

Pengembangan Modul Ajar Matematika SMA Materi Regresi Linier dengan Pendekatan Deep Learning Berbasis Kerangka Understanding By Design

Alfiatur Rosida¹, Annisa Putri Rahmawati², Alfina Lutfi Rahmawati³, Alifiani⁴, Dwi Nurcahyo⁵

¹Universitas Islam Malang , alfiaturrosida623@gmail.com

²Universitas Islam Malang , annisaputrirahmawati12@gmail.com

³Universitas Islam Malang , alfinalutfi21@gmail.com

⁴Universitas Islam Malang , alifiani@unisma.ac.id

⁵SMA Negeri 2 Malang , dwinurcahyodiedit@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan modul ajar matematika berbantuan LKPD berbasis *deep learning* menggunakan kerangka Understanding by Design (UbD) pada materi regresi linier yang valid dan praktis. Penelitian ini adalah pengembangan (Research and Development) dengan menggunakan model 4D (define, design, develop, dan disseminate). Namun, penelitian ini hanya dilaksanakan hingga tahap develop karena keterbatasan waktu penelitian. Subjek uji coba penelitian adalah 36 siswa kelas XI di salah satu SMA Kota Malang. Instrumen penelitian berupa lembar validasi modul ajar, lembar validasi LKPD, dan angket respons siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul ajar memperoleh nilai rata-rata validasi sebesar 3,91 dengan kategori valid, sedangkan LKPD memperoleh nilai rata-rata 3,90 dengan kategori valid. Hasil uji kepraktisan menunjukkan persentase rata-rata sebesar 84,61% dengan kategori praktis. Modul ajar yang dikembangkan mampu menciptakan pembelajaran yang bermakna, berkesadaran, dan menyenangkan melalui integrasi kerangka UbD, pendekatan deep learning, dan model problem based learning.

Kata Kunci: *deep learning, Understanding by Design, regresi linier, modul ajar.*

Abstract

This study aims to develop a mathematics teaching module assisted by a deep learning-based Student Worksheet (LKPD) using the Understanding by Design (UbD) framework on valid and practical linear regression material. This research is a development (Research and Development) using the 4D model (define, design, develop, and disseminate). However, this research was only carried out up to the development stage due to limited research time. The subjects of the research trial were 36 grade XI students at a high school in Malang City. The research instruments were a teaching module validation sheet, a Student Worksheet validation sheet, and a student response questionnaire. The results showed that the teaching module obtained an average validation score of 3.91 with a valid category, while the student worksheet obtained an average score of 3.90 with a valid category. The results of the practicality test showed an average percentage of 84.61% with a practical category. The developed teaching module was able to create meaningful, conscious, and enjoyable learning through the integration of the UbD framework, a deep learning approach, and a problem-based learning model.

Keywords: *deep learning, Understanding by Design, linear regression, instructional module.*

Corresponding Author:

Alfiatur Rosida

Universitas Islam Malang, alfiaturrosida623@gmail.com

PENDAHULUAN

Matematika memiliki peran yang penting dalam pengembangan kemampuan berpikir logis, analitis, dan sistematis serta menjadi landasan dalam penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi (Purwaningrum, 2016). Matematika tidak hanya tentang ilmu perhitungan, namun matematika merupakan sarana komunikasi yang digunakan dalam kehidupan, seperti pengambilan keputusan dan penyelesaian permasalahan kompleks di berbagai bidang (Sharma, 2021). Dalam Permendikbud nomor 24 Tahun 2026 dijelaskan bahwa melalui pembelajaran matematika yang berkualitas, murid diharapkan mampu untuk meningkatkan kemampuan bernalar kritis, berpikir kreatif, dan mengomunikasikan pendapat dengan sistematis

