



Pengembangan Buku Ajar Digital Berbasis STEAM-PjBL pada Mata Kuliah Metode Numerik

(The Development of STEAM-PjBL Based Digital Textbooks in Numerical Methods Courses)

Septi Dariyatul Aini^{1*}, Chairul Fajar Tafrilyanto², Agus Subaidi³,
Laili Amalia⁴

¹²³ Pendidikan Matematika, FKIP, Universitas Madura – Jalan Raya Panglegur KM. 3,5 Pamekesan, Jawa Timur, Indonesia, 69317

⁴ Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia, FKIP, Universitas Madura – Jalan Raya Panglegur KM. 3,5 Pamekesan, Jawa Timur, Indonesia, 69317

*email penulis korespondensi: septi_math@unira.ac.id

Abstrak

Artikel ini bertujuan untuk mendeskripsikan proses dan hasil pengembangan buku ajar digital berbasis STEAM-PjBL pada mata kuliah metode numerik di Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas Madura. Prosedur pengembangan yang digunakan adalah model 3D yang diadaptasi dari model 4D, yaitu: tahap pendefinisian (*define*), perencanaan (*design*), dan pengembangan (*development*). Teknik pengumpulan data pada penelitian ini terdiri dari observasi, angket, tes, dan observasi. Analisis data pada penelitian ini terdiri dari analisis validitas, kepraktisan, dan efektivitas. Adapun hasil dari penelitian dan pengembangan ini yaitu buku ajar digital berbasis STEAM-PjBL terbukti dapat membantu dosen mengelola pembelajaran dan memenuhi ketuntasan belajar mahasiswa, serta membangkitkan minat belajar mahasiswa pada perkuliahan metode numerik.

Kata kunci: buku ajar digital; STEAM; PjBL

Abstract

This article aims to describe the process and results of developing a STEAM-PjBL-based digital textbook for the numerical methods course at the Mathematics Education Study Program, Universitas Madura. The development procedure used is a 3D model adapted from a 4D model, namely: definition, design, and development stage. Data collection techniques in this research consist of observation, questionnaires, tests and observations. Data analysis in this research consists of validation, practicality, and effectiveness analysis. The results of this research and development are that digital textbooks based on STEAM-PjBL are proven to be able to help lecturers manage learning and achieve student learning success, as well as arouse their interest in learning in numerical method lectures.

Keywords: digital textbook; STEAM; PjBL

Cara mengutip dengan APA 7 style: Aini, S. D., Tafrilyanto, C. F., Subaidi, A & Amalia, L. (2023). Pengembangan buku ajar digital berbasis steam-pjbl pada mata kuliah metode numerik. *JMPM: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 8(2), 173-185. <https://dx.doi.org/10.26594/jmpm.v8i2.4295>.

PENDAHULUAN

Buku ajar merupakan salah satu komponen penting dalam mencapai keberhasilan belajar (Mintowati, 2003). Selain membantu pendidik, penggunaan buku ajar juga mempermudah peserta didik dalam memahami materi dan mampu menyediakan materi pembelajaran yang menarik (Prastowo, 2014). Buku ajar ini tidak hanya berperan pada keberhasilan pembelajaran di jenjang pendidikan dasar dan menengah, namun juga di jenjang perguruan tinggi.

Seiring dengan perkembangan dunia pendidikan yang telah memasuki era revolusi industri 4.0, penggunaan buku ajar yang sesuai dengan teknologi terkini menjadi salah satu kebutuhan utama. Pendidikan 4.0 merupakan program yang mendorong terwujudnya pendidikan yang berkualitas melalui pemerataan pendidikan, perluasan akses dan penguasaan teknologi. Karena itu, perlu adanya pengembangan buku ajar berbasis teknologi yang sering dikenal dengan istilah buku ajar digital. Kebutuhan akan pengembangan buku ajar ini meningkat dimana pada pembelajaran di era saat ini, bentuk buku ajar sudah mulai berganti dari cetak menjadi digital (Hadinugrahaningsih dkk., 2017). Hal ini terjadi karena adanya perubahan paradigma pendidikan yakni pembelajaran berbasis teknologi (Hasugian, 2018). Aktivitas peserta didik cenderung lebih banyak menggunakan teknologi dalam segala hal (Amarulloh dkk., 2019; Putra dkk., 2021) dan penggunaan teknologi digital sudah menjadi kebutuhan di segala jenjang usia (Muhasim, 2017).

Selain untuk mempersiapkan diri menghadapi pendidikan 4.0, kurikulum baru Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) juga meningkatkan kebutuhan penggunaan buku ajar digital. Beberapa program kurikulum MBKM, seperti Kampus Mengajar (KM), Pertukaran Mahasiswa Merdeka (PMM), dan beberapa program lain yang sejenis membebaskan mahasiswa belajar di luar perguruan tinggi sehingga menuntut mahasiswa yang melaksanakan program tersebut melakukan pembelajaran daring dan buku ajar yang cocok digunakan adalah buku ajar digital. Berdasarkan kondisi yang dialami penulis saat mengampu mata kuliah metode numerik semester gasal tahun akademik 2022/2023, hampir sepertiga mahasiswa yang mengambil mata kuliah Metode Numerik mengikuti program Kampus Mengajar sehingga perkuliahan dilaksanakan secara daring. Selain itu terdapat pula 4 mahasiswa Program Pertukaran Mahasiswa Sedari Dini (PERMADANI) dari Universitas Gunung Jati Cirebon yang melaksanakan perkuliahan metode numerik dengan *hybrid learning* sehingga selama setengah semester mereka melakukan perkuliahan secara luring dan setengah semester berikutnya melakukan perkuliahan secara daring. Buku ajar cetak metode numerik yang telah tersedia kurang optimal penggunaannya dalam pembelajaran daring. Akan tetapi, pada saat itu belum tersedia buku ajar digital yang sesuai dengan kebutuhan mahasiswa. Berdasarkan hasil wawancara dengan beberapa mahasiswa yang mengikuti perkuliahan daring, mereka menyatakan kesulitan memahami materi yang hanya berasal dari buku ajar cetak yang kurang praktis sehingga perlu adanya bahan ajar yang menarik dan menampilkan penjelasan materi berupa video. Untuk mempermudah peserta didik menyimpan dan memanggil kembali suatu informasi, maka informasi tersebut harus disajikan dalam bentuk menarik misalnya dengan menghubungkan kata dan gambar atau kata dan video (Woolfolk, 2009). Dengan demikian, pengembangan buku ajar digital untuk mata kuliah Metode Numerik penting untuk dilakukan.

