedaman, P., Buaraphan, K., Pimvichai, J., Yuenyong, C., & Jeerasombat, S. (2019). *Educational Management in Transition of Science: Policies and Strategic Leaders for Sustainable Education 4.0 in the 21st Century Science Classroom*. *AIP Conference Proceedings*, 2081, 1–11. <https://doi.org/https://doi.org/10.1063/1.5094020>
- Kosasih. (2020). *Pengembangan Bahan Ajar*. Jawa Timur: Bumi Aksara.
- Laboy-Rush, D. (2011). *Integrated STEM Education Through Project-Based Learning*. *Learning.Com*, 12(4), 1–12.
- Laraphaty, N. F. R., Riswanda, J., Anggun, D. P., Maretha, D. E., & Ulfa, K. (2021). Review: Pengembangan Media Pembelajaran Modul Elektronik (E-Modul). *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi*, 4(1), 145–

156. <http://proceedings.radenfatah.ac.id/index.php/semnaspbio>
- Martin, Syamsuri, Pujiastuti, H., & Hendrayana, A. (2021). Pengembangan E-Modul Berbasis Pendekatan Contextual Teaching and Learning Pada Materi Barisan dan Deret untuk Meningkatkan Minat Belajar Siswa SMP. *Jurnal Derivat*, 8(2), 72–87. <https://doi.org/https://doi.org/10.31316/j.derivat.v8i2.1927>
- Nasution, A. (2016). Pengembangan Modul Matematika Berbasis Masalah untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Siswa. In *Jurnal Pendidikan dan Kependidikan*, 1(1), 47-63. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.31227/osf.io/ftyu6>
- Nieveen, N., Akker, J. van den, Branch, R. M., Gustafon, K., & Plomp, T. (1999). *Design Approaches and Tools in Education and Training*. Netherlands: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-011-4255-7>
- Prastyo, H. (2020). Kemampuan Matematika Siswa Indonesia Berdasarkan TIMSS. *Jurnal Padagogik*, 3(2), 111–117. <https://doi.org/https://doi.org/10.35974/jpd.v3i2.2367>
- Rizqiyani, Y., Anriani, N., & Pamungkas, A. S. (2022). Pengembangan E-Modul Berbantu Kodular pada Smartphone untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Matematis Siswa SMP. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(1), 954–969. <https://doi.org/https://doi.org/10.31004/cendekia.v6i1.1172>
- Rokhim, D. A., Widarti, H. R., & Fajaroh, F. (2020). Pengembangan Bahan Belajar Flipbook pada Materi Redoks dan Elektrokimia Berbasis Pendekatan STEM-PjBL Berbatuan Video Pembelajaran. *Kwangsan: Jurnal Teknologi Pendidikan*, 8(2), 234–250. <https://doi.org/https://doi.org/10.31800/jtp.kw.v8n2.p234-250>
- Safitri, W. Y., Retnawati, H., & Rofiki, I. (2020). Pengembangan Film Animasi Aritmetika Sosial Berbasis Ekonomi Syariah untuk Meningkatkan Minat Belajar Siswa MTs. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 7(2), 195–209. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.21831/jrpm.v7i2.34581>
- Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Tseng, K. H., Chang, C. C., Lou, S. J., & Chen, W. P. (2013). Attitudes Towards Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) in A Project-Based Learning (PjBL) Environment. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(1), 87–102. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10798-011-9160-x>
- Winatha, K. R., Suharsono, N., & Agustini, K. (2018). Pengembangan E-modul Interaktif Berbasis Proyek Mata Pelajaran Simulasi Digital. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 15(2), 188–199. <https://doi.org/10.23887/jptk-undiksha.v15i2.14021>