Kualitas pembelajaran matematika di Indonesia masih dihadapkan oleh tantangan yang krusial. Hasil dari *Programme for International Student Assessment* (PISA) pada tahun 2022, Indonesia berada pada peringkat ke-68 dari 81 negara dengan skor rata-rata 366. Skor yang diperoleh Indonesia jauh di bawah rata-rata negara OECD yaitu sebesar 473 (OECD, 2023). Masalah ini mengindikasikan bahwa murid di Indonesia masih belum memiliki kemampuan yang optimal dalam menerapkan konsep matematika pada konteks nyata (Masruroh & Apriyono, 2025). Kondisi tersebut diperkuat dengan temuan di lapangan yang mengindikasikan bahwa murid cenderung menghafal rumus tanpa memahami konsep secara mendalam (Andris et al., 2025). Hal tersebut mengakibatkan murid mengalami kesulitan dalam memilih cara yang tepat untuk menyelesaikan permasalahan-permasalahan yang berbeda dari contoh yang telah diberikan oleh guru (Olifia & Rambe, 2025). Salah satu materi matematika pada jenjang SMA kelas XI yang menuntut pemahaman konseptual secara mendalam yaitu regresi linier.

Materi regresi linier bukan hanya mengajarkan prosedur perhitungan, namun juga menuntut kemampuan dalam menginterpretasi data, memahami hubungan antar variabel, dan kemampuan bernalar kritis terhadap data (Agusta, 2023). Pemahaman terhadap statistika pada materi ini meliputi kemampuan dalam menginterpretasi garis regresi, memahami koefisien korelasi, dan menarik kesimpulan yang valid berdasarkan data. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan pembelajaran yang tepat untuk mengatasi kerentanan murid terhadap miskonsepsi pada makna garis regresi (Idris, 2022). Situasi ini menuntut adanya rancangan pembelajaran yang berpusat pada murid untuk menumbuhkan pemahaman yang kontekstual dan bermakna (Kurniawan, 2023). *Deep learning* merupakan pendekatan yang dapat digunakan untuk merespon permasalahan tersebut.

Deep learning dalam konteks pembelajaran tidak berkaitan dengan kecerdasan buatan, melainkan pendekatan pedagogis yang mendorong murid untuk berpartisipasi secara aktif, kritis, dan dapat mengaitkan pengetahuan baru dengan pengetahuan yang telah dimiliki sebelumnya. Pendekatan ini diatur dalam Permendikdasmen Nomor 13 tahun 2025. Pendekatan ini meliputi pembelajaran berkesadaran (*mindful learning*), pembelajaran bermakna (*meaningful learning*), dan pembelajaran yang menggembirakan (*joyful learning*) (Andayanie et al., 2025; Feriyanto & Anjariyah, 2024). Ketiga fase tersebut mengonstruksi pemahaman secara mendalam, mandiri, dan berkelanjutan. Dengan pendekatan ini, murid tidak hanya mampu menerapkan konsep pada masalah yang familiar, namun murid mampu mentransfer pemahaman tersebut ke dalam situasi yang baru (Feriyanto & Anjariyah, 2024). Pendekatan *deep learning* relevan dengan kurikulum merdeka yang menekankan pada pembelajaran yang berpusat pada murid. Kurikulum Merdeka menuntut guru untuk menyusun rancangan pembelajaran yang bermakna, kontekstual, dan memfasilitasi perkembangan kompetensi murid. Namun, implementasi di lapangan menunjukkan bahwa proses pembelajaran masih didominasi oleh pembelajaran yang berpusat pada guru dan lebih mengutamakan penguasaan prosedur daripada pemahaman yang mendalam (Susanti & Sudiansyah, 2024). Kesenjangan ini membutuhkan

solusi berupa modul ajar yang secara sistematis mengintegrasikan prinsip-prinsip *deep learning* ke dalam seluruh komponen pembelajaran. Untuk menjamin bahwa setiap komponen pembelajaran pada modul ajar memiliki keterkaitan yang selaras antara tujuan, asesmen, dan pengalaman belajar, maka digunakan kerangka *Understanding by Design* (UbD) untuk dijadikan landasan penyusunan desain rancangan yang tepat.