Berdasarkan kondisi di atas, penulis berinisiatif untuk mengembangkan buku ajar digital metode numerik yang menarik minat dan membantu pemahaman mahasiswa. Pengembangan buku ajar ini juga merupakan salah satu tindak lanjut dari pelatihan “Pendampingan Virtual Class Moda Immersive Learning” berupa e-modul melalui kerja sama Universitas Madura dengan SEAMOLEC dan merupakan salah satu instrumen yang digunakan dalam pelaksanaan Program Hibah “Pengembangan dan Penyelenggaraan Pembelajaran Digital (P3D) Tahun 2023” di Prodi Pendidikan Matematika, Universitas

Madura. Buku ajar ini dikembangkan dengan menggunakan aplikasi *Flip Book Maker*. *Flip Book Maker* merupakan sebuah software pembuat aplikasi buku elektronik. Keunggulannya: (1) mampu memberi efek *flip*, yaitu membuka/membalik lembar demi lembar halaman buku seperti membaca buku cetak; (2) aplikasi ini mudah digunakan; (3) e-book yang dihasilkan dapat dilengkapi gambar, suara, video, serta asesmen penilaian berupa soal kuis online menggunakan quizz dan sejenisnya; (4) produk yang dihasilkan dapat dipublikasikan dalam bentuk SWF/Flash, HTML untuk dipublikasikan melalui website.

Penggunaan buku ajar digital ini akan dirancang dengan menggunakan metode pembelajaran STEAM-PjBL yang merupakan perpaduan antara pendekatan STEAM (*Science, Technology, Engineering, Art, Mathematic*) dengan model pembelajaran PjBL (*Project Based Learning*). Pendekatan STEAM mengintegrasikan kelima unsur yaitu konsep, teknologi, rekayasa, seni, dan matematika secara komprehensif sehingga membantu peserta didik mengembangkan keterampilan dalam belajar. Pembelajaran dengan pendekatan STEAM hadir untuk membantu meningkatkan kompetensi peserta didik agar mampu menghadapi tantangan masa depan (Mursyid, 2018). Wilson & Hawkins juga menunjukkan bahwa pembelajaran STEAM membuat peserta didik menghargai bagaimana seni dan sains bersama-sama menggunakan banyak bentuk keterampilan berpikir kritis, kreativitas, dan imajinasi ketika mereka mencoba memahami berbagai masalah nyata (Wilson & Hawkins, 2019).

Pendekatan STEAM dapat diterapkan melalui berbagai model pembelajaran, seperti *Project-Based Learning* (PjBL). Hal ini dikarenakan PjBL merupakan model pembelajaran yang memberikan pengalaman belajar kepada siswa dengan merancang dan membuat suatu proyek hingga menghasilkan suatu produk (Samsudin dkk., 2020). Melalui pembelajaran kerja proyek, kreativitas dan motivasi peserta didik akan meningkat. Kerja proyek dapat dipandang sebagai bentuk *open-ended contextual activity bases learning* yang memberi penekanan kuat pada pemecahan masalah sebagai suatu usaha kolaboratif dalam proses pembelajaran (Wena, 2009). Penggabungan pendekatan STEAM dan model pembelajaran PjBL membentuk pembelajaran berbasis proyek dengan mengintegrasikan bidang-bidang STEAM (sains, teknologi, teknik, seni dan matematika).

Integrasi *project based learning* di dalam STEAM secara efektif dapat meningkatkan motivasi belajar, pemahaman terhadap materi pembelajaran, kemampuan kolaboratif, kreativitas, literasi sains dan kemampuan komunikasi (Astuti dkk., 2019; Lely dkk., 2020; Lutfi dkk., 2017; Nopiyanti dkk., 2020; Putri, 2019). Integrasi *project based learning* ke dalam STEAM merupakan perpaduan yang sempurna karena memiliki karakteristik yang hampir sama yaitu bersifat kontekstual dan lintas disiplin ilmu, serta berorientasi pada pemecahan masalah (Putri & Taqiudin, 2022). Berdasarkan beberapa pendapat tersebut, kombinasi STEAM dan *Project Based Learning* menghasilkan strategi pembelajaran yang potensial dalam menstimulus aspek perkembangan anak. Melalui pembelajaran STEAM-PjBL, mahasiswa akan diajak melakukan pembelajaran bermakna dalam memahami konsep dan bereksplorasi melalui kegiatan proyek, sehingga mahasiswa terlibat aktif dan melatih kemampuan berpikir kritis dan kreatif. Hasil penelitian Jauhariyyah (2017) menyatakan bahwa STEAM-PjBL dapat meningkatkan literasi sains, motivasi, pemahaman materi, kemampuan berpikir kritis dan kreatif, efektivitas, pembelajaran bermakna, dan menunjang karir masa depan.

Berdasarkan beberapa hasil penelitian tersebut, metode ini sangat cocok diterapkan pada mata kuliah metode numerik di program studi karena selama ini mahasiswa cenderung pasif dan dosen hanya menerapkan metode ceramah. Selain itu, soal-soal yang diberikan belum dikaitkan dengan kehidupan sehari-hari sehingga pembelajaran kurang bermakna. Perkuliahan metode numerik dengan menggunakan buku ajar berbasis STEAM-PjBL ini dapat dilaksanakan secara daring serta dapat membiasakan mahasiswa untuk belajar

mandiri melalui sumber belajar yang disediakan di *e-learning* Universitas Madura.

Berdasarkan uraian di atas, pengembangan buku ajar digital berbasis STEAM-PjBL pada mata kuliah metode numerik yang layak sangat penting untuk dilakukan. Buku ajar digital yang dikembangkan ini diharapkan akan meningkatkan motivasi dan pemahaman mahasiswa, meningkatkan nilai praktis dan kebermanfaatan dalam pembelajaran daring/luring, sekaligus sebagai bahan evaluasi apakah instrumen yang digunakan dalam pelaksanaan Program Hibah “Pengembangan dan Penyelenggaraan Pembelajaran Digital (P3D) Tahun 2023” memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif.

METODE PENELITIAN

Prosedur pengembangan buku ajar digital berbasis STEAM-PjBL ini menggunakan model 3D yang merupakan adaptasi dari model 4-D (*four D model*) yang terdiri dari tiga tahap. Tahap pertama yaitu tahap pendefinisian (*Define*), bertujuan untuk menetapkan dan mendefinisikan kebutuhan-kebutuhan pembelajaran dengan menganalisis tujuan dan batasan materi. Tahap ini dimulai dengan analisis awal-akhir untuk menetapkan masalah dasar yang diperlukan dalam buku ajar digital berbasis STEAM-PjBL. Analisis dilakukan terhadap teori belajar yang relevan dan tantangan serta tuntutan masa depan sehingga diperoleh deskripsi pola pembelajaran yang dianggap paling ideal. Selanjutnya analisis tentang karakteristik mahasiswa yang sesuai dengan rancangan dan pengembangan buku ajar digital berbasis STEAM-PjBL. Karakteristik ini meliputi latar belakang pengetahuan dan perkembangan kognitif mahasiswa.

Analisis konsep ditujukan untuk memilih, merinci dan menetapkan secara sistematis konsep-konsep yang relevan yang akan diajarkan berdasarkan analisis awal-akhir. Analisis ini merupakan dasar dalam menyusun tujuan pembelajaran. Analisis tugas ditujukan untuk mengidentifikasi keterampilan-keterampilan utama yang diperlukan pada pembelajaran sesuai dengan kurikulum yang digunakan. Spesifikasi tujuan pembelajaran dilakukan untuk merumuskan hasil analisis tugas dan analisis konsep menjadi indikator pencapaian hasil belajar. Rangkaian indikator pencapaian hasil belajar merupakan dasar dalam menyusun rancangan buku ajar digital berbasis STEAM-PjBL dan tes.

Tahap kedua yaitu tahap perancangan (*design*). Pada tahap ini dilakukan perancangan draf buku ajar digital berbasis STEAM-PjBL. Ada 4 langkah dalam tahap ini, yaitu penyusunan tes, penyusunan media, pemilihan format, serta desain awal. Penyusunan tes awal dan tes akhir yang akan diberikan pada mahasiswa yang bertujuan untuk mengetahui pemahaman mahasiswa terhadap materi. Penyusunan media dengan memilih media berupa buku ajar digital berbasis STEAM-PjBL dengan menyajikan deskripsi, capaian pembelajaran sehingga mahasiswa mengetahui apa yang akan mereka capai setelah mempelajari materi. Pemilihan format yang disesuaikan dengan kurikulum MBKM. Desain awal berupa rancangan awal buku ajar digital berbasis STEAM-PjBL yang merupakan draf I beserta instrumen penelitian.

Tahap ketiga yaitu tahap pengembangan (*development*) yang bertujuan untuk menghasilkan buku ajar digital berbasis STEAM-PjBL yang telah direvisi berdasarkan saran para ahli dan data yang diperoleh dari uji coba. Ada beberapa kegiatan pada tahap ini yaitu persiapan, pelaksanaan, dan analisis data. Tahap persiapan berupa kegiatan mengembangkan buku ajar digital berbasis STEAM-PjBL dan instrumen penelitian. Tahap ini melibatkan validator dua orang Dosen S-1 Pendidikan Matematika Universitas Madura. Para validator tersebut adalah mereka yang berkompeten dan memiliki pengalaman untuk dapat memberi saran untuk menyempurnakan buku ajar digital berbasis STEAM-PjBL yang telah disusun. Saran-saran dari validator tersebut akan dijadikan bahan untuk merevisi draf I yang menghasilkan buku ajar digital berbasis STEAM-PjBL draf II. Tahap pelaksanaan berupa uji coba terbatas dengan melaksanakan pembelajaran menggunakan buku ajar digital berbasis STEAM-PjBL kepada sampel penelitian. Tujuan

uji coba ini untuk mendapatkan masukan langsung dari dosen, mahasiswa, dan para pengamat terhadap buku ajar digital berbasis STEAM-PjBL yang telah disusun serta melihat kecocokan waktu yang telah direncanakan dengan pelaksanaannya selama pelaksanaan uji coba. Pengamat mencatat semua respon, reaksi, aktivitas dosen mengelola pembelajaran, aktivitas, tes hasil belajar dan respon mahasiswa. Terakhir, tahap analisis data berupa kegiatan menganalisis data yang diperoleh dari tahap pelaksanaan.

Adapun instrumen yang digunakan pada penelitian ini yaitu lembar validasi, lembar observasi aktivitas mahasiswa dan dosen, tes, dan angket. Lembar validasi ahli digunakan untuk mendapatkan data mengenai pendapat para ahli (validator) terhadap pengembangan buku ajar digital berbasis STEAM-PjBL yang disusun pada draf I sehingga menjadi acuan/pedoman dalam merevisi perangkat pembelajaran yang disusun. Tujuan kegiatan ini untuk mengetahui kevalidan perangkat pembelajaran ini untuk digunakan di dalam proses pembelajaran. Lembar observasi aktivitas mahasiswa digunakan untuk mendapatkan data tentang aktivitas mahasiswa selama pembelajaran. Pengamatan dilakukan selama pembelajaran berlangsung (dari awal sampai akhir pembelajaran) dan pengamatan dilakukan oleh dua orang pengamat/observer. Lembar observasi aktivitas dosen digunakan untuk mendapatkan data tentang aktivitas dosen dalam mengelola pembelajaran. Pengamatan dilakukan selama pembelajaran berlangsung (dari awal sampai akhir pembelajaran) dan pengamatan dilakukan oleh dua orang pengamat/observer. Selanjutnya, tes hasil belajar disusun untuk mendapatkan data mengenai hasil belajar mahasiswa, apakah rata-rata hasil belajar mahasiswa memenuhi batas ketuntasan. Sementara itu, lembar angket respon mahasiswa untuk mengetahui pendapat mahasiswa terhadap buku ajar digital berbasis STEAM-PjBL, serta untuk mengetahui minat mahasiswa terhadap pembelajaran yang telah digunakan.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini yaitu observasi, tes, pemberian angket, dan dokumentasi. Observasi untuk mengamati aktivitas mahasiswa dan dosen selama berlangsungnya pembelajaran dengan menggunakan instrumen berupa lembar pengamatan aktivitas mahasiswa dan lembar pengamatan aktivitas dosen yang dimulai dari dosen membuka pembelajaran hingga menutup pembelajaran melalui pengamatan yang dilakukan oleh beberapa orang pengamat. Tes berbentuk uraian digunakan mengetahui serta melihat keefektifan buku ajar digital metode numerik berbasis STEAM-PjBL yang sudah dikembangkan. Angket digunakan untuk mengumpulkan data respon mahasiswa terhadap pembelajaran. Selain itu, data dokumentasi dari foto dan rekaman suara responden juga dikumpulkan.