Understanding by Design (UbD) menggunakan prinsip *backward design* yang dimulai dari perumusan tujuan pembelajaran, dilanjutkan dengan perancangan asesmen, dan diakhiri dengan penyusunan pengalaman dan aktivitas belajar (Dávila, 2017). Pendekatan dengan kerangka UbD memastikan setiap pengalaman belajar yang dirancang pada modul ajar disusun untuk mendukung pencapaian pemahaman yang mendalam dan bukan sekedar penyelesaian konten. Dengan mengintegrasikan pendekatan *deep learning* dan kerangka UbD, diharapkan dapat menghasilkan modul ajar yang berpusat pada murid dan memfasilitasi pemahaman konseptual regresi linier secara bermakna dan berkelanjutan.

Beberapa penelitian terdahulu telah memberikan landasan empiris bagi penelitian ini. Terdapat penelitian yang terkait dengan mengembangkan modul ajar matematika berbasis pendekatan *deep learning* menggunakan model R&D ADDIE dan modul ajar yang dikembangkan terbukti valid, praktis, serta efektif untuk meningkatkan hasil belajar kognitif murid (R. F. Anggraini et al., 2025). Sejalan dengan itu, (Usfira et al., 2024) mengembangkan modul ajar matematika berbasis *Understanding by Design* pada murid kelas X dan modul ajar yang dikembangkan terbukti valid, praktis, dan efektif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis murid. Terdapat juga penelitian yang mengembangkan modul ajar matematika berdiferensiasi berbasis UbD dalam konteks Kurikulum Merdeka dan menegaskan bahwa penerapan prinsip *backward design* UbD mampu memperkuat keterkaitan antara tujuan pembelajaran, aktivitas, dan evaluasi secara koheren (Putra et al., 2023). Terdapat penelitian yang secara khusus mengkaji integrasi pendekatan *deep learning* dengan kerangka UbD dalam pembelajaran matematika dan merumuskan model *unit teaching* berbasis UbD yang berorientasi *deep learning* sebagai upaya dalam meningkatkan pemahaman bermakna murid (Li & Wen, 2023).

Kesenjangan penelitian (*research gap*) menjadi dasar urgensi dari penelitian ini. Belum tersedianya modul ajar yang secara eksplisit mengintegrasikan prinsip-prinsip Deep Learning (*mindful, meaningful, dan joyful*) ke dalam kerangka UbD untuk materi regresi linier menunjukkan bahwa terdapat kebutuhan nyata terhadap produk pengembangan yang dimaksud. Penelitian ini dilakukan untuk mengupayakan solusi terhadap kesenjangan yang terjadi dengan mengembangkan modul ajar yang dirancang secara sistematis berbasis *backward design* UbD sekaligus menerapkan tiga prinsip *deep learning* sebagai penggerak aktivitas pembelajaran. Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan modul ajar matematika dengan pendekatan *deep learning* berbasis *Understanding by Design* pada materi regresi linier, dan mengetahui kelayakan modul ajar matematika dengan pendekatan *deep learning* berbasis *Understanding by Design* pada materi regresi linier berdasarkan penilaian tim validator.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*Research and Development*). Model pengembangan yang dipilih adalah model 4D oleh (Thiagarajan et al., 1974) yang terdiri atas empat tahapan, yaitu Define (Pendefinisian), Design (Perancangan), Develop (Pengembangan), dan Disseminate (Penyebaran). Pemilihan model 4D didasarkan pada pertimbangan bahwa model tersebut memberikan tahapan pengembangan instruksional yang sistematis, terarah, serta relatif sederhana namun tetap komprehensif, sehingga proses pengembangan dapat dilaksanakan secara efektif dan efisien (Alifa et al., 2023). Namun, penelitian ini hanya dilaksanakan hingga tahap *Develop*, sedangkan tahap *Disseminate*

tidak dilaksanakan. Hal ini dikarenakan tahap Disseminate bertujuan untuk menyebarluaskan produk secara lebih luas ke berbagai sekolah atau pengguna lain, sementara penelitian ini hanya melakukan uji coba kepraktisan pada satu kelas sebagai bagian dari tahap pengembangan. Tahapan penelitian pengembangan yang dilakukan dapat dijelaskan sebagai berikut.