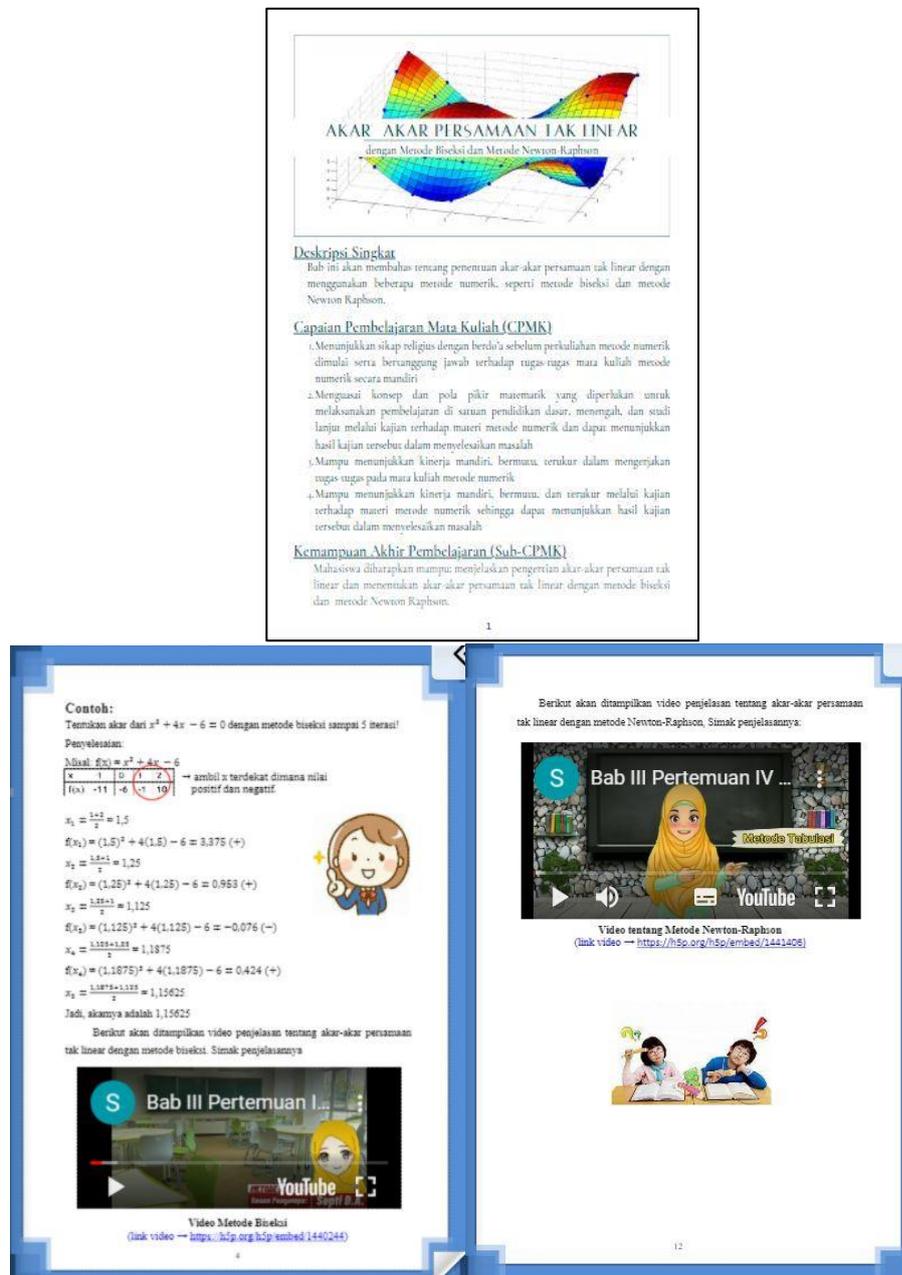
Teknik analisis data dalam penelitian ini yaitu analisis validasi buku ajar digital berbasis STEAM-PjBL, analisis data aktivitas dosen, aktivitas mahasiswa, hasil belajar, dan respon mahasiswa. Teknik analisis data ini dilakukan untuk mendapatkan produk buku ajar digital berbasis STEAM-PjBL yang berkualitas yang memenuhi tiga aspek yakni kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan. Pengembangan buku ajar digital berbasis STEAM-PjBL efektif jika paling sedikit tiga aspek dari empat aspek berikut ini terpenuhi, yaitu: (1) aktivitas mahasiswa efektif, (2) kemampuan dosen dalam mengelola pembelajaran efektif, (3) respon mahasiswa terhadap pembelajaran positif, (4) hasil belajar mahasiswa tuntas secara klasikal, dengan syarat aspek (4) yaitu ketuntasan belajar secara klasikal terpenuhi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Validitas Perangkat Pembelajaran

Adapun perangkat pembelajaran yang divalidasi yaitu buku ajar digital berbasis STEAM-PjBL, rencana pembelajaran mingguan (RPM), dan soal tes. Hasil pengembangan buku ajar digital berbasis STEAM-PjBL dalam penelitian ini adalah valid dengan rata-rata total kevalidan sebesar 3,65. Hal ini berarti buku ajar digital berbasis STEAM-PjBL tersebut telah valid dengan kategori “sangat valid”. Meskipun kategori

yang diperoleh buku ajar digital berbasis STEAM-PjBL sangat valid, validator I memberikan saran agar menambahkan capaian pembelajaran mata kuliah (CPMK) dan menambahkan karakteristik digital pada bahan ajar misalkan link pada video yang ditampilkan. Sementara validator II memberikan saran agar permasalahan yang dibuat disesuaikan dengan kondisi nyata, misalkan pada penggunaan nama toko. Beberapa pada tampilan buku ajar digital berbasis STEAM-PjBL yang telah direvisi ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tampilan Beberapa Bagian Bahan Ajar Setelah Direvisi

Selain buku ajar digital berbasis STEAM-PjBL yang menjadi perhatian utama terdapat beberapa perangkat pendukung yang divalidasi oleh validator yaitu: Rencana Pembelajaran Mingguan (RPM), dan soal tes. Kedua perangkat tersebut juga divalidasi

karena digunakan dalam proses kegiatan belajar mengajar sehingga perangkat pembelajaran yang digunakan tidak melenceng dari materi. Hasil pengembangan pada Rencana Pembelajaran Mingguan (RPM) memiliki nilai rata-rata total kevalidan sebesar 3,71. Hal ini berarti RPM tersebut telah valid dengan kategori “sangat valid”. Berdasarkan hasil validasi dari kedua validator maka dapat disimpulkan RPM tersebut dapat digunakan dengan sedikit revisi. Validator I memberikan saran agar komponen STEAM-PjBL diperjelas. Validator II juga memberikan saran serupa agar langkah-langkah PjBL diuraikan satu persatu.

Soal Tes pada penelitian ini memiliki rata-rata total kevalidan sebesar 3,5. Hal ini menunjukkan soal tes tersebut telah valid dengan kategori “sangat valid”. Meskipun kategori yang diperoleh sangat valid, tapi validator II memberikan saran agar soal yang dibuat disesuaikan dengan kondisi riil. Hasil analisis validasi terhadap buku ajar digital berbasis STEAM-PjBL, rencana pembelajaran mingguan (RPM), dan soal tes telah memenuhi kriteria valid dengan kategori sangat valid, sehingga secara keseluruhan analisis validitas perangkat pembelajaran terpenuhi.

Hasil Analisis Kepraktisan Perangkat Pembelajaran

Selain penilaian kevalidan perangkat pembelajaran yang diisi oleh validator, lembar validasi juga memuat penilaian kepraktisan perangkat pembelajaran. Penilaian kepraktisan juga bertujuan untuk mengetahui apakah perangkat pembelajaran yang dikembangkan dapat dilaksanakan di lapangan berdasarkan penilaian validator. Hasil penilaian kepraktisan perangkat pembelajaran yang dikembangkan yaitu meliputi Buku Ajar Digital Berbasis STEAM-PjBL, Rencana Pembelajaran Mingguan (RPM), Soal Tes.

Hasil penilaian kepraktisan Buku Ajar Digital Berbasis STEAM-PjBL, Rencana Pembelajaran Mingguan (RPM), Soal Tes berdasarkan penilaian validator disajikan di Tabel 1. Berdasarkan hasil ini, dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan penilaian validator terhadap Buku Ajar Digital Berbasis STEAM-PjBL, Rencana Pembelajaran Mingguan (RPM), dan Soal Tes menyatakan dapat digunakan dengan sedikit atau tanpa revisi sehingga perangkat pembelajaran dapat dikatakan “praktis”.

Tabel 1. Hasil Penilaian Kepraktisan Perangkat Pembelajaran

Perangkat Pembelajaran	Validator	Keterangan
Buku Ajar Digital Berbasis STEAM-PjBL	1	Dapat digunakan dengan sedikit revisi
	2	Dapat digunakan dengan sedikit revisi
RPM	1	Dapat digunakan dengan sedikit revisi
	2	Dapat digunakan dengan sedikit revisi
Soal Tes	1	Dapat digunakan tanpa revisi
	2	Dapat digunakan dengan sedikit revisi

Hasil Analisis Keefektifan Perangkat Pembelajaran

Analisis keefektifan perangkat pembelajaran diperoleh saat pelaksanaan uji coba terbatas yaitu saat peneliti melaksanakan pembelajaran menggunakan buku ajar digital berbasis STEAM-PjBL kepada sampel penelitian. Tujuan uji coba untuk mendapatkan masukan langsung dari dosen, mahasiswa, dan para pengamat terhadap buku ajar digital berbasis STEAM-PjBL yang telah disusun dan melihat kecocokan waktu yang telah direncanakan dengan pelaksanaannya selama pelaksanaan uji coba. Pengamat juga mencatat semua respon, reaksi, aktivitas dosen mengelola pembelajaran, aktivitas, tes hasil

belajar dan respon mahasiswa. Dalam uji coba tersebut, diperoleh data tentang aktivitas dosen, aktivitas mahasiswa, tes hasil belajar mahasiswa, dan respon mahasiswa. Pelaksanaan observasi aktivitas dosen adalah gambaran pelaksanaan pembelajaran pada kegiatan awal, kegiatan inti dan kegiatan penutup. Aktivitas dosen yang diamati terdiri dari 6 indikator. Secara keseluruhan, hasil pengamatan aktivitas dosen selama kegiatan pembelajaran oleh observer disajikan dalam Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2 dapat disimpulkan bahwa rata-rata total aktivitas dosen adalah 4, artinya dosen mampu mengelola pembelajaran dengan sangat baik dan melaksanakan pembelajaran sesuai langkah-langkah pembelajaran yang sudah dirancang dalam rencana pembelajaran mingguna (RPM). Angka tersebut berada di kategori “sangat baik” sehingga memenuhi kriteria untuk dikatakan “efektif”.

Tabel 2. Hasil Analisis Data Aktivitas Dosen

Aktivitas Dosen	Rata-rata Penilaian Aktivitas Dosen
Pertemuan I	4
Pertemuan II	4
Rata-rata Total	4

Secara keseluruhan, hasil pengamatan aktivitas mahasiswa selama kegiatan pembelajaran oleh observer disajikan dalam Tabel 3. Berdasarkan Tabel 3 dapat disimpulkan bahwa rata-rata total aktivitas mahasiswa adalah 3,24. Angka tersebut berada di kategori “baik” sehingga memenuhi kriteria untuk dikatakan “efektif”.