Pada tahap *Define*, dilakukan serangkaian analisis untuk memperoleh dasar pengembangan pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan. Terdapat lima komponen yang dianalisis, yaitu analisis awal-akhir untuk mengidentifikasi permasalahan dan solusi pembelajaran, analisis siswa untuk mengetahui kebutuhan dan kemampuan belajar siswa, analisis konsep untuk menguraikan konsep materi secara sistematis, analisis materi untuk menyesuaikan materi dengan karakteristik siswa, serta perumusan tujuan pembelajaran sebagai acuan dalam penyusunan kegiatan pembelajaran (Heleni et al., 2023). Selanjutnya, pada tahap *Design* (Perancangan), dilakukan proses penyusunan rancangan perangkat pembelajaran sebagai dasar pengembangan produk. Kegiatan yang dilakukan meliputi pengumpulan bahan, pemilihan media, penyusunan isi materi, penentuan format, serta pembuatan rancangan awal produk pembelajaran (Latif et al., 2024). Tahap *Develop* (Pengembangan) dilakukan melalui proses validasi oleh validator dan revisi produk sebelum dilakukan uji coba, kemudian modul diuji cobakan dalam skala terbatas untuk mengetahui kekurangan produk sebagai dasar perbaikan agar modul yang dikembangkan layak digunakan dalam pembelajaran (Nindiasari et al., 2022; Setiawati & Agoestanto, 2023).

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua jenis, yaitu lembar validasi modul ajar dan lembar validasi LKPD. Lembar validasi modul ajar terdiri dari 26 butir pernyataan yang mencakup enam aspek penilaian: i)Kelengkapan komponen modul kerangka UbD, ii)Komponen pembelajaran mendalam (*deep learning*), iii)Kualitas tujuan dan isi materi, iv) Rancangan asesmen pembelajaran, v)Praktik pedagogis dan lingkungan pembelajaran, serta vi) Kelayakan bahasa dan penyajian. Lembar validasi LKPD terdiri dari 18 butir pernyataan yang mencakup empat aspek: i)Aspek penggunaan LKPD, ii)Aspek keterpaduan isi, iii)Aspek tampilan, dan iv)Aspek kebahasaan.

Jenis data dalam penelitian ini terbagi menjadi dua, yaitu data kuantitatif dan data kualitatif. Data kuantitatif diperoleh melalui dua sumber, yaitu skor hasil validasi Modul Ajar dan LKPD yang digunakan untuk mengukur tingkat kelayakan produk yang dikembangkan, dan persentase hasil angket respons siswa yang digunakan untuk mengetahui kepraktisan dari sisi siswa terhadap pembelajaran berbantuan LKPD. Sementara itu, data kualitatif diperoleh melalui komentar serta saran yang diberikan oleh validator selama proses validasi produk. Seluruh data ini digunakan sebagai dasar dalam proses revisi dan penyempurnaan modul ajar yang dikembangkan.

Validasi produk dilakukan oleh dua orang validator yang memiliki kompetensi di bidangnya. Validator pertama adalah seorang guru matematika bersertifikat pendidik dengan pengalaman mengajar lebih dari 10 tahun di SMA Negeri 2 Kota Malang. Validator kedua adalah seorang dosen Pendidikan Matematika bergelar Doktor (S3) dari Universitas Islam Malang. Pemilihan kedua validator ini didasarkan pada pertimbangan bahwa mereka memiliki keahlian dan pengalaman yang relevan dalam menilai kelayakan perangkat pembelajaran matematika, baik dari sisi praktis di lapangan maupun dari sisi teoritis dan akademis.