Tabel 3. Hasil Analisis Data Aktivitas Mahasiswa

Aktivitas Mahasiswa	Rata-rata Penilaian Aktivitas Mahasiswa
Pertemuan I	3,25
Pertemuan II	3,24
Rata-rata Total	3,24

Data hasil belajar mahasiswa selama penggunaan buku ajar digital berbasis STEAM-PjBL diperoleh melalui tes hasil belajar (THB) setelah berakhirnya proses pembelajaran. Hasil tes yang diperoleh mahasiswa secara singkat disajikan dalam Tabel 4. Berdasarkan Tabel 4 dapat disimpulkan bahwa sebanyak 21 mahasiswa “tuntas” secara individual, artinya mahasiswa telah mencapai kompetensi yang telah ditetapkan pada materi akar-akar persamaan tak linear dengan metode biseksi dan metode Newton-Raphson. Begitu pula, untuk ketuntasan secara klasikal (keberhasilan kelas), persentase mahasiswa yang tuntas sebesar 74% sedangkan kelas dinyatakan tuntas jika sekurang-kurangnya terdapat 70% mahasiswa yang “tuntas” secara individual sehingga dapat dikatakan bahwa secara keseluruhan mahasiswa telah mencapai kompetensi yang telah ditentukan. Karena hasil belajar mahasiswa telah memenuhi kriteria tuntas baik secara individual maupun secara klasikal, maka memenuhi kriteria untuk dikatakan “efektif”.

Tabel 4. Hasil Data Tes Hasil Belajar Mahasiswa

Uraian	Jumlah	Persentase
Mahasiswa yang tuntas	20	74%
Mahasiswa yang tidak tuntas	7	26%

Hasil dan Analisis Respon Mahasiswa

Respon mahasiswa terhadap penggunaan buku ajar digital berbasis STEAM-PjBL

dan pembelajaran yang telah digunakan diperoleh dengan menggunakan angket respon mahasiswa dan diberikan setelah berakhirnya proses pembelajaran. Data yang diperoleh disajikan pada Tabel 5. Berdasarkan Tabel 5 dapat disimpulkan bahwa sebanyak 96,68% mahasiswa senang dan berminat terhadap penggunaan buku ajar digital berbasis STEAM-PjBL dan pembelajaran yang telah digunakan. Dengan kata lain, data tersebut menunjukkan bahwa lebih dari 70% mahasiswa merespon baik perangkat pembelajaran, sehingga respon mahasiswa dapat dikatakan “positif”.

Tabel 5. Hasil Analisis Data Angket Respon Mahasiswa

Urutan Pertanyaan	Ya		Tidak	
	Rata-rata	%	Rata-rata	%
1	27,2	97	0,8	3
2	27,6	98,4	0,4	1,6
3	27	96	1	4
4	27	96	1	4
5	27	96	1	4
Rata-rata persentase respon mahasiswa	96,68%		3,32%	

Berdasarkan hasil di atas, diperoleh bahwa aktivitas mahasiswa efektif, kemampuan dosen dalam mengelola pembelajaran efektif, respon mahasiswa terhadap pembelajaran positif, ketuntasan belajar secara klasikal terpenuhi, maka pengembangan buku ajar digital berbasis STEAM-PjBL efektif karena memenuhi persyaratan berikut, yaitu: (1) aktivitas mahasiswa efektif, (2) kemampuan dosen dalam mengelola pembelajaran efektif, (3) respon mahasiswa terhadap pembelajaran positif, (4) ketuntasan belajar secara klasikal, dengan syarat aspek (4) yaitu ketuntasan belajar secara klasikal terpenuhi.

Pembahasan

Secara keseluruhan pengembangan buku ajar digital berbasis STEAM-PjBL pada mata kuliah metode numerik materi akar-akar persamaan tak linear memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif. Hasil penelitian ini diperkuat dengan penelitian sebelumnya tentang “Perangkat pembelajaran fisika berbasis model PjBL berbasis STEM yang telah dikembangkan berkategori valid, praktis, dan efektif sehingga layak digunakan dalam pembelajaran (Ridha dkk., 2022). Hasil serupa diperoleh dari penelitian “Pengembangan Perangkat Pembelajaran Elektronik berbasis STEAM model PjBL pada materi sistem Koloid memenuhi kriteria sangat valid, praktis dan efektif. Penelitian tentang Pengembangan Bahan Ajar Berbasis PjBL Terintegrasi STEAM Untuk Memfasilitasi Kemampuan Literasi Sains Siswa Sekolah Dasar juga menghasilkan kriteria sangat valid, reliabilitas sangat tinggi, dan sangat praktis (Izzania, 2021).

Buku ajar digital metode numerik ini berbasis STEAM-PjBL karena dalam pembahasan buku ajar ini terdapat proyek yang harus diselesaikan mahasiswa dimana permasalahan yang diberikan dalam proyek ini dikaitkan dengan *science*, *technology*, *engineering*, *art*, dan *mathematic*. Dalam pembuatan proyek tersebut, mahasiswa melakukan aktivitas pengukuran panjang, lebar, tinggi bangun ruang sisi datar dan menentukan galat yang diperoleh dimana aktivitas ini berkaitan dengan *science* (khususnya dalam ilmu fisika), mahasiswa melakukan penghitungan dengan menggunakan bantuan kalkulator dan mengecek hasil atau solusi permasalahan yang dilakukan dengan menggunakan aplikasi matlab dimana kegiatan ini berkaitan dengan *technology*, dalam

penggunaan aplikasi matlab mahasiswa membuat *coding* dimana kegiatan ini berkaitan dengan *engineering* (khususnya pada bidang *software engineering*), mahasiswa melakukan aktivitas menghias atau mengkreasikan konten matematika pada bangun ruang sisi datar yang dibentuk sesuai tema permasalahan dari proyek tersebut dimana aktivitas ini berkaitan dengan *art*, dan penyelesaian dari permasalahan menggunakan metode biseksi dan metode newton raphson yang dipelajari pada metode numerik dimana kegiatan ini berkaitan dengan *mathematics*.

Berdasarkan hasil uji coba penggunaan buku ajar digital metode numerik berbasis STEAM-PjBL pada mahasiswa semester V Program Studi Pendidikan Matematika, FKIP, Universitas Madura, diperoleh beberapa dampak positif adanya perpaduan model pembelajaran PjBL dengan pendekatan STEAM, beberapa diantaranya yaitu akan membiasakan mahasiswa untuk berpikir kritis dan memecahkan permasalahan sehari-hari yang kompleks karena permasalahan yang disajikan pada buku digital metode numerik ini berupa permasalahan yang ada di sekitar siswa dan diintegrasikan dengan bidang sains, teknologi, teknik, seni dan matematika dengan melibatkan kerja proyek. Pembelajaran yang dirancang dengan metode STEAM-PjBL ini juga mampu meningkatkan minat, kreatifitas, dan hasil belajar, serta menambah wawasan mahasiswa karena permasalahan yang disajikan tidak terbatas pada angka-angka saja, namun sudah dikaitkan dengan permasalahan nyata sehingga mahasiswa memahami manfaat mempelajari metode numerik. Hasil serupa diperoleh dari penelitian pengembangan perangkat pembelajaran berbasis STEAM model PjBL yang dapat meningkatkan minat dan hasil belajar peserta didik (Herlina et al., 2022), meningkatkan kreativitas peserta didik berdasarkan indikator kreativitas (Ridha et al., 2022) dan dapat meningkatkan kemampuan pemahaman konsep siswa (Nafiyanto & Pebriana, 2023) dan literasi sains (Izzania, 2021). Hasil penelitian yang lain juga menemukan bahwa pembelajaran STEAM-PjBL mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis (Astriani et al., 2023). Penerapan pembelajaran STEAM-PjBL juga menghasilkan dampak positif antara lain dapat meningkatkan kemampuan *problem solving* siswa (Anindya & Wusqo, 2020; Sarwi et al., 2021).

Dampak positif penggunaan buku ajar digital metode numerik berbasis STEAM-PjBL juga dapat dirasakan dosen, yaitu dosen mampu mengelola pembelajaran dengan lebih baik terutama dalam mengatur waktu dan mendampingi mahasiswa saat bekerjasama atau berkolaborasi dalam kelompok. Pembelajaran juga tidak lagi berpusat pada dosen (*teacher centered learning*), tapi berpusat pada mahasiswa (*student centered learning*) sehingga pembelajaran lebih bermakna. Konsep pendekatan STEAM dan model pembelajaran PjBL merupakan pembelajaran yang berpusat pada siswa dan memberikan pembelajaran yang bermakna kepada siswa (Adriyawati et al., 2020; Cahyani & Sulastri, 2021; Estriyanto, 2020; Setyowati & Mawardi, 2018).

Beberapa kelebihan buku ajar digital berbasis STEAM-PjBL pada mata kuliah metode numerik ini yaitu penggunaannya yang praktis karena dapat dibawa dengan mudah, dapat digunakan kapan pun dan dimanapun, dan dapat dipelajari secara mandiri. Buku ajar ini sudah dilengkapi dengan video materi perkuliahan dan permasalahan berbasis proyek, tugas, dan soal. Buku digital metode numerik ini juga sangat cocok untuk perkuliahan secara daring dan dapat diakses kapanpun oleh mahasiswa pada e-learning Universitas Madura (e-learning.unira.ac.id). Kelebihan buku ajar digital serupa juga dikemukakan oleh penelitian lain sebelumnya, antara lain lebih praktis dan mudah dibawa (Ruddamayanti, 2019). Bahan ajar digital lebih mudah didistribusikan serta lebih interaktif karena dapat ditambahkan ke berbagai perangkat lunak, video, tabel, kuis, jajak pendapat, yang memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dan memahami konten dengan lebih baik (Kisno & Sianipar, 2019). Bahan ajar yang memuat materi secara rinci baik teoritis maupun bahan yang mendukung praktik dapat membantu memahami materi khususnya pada saat pembelajaran daring (Afifulloh & Cahyanto, 2021).

Meskipun terdapat banyak keunggulan, namun buku ajar digital ini juga memiliki beberapa kelemahan atau keterbatasan penggunaan. Untuk membuka buku digital tersebut diperlukan perangkat elektronik, seperti komputer, tablet atau *hand phone*. Selain itu, untuk mengakses buku digital diperlukan paket data internet, terutama jika ingin memahami materi berbentuk video atau soal-soal yang berbentuk *quiziz* atau *gogle form*, begitu pula jika ingin mengunduh buku digital tersebut dalam bentuk pdf. Sebagaimana yang ditemukan oleh penelitian terdahulu, buku digital memiliki beberapa kekurangan penggunaannya membutuhkan perangkat elektronik, seperti komputer, tablet atau ponsel (Ruddamayanti, 2019), sedangkan tidak sedikit siswa yang masih mengalami kesulitan untuk mendapatkan akses internet (Permatasari et al., 2022). Akan tetapi kelemahan ini dapat diatasi saat penggunaan buku ajar di Universitas Madura karena semua mahasiswa sudah memiliki perangkat yang mendukung seperti ponsel, laptop, atau sejenisnya, serta sudah tersedia layanan wifi gratis bagi mahasiswa dan dosen.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian dan pengembangan ini adalah buku ajar digital berbasis STEAM-PjBL pada mata kuliah metode numerik yang valid, praktis, dan efektif. Selain menghasilkan buku ajar, penelitian ini menghasilkan Rencana Pembelajaran Mingguan (RPM) dan soal tes. Keduanya digunakan sebagai pendukung dalam proses pembelajaran.

Penggunaan buku ajar digital berbasis STEAM-PjBL pada mata kuliah numerik ini mampu meningkatkan minat belajar mahasiswa yang ditunjukkan dari hasil angket respon mahasiswa yang bernilai positif, aktivitas mahasiswa juga meningkat, begitu pula dengan hasil belajar mahasiswa yang mengalami peningkatan. Hal positif lain dari penggunaan buku ajar digital ini yaitu menambah wawasan mahasiswa dalam bidang *science, technology, engineering, dan art*, serta membiasakan mahasiswa untuk menyelesaikan masalah dan berpikir kritis. Penggunaan buku ajar digital ini juga mampu melatih serta meningkatkan kemampuan dosen dalam mengelola pembelajaran, termasuk juga kemampuan dalam mengatur waktu serta mengatur mahasiswa dalam kelompok agar mampu berkolaborasi dan bekerjasama secara efektif. Selain itu, buku ajar digital ini dapat membantu mahasiswa belajar mandiri, mudah dibawa ke mana pun, dan dipelajari kapan pun.