Teknik analisis data hasil validasi oleh validator dilakukan dengan menghitung skor rata-rata penilaian menggunakan rumus:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Dengan:

$$x_i = \frac{\text{jumlah skor}}{\text{skor maksimal}} \times 4$$

Skor rata-rata validasi yang diperoleh kemudian dibandingkan berdasarkan kriteria sebagaimana ditampilkan pada Tabel 1

Tabel 1. Klasifikasi Tingkat Kelayakan Modul Ajar

Interval Nilai	Kategori Kelayakan	Keterangan
$3,25 < \bar{x} \leq 4,00$	Layak	Tidak Perlu Revisi
$2,50 < \bar{x} \leq 3,25$	Cukup Layak	Revisi Sebagian
$1,75 < \bar{x} \leq 2,50$	Kurang Layak	Revisi Sebagian dan Pengkajian Ulang
$1,00 < \bar{x} \leq 1,75$	Tidak Layak	Revisi Menyeluruh

Adaptasi dari (Etanastia et al., 2022)

Kepraktisan modul ajar dianalisis berdasarkan hasil angket respons siswa setelah mengikuti kegiatan pembelajaran berbantuan LKPD. Data yang diperoleh diolah menggunakan rumus:

$$P = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah skor maksimal}} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Praktikalitas

Persentase kepraktisan yang diperoleh kemudian dibandingkan berdasarkan kriteria kepraktisan sebagaimana ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Kepraktisan

Persentase	Tingkat Kepraktisan
$20\% \leq P \leq 40\%$	Tidak Praktis
$40\% < P \leq 60\%$	Kurang Praktis
$60\% < P \leq 80\%$	Cukup Praktis
$80\% < P \leq 100\%$	Praktis

Adaptasi dari (Nesri & Kristanto, 2020)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan modul ajar matematika dengan pendekatan deep learning berbasis UbD (Understanding by Design) pada materi regresi linier yang dikembangkan melalui tiga tahapan model 4D. Produk yang dihasilkan dirancang secara sistematis dengan mengintegrasikan kerangka backward design UbD dan prinsip-prinsip pembelajaran mendalam, sehingga mampu menciptakan pengalaman belajar yang berkesadaran, bermakna, dan menggembirakan. Tahapan penelitian pengembangan yang dilakukan dapat disajikan sebagai berikut.

1. Hasil Tahap Define

Tahap *define* dilakukan sebagai tahap awal dalam penelitian pengembangan model 4D. Tahap ini bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran, karakteristik siswa, materi yang akan dikembangkan, serta tujuan pembelajaran yang akan dicapai. Pada tahap ini dilakukan analisis awal, analisis karakteristik siswa, analisis tugas, analisis konsep, dan perumusan tujuan pembelajaran sebagai dasar dalam penyusunan modul ajar.

Berdasarkan hasil analisis awal-akhir yang dilakukan melalui observasi kelas dan wawancara dengan guru mata pelajaran matematika, diketahui bahwa pada materi persamaan regresi linier siswa memerlukan bahan ajar yang lebih terstruktur dan kontekstual untuk membantu memahami konsep serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu, siswa membutuhkan aktivitas pembelajaran yang dapat mendorong keterlibatan aktif, diskusi, dan pemecahan masalah sehingga pemahaman konsep dapat diperoleh secara lebih mendalam.

Hasil analisis karakteristik siswa siswa juga lebih tertarik pada pembelajaran berbasis diskusi kelompok dan aktivitas pemecahan masalah. Namun, sebagian siswa masih mengalami kesulitan dalam menginterpretasikan hubungan antarvariabel dan menggunakan persamaan regresi linier untuk membuat prediksi. Selain itu, kemampuan akademik dan latar belakang siswa yang beragam menjadi pertimbangan dalam penyusunan modul ajar agar dapat memenuhi kebutuhan belajar siswa secara menyeluruh.