Penelitian ini hanya sampai pada tahap ketiga yaitu tahap pengembangan (*development*), belum sampai pada tahap keempat yaitu tahap penyebaran (*dissemination*) untuk mempromosikan produk hasil pengembangan agar diterima pengguna oleh individu, kelompok, atau sistem. Penelitian lanjutan berupa penelitian eksperimen perlu dilakukan untuk mengetahui seberapa besar keefektifan buku ajar digital berbasis STEAM-PjBL pada mata kuliah metode numerik serta perbedaan hasil belajar mahasiswa yang mengikuti pembelajaran menggunakan buku ajar digital berbasis STEAM-PjBL dengan media pembelajaran dan pendekatan pembelajaran yang lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Universitas Madura khususnya Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) yang telah memberikan pendanaan kepada kami melalui hibah Penelitian Internal Universitas Madura pada tahun 2023 dengan nomor kontrak 178/D.21/LPPMUNIRA/VIII/ 2023. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Pendidikan Matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Madura yang telah memberikan motivasi dan kesempatan sehingga penelitian ini selesai tepat waktu.

DAFTAR RUJUKAN

Adriyawati, Utomo, E., Rahmawati, Y., & Mardiah, A. (2020). Steam-project-based

- learning integration to improve elementary school students' scientific literacy on alternative energy learning. *Universal Journal of Educational Research*, 8(5), 1863–1873. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.080523>
- Afifulloh, M., & Cahyanto, B. (2021). Analisis kebutuhan pengembangan bahan ajar elektronik di era pandemi covid-19. *JPDI (Jurnal Pendidikan Dasar Indonesia)*, 6(2), 31. <https://doi.org/10.26737/jpdi.v6i2.2515>
- Amarulloh, A., Surahman, E., & Meylani, V. (2019). Refleksi peserta didik terhadap pembelajaran berbasis digital. *Metaedukasi*, 1(1), 13–23.
- Astriani, D., Martini, Rosdiana, L., Fauziah, A. N. M., & Purnomo, A. R. (2023). Steam-project based learning (pjbl): efforts to train critical thinking skills for prospective science teacher. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(10), 7909–7915. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i10.3823>
- Cahyani, G. P., & Sulastri, S. (2021). Pengaruh project based learning dengan pendekatan steam terhadap kemampuan berpikir kritis pada pembelajaran online di smk negeri 12 malang. *Jurnal Pendidikan Akuntansi (JPAK)*, 9(3), 372–379. <https://doi.org/10.26740/jpak.v9n3.p372-379>
- Estriyanto, Y. (2020). Menanamkan konsep pembelajaran berbasis steam (science, technology, engineering, art, and mathematics) pada guru-guru sekolah dasar di pacitan. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Dan Kejuruan*, 13(2), 68–74. <https://doi.org/10.20961/jiptek.v13i2.45124>
- Herlina, H., Ramlawati, R., & Hasri, H. (2022). Pengembangan perangkat pembelajaran elektronik berbasis steam untuk meningkatkan minat dan hasil belajar. *Chemistry Education Review (CER)*, 5(2), 198. <https://doi.org/10.26858/cer.v5i2.32731>
- Izzania, R. D. S. M. (2021). Pengembangan bahan ajar project based learning (pjbl) terintegrasi steam untuk memfasilitasi kemampuan literasi sains siswa kelas vi sekolah dasar. *Jurnal Pembelajaran Dan Pengajaran Pendidikan Dasar*, 4(2), 146–157. <https://doi.org/10.33369/dikdas.v4i2.15914>
- Kisno, K., & Sianipar, O. L. (2019). Perbandingan efektivitas buku digital versus buku cetakan dalam meningkatkan performa belajar mahasiswa. *Jesya (Jurnal Ekonomi & Ekonomi Syariah)*, 2(1), 229–233. <https://doi.org/10.36778/jesya.v2i1.49>
- Mintowati, M. (2003). *Panduan penulisan buku ajar*. Depdikbud.
- Muhasim, M. (2017). Pengaruh teknologi digital terhadap motivasi belajar peserta didik. *Palapa*, 5(2), 53–77. <https://doi.org/10.36088/palapa.v5i2.46>
- Nafiyanto, N. R., & Pebriana, I. N. (2023). Pengembangan e-modul dinamika partikel model guided discovery learning berbasis stem untuk meningkatkan pemahaman konsep dan kemampuan kolaborasi peserta didik. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*. 11(2), 28–37. <https://doi.org/10.21831/jpms.v11i2.65943>
- Nopiyanti, I., Adjie, N., & Putri, S. U. (2020). *Steam-pbl in early childhood education: optimization strategies for developing communication skills*. 503(Icecep 2019), 81–86. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.201205.090>
- Permatasari, A. D., Iftitah, K. N., Sugiarti, Y., & Anwas, O. M. (2022). Peningkatan literasi indonesia melalui buku elektronik. *Kwangsan: Jurnal Teknologi Pendidikan*. 10 (2), 261–282.
- Prastowo, A. (2014). *Panduan kreatif membuat bahan ajar inovatif*. Diva Press.
- Putra, A. K., Sumarmi, Sahrina, A., & Fajrilia, A. (2021). Effect of mobile-augmented reality (mar) in digital encyclopedia on the complex problem solving and attitudes of undergraduate student. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(7), 119–134. <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i07.21223>
- Putri, S. U., & Taqiudin, A. A. (2022). Steam-pbl: strategi pengembangan kemampuan memecahkan masalah anak usia dini. *Jurnal Obsesi : Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 6(2), 856–867. <https://doi.org/10.31004/obsesi.v6i2.1270>

- Ridha, M. R., Zuhdi, M., & Ayub, S. (2022). Pengembangan perangkat pembelajaran pjbl berbasis stem dalam meningkatkan kreativitas fisika peserta didik. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 7(1), 223–228. <https://doi.org/10.29303/jipp.v7i1.447>
- Ruddamayanti. (2019). Pemanfaatan buku digital dalam meningkatkan minat baca. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Program Pascasarjana Universitas PGRI Palembang*, 2, 1193–1202.
- Samsudin, M. A., Jamali, S. M., Zain, A. N. M., & Ebrahim, N. A. (2020). The effect of stem project based learning on self-efficacy among high-school physics students. *Journal of Turkish Science Education*, 17(1), 94–108. <https://doi.org/10.36681/tused.2020.15>
- Setyowati, N., & Mawardi, M. (2018). Sinergi project based learning dan pembelajaran bermakna untuk meningkatkan hasil belajar matematika. *Scholaria: Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 8(3), 253–263. <https://doi.org/10.24246/j.js.2018.v8.i3.p253-263>
- Wena, M. (2009). *Strategi pembelajaran inovatif konteporer suatu tinjauan konseptual operasional*. Bumi Aksara.
- Woolfolk, A. (2009). *Educational psychology active learning edition*. Pearson Educational.