Pada bagian analisis konsep, dilakukan pengkajian terhadap capaian pembelajaran (CP) kurikulum merdeka pada domain analisis data dan peluang fase F untuk menyusun indikator pembelajaran pada materi regresi linier. Capaian pembelajaran tersebut menekankan kemampuan siswa dalam melakukan penyelidikan statistika pada data bivariat, mengidentifikasi hubungan antarvariabel, memperkirakan model linier terbaik (*best fit line*), serta membedakan hubungan asosiasi dan sebab-akibat. Berdasarkan capaian pembelajaran tersebut, materi yang dikembangkan difokuskan pada penyelesaian permasalahan yang melibatkan regresi linier dalam kehidupan sehari-hari.

Pada bagian analisis tugas, dilakukan melalui pemetaan materi berdasarkan hasil analisis konsep yang telah disusun pada materi regresi linier. Hasil analisis tersebut kemudian diuraikan menjadi beberapa materi pokok yang disajikan dalam LKPD secara bertahap dan sistematis. Analisis tugas yang dilakukan mengacu pada capaian pembelajaran fase F serta kemampuan siswa dalam menyelesaikan permasalahan kontekstual yang melibatkan regresi linier. Adapun rincian tugas yang dikembangkan dalam LKPD meliputi menentukan variabel bebas dan variabel terikat, mengolah data untuk menentukan nilai koefisien regresi, menyusun persamaan regresi linier menggunakan metode kuadrat terkecil, menginterpretasikan makna persamaan regresi, serta menggunakan persamaan regresi linier untuk membuat prediksi dan menyelesaikan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari.

Langkah berikutnya adalah menentukan tujuan pembelajaran yang mengacu dengan kerangka UbD. Tujuan pembelajaran yang dirumuskan yaitu: i) siswa mampu mengonstruksi persamaan regresi linier dari data bivariat menggunakan metode kuadrat terkecil secara sistematis dan akurat, ii) siswa mampu menginterpretasikan koefisien regresi untuk membuat prediksi dalam konteks masalah nyata.

Pelaksanaan tahap *define* dalam penelitian ini sejalan dengan penelitian-penelitian pengembangan sebelumnya. Tahap *define* sebagai langkah awal yang mencakup analisis awal-akhir, analisis karakteristik siswa, analisis konsep, analisis tugas, dan perumusan tujuan pembelajaran sebagai dasar pengembangan bahan ajar yang sesuai dengan kebutuhan dan kondisi siswa. Hal ini menegaskan bahwa tahap *define* bukan sekadar prosedur formal, melainkan fondasi yang menentukan arah dan kesesuaian seluruh proses pengembangan berikutnya (Purwasi & Fitriyana, 2020; Syahril et al., 2023).

2. Hasil Tahap Design

Setelah tahap *define* dilakukan, tahap berikutnya adalah *design*, yaitu merancang *prototype* awal modul ajar matematika menggunakan kerangka *Understanding by Design* pada materi persamaan regresi linier. Modul ajar dirancang menggunakan prinsip *backward design* dengan mengintegrasikan pendekatan *deep learning* dan model *problem based learning* untuk mewujudkan pembelajaran yang lebih bermakna, kontekstual, dan

mendorong pemahaman mendalam siswa (Muhlis et al., 2026; Pujiharjono, 2024). Gambar berikut menunjukkan rancangan modul ajar dengan menggunakan kerangka *Understanding by Design*, yang terdiri dari *desired results*, *assessment evidence*, dan *learning plan*.

Kerangka Kerja Understanding by Design (UbD)			
PTSP: Rancangan Modul Ajar Tahun: 2025/2026 Semester: I Kelas: X		Penyusun: Alvinia Baiti, Alvinia Laili R. Nuzul, Nurul H.	
Unit 1: <i>Desired Results</i> - Memahami Konsep Matriks dan Aplikasinya			
Desired Results (DR) 1. DR-1: Siswa dapat memahami konsep matriks sebagai kumpulan bilangan yang disusun dalam baris dan kolom. 2. DR-2: Siswa dapat memahami konsep operasi matriks (penjumlahan, pengurangan, perkalian, pembagian). 3. DR-3: Siswa dapat memahami konsep invers matriks.		Assessment Evidence (AE) 1. AE-1: Tes tertulis tentang definisi matriks. 2. AE-2: Tes tertulis tentang operasi matriks. 3. AE-3: Tes tertulis tentang invers matriks.	
Learning Plan (LP) 1. LP-1: Siswa dapat memahami konsep matriks sebagai kumpulan bilangan yang disusun dalam baris dan kolom. 2. LP-2: Siswa dapat memahami konsep operasi matriks (penjumlahan, pengurangan, perkalian, pembagian). 3. LP-3: Siswa dapat memahami konsep invers matriks.		Assessment Evidence (AE) 1. AE-1: Tes tertulis tentang definisi matriks. 2. AE-2: Tes tertulis tentang operasi matriks. 3. AE-3: Tes tertulis tentang invers matriks.	
Unit 2: <i>Assessment Evidence</i> - Matriks dan Aplikasinya			
Assessment Evidence (AE) 1. AE-1: Tes tertulis tentang definisi matriks. 2. AE-2: Tes tertulis tentang operasi matriks. 3. AE-3: Tes tertulis tentang invers matriks.		Assessment Evidence (AE) 1. AE-1: Tes tertulis tentang definisi matriks. 2. AE-2: Tes tertulis tentang operasi matriks. 3. AE-3: Tes tertulis tentang invers matriks.	
Unit 3: <i>Learning Plan</i> - Matriks dan Aplikasinya			
Learning Plan (LP) 1. LP-1: Siswa dapat memahami konsep matriks sebagai kumpulan bilangan yang disusun dalam baris dan kolom. 2. LP-2: Siswa dapat memahami konsep operasi matriks (penjumlahan, pengurangan, perkalian, pembagian). 3. LP-3: Siswa dapat memahami konsep invers matriks.		Assessment Evidence (AE) 1. AE-1: Tes tertulis tentang definisi matriks. 2. AE-2: Tes tertulis tentang operasi matriks. 3. AE-3: Tes tertulis tentang invers matriks.	

Gambar 1. Kerangka Modul Ajar Berbasis *Understanding by Design*

Pada bagian *desired results*, ditetapkan tujuan pembelajaran agar siswa mampu menentukan persamaan regresi linier dari data bivariat serta menginterpretasikan hasil regresi untuk membuat prediksi dalam konteks nyata. Selain itu, dirumuskan pula pemahaman bermakna dan pertanyaan esensial yang mengarahkan siswa untuk memahami bagaimana statistika dapat digunakan dalam memecahkan masalah kehidupan sehari-hari.

Selanjutnya adalah *assessment evidence*, yaitu penyusunan asesmen sebagai bukti ketercapaian tujuan pembelajaran. Modul ajar memuat asesmen awal, asesmen proses, dan asesmen akhir pembelajaran. Asesmen awal dilakukan melalui pertanyaan pemantik untuk mengetahui pemahaman awal siswa terkait hubungan antarvariabel. Asesmen proses dilakukan melalui observasi diskusi, penilaian LKPD, serta rubrik berpikir kritis dan kolaborasi. Sementara itu, asesmen akhir dilakukan melalui tugas individu dan *self assessment* untuk mengukur kemampuan siswa dalam menyusun persamaan regresi linier, melakukan prediksi, dan merefleksikan hasil belajar.

Bagian yang terakhir pada *Understanding by Design* adalah menyusun *learning plan*, yaitu perancangan pengalaman belajar yang disusun berdasarkan sintaks *problem based learning* dan terintegrasi dengan pengalaman dan prinsip *deep learning* melalui kegiatan memahami, mengaplikasikan, dan merefleksikan. Pembelajaran diawali dengan masalah kontekstual mengenai hubungan kelembaban udara dan curah hujan untuk membantu siswa memahami penerapan regresi linier dalam kehidupan nyata. Siswa kemudian bekerja dalam kelompok menggunakan LKPD berbasis masalah kontekstual terkait dengan regresi linier.

Selain modul ajar, pada tahap *design* juga disusun instrumen validasi berupa lembar validasi modul ajar dan LKPD untuk mengetahui kelayakan produk sebelum tahap penyebaran. Penyusunan instrumen validasi bertujuan memperoleh masukan dari validator agar modul yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran dan layak digunakan pada materi persamaan regresi linier.

Rancangan modul ajar yang dihasilkan pada tahap ini mencerminkan prinsip utama UbD sebagai kerangka *backward design*, yaitu dimulai dari penetapan tujuan, dilanjutkan dengan perancangan asesmen, baru kemudian disusun pengalaman belajar. Hal ini sejalan dengan temuan (Usfira et al., 2024) yang menegaskan bahwa UbD dirancang untuk mendorong siswa berpikir secara kritis dan menciptakan pemahaman baru dari konsep yang dipelajari, dengan memberikan penekanan pada pemahaman yang mendalam dan aplikasi pengetahuan dalam konteks yang bermakna bagi siswa, sehingga siswa dituntut

Selain menyusun rancangan untuk modul ajar, pada tahap *design* juga dilakukan penyusunan instrumen guna melihat kelayakan modul ajar sebelum dilakukan penyebaran. Instrumen yang digunakan untuk melihat kelayakan modul ajar adalah lembar validasi (Afriliziana et al., 2022). Instrumen validasi terdiri dari instrumen validasi modul ajar dan validasi LKPD. Penyusunan instrumen validasi pada tahap *design* bertujuan tidak hanya untuk mengukur kelayakan produk, tetapi juga untuk memperoleh masukan perbaikan dari para ahli sebelum produk disebarluaskan (Karim et al., 2023). Dengan adanya masukan dan perbaikan, maka produk yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran serta layak digunakan dalam proses pembelajaran matematika pada materi persamaan regresi linier.

Pada tahap pengembangan, rancangan modul ajar dan LKPD yang telah disusun pada tahap design direalisasikan menjadi produk utuh. Adapun tampilan produk yang dihasilkan disajikan pada gambar-gambar berikut.

Gambar 2. Tampilan Identifikasi dan Desain Pembelajaran Modul Ajar

Gambar 2 menunjukkan tampilan bagian identifikasi dan desain pembelajaran yang memuat profil siswa, uraian materi, capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, serta praktik pedagogis berbasis pendekatan *deep learning* dengan model *problem based learning*.

3. Masalah

a) Guru memberikan gambaran masalah nyata yang dihadapi
"Komer yang akan kita pelajari hari ini akan berguna dalam berbagai bidang. Tidak hanya untuk belajar matematika, namun juga berguna di bidang ekonomi, kesehatan, serta yang lainnya. Salah satunya yaitu memprediksi kemungkinan suatu hal."

b) Guru memberikan tantangan
"Hari ini kalian akan belajar tentang seorang analis data (ini pekerjaan nyata sekolah) dan mencoba memprediksi sesuatu berdasarkan data yang diberikan."

4. Penyusunan Tujuan Pembelajaran

Guru menyampaikan tujuan pembelajaran, yaitu setelah mengikuti pembelajaran, murid diharapkan mampu:

a) Menentukan persamaan regresi linier dari data bivariate yang diberikan secara tepat
b) Menginterpretasikan makna persamaan regresi linier dalam memprediksi permasalahan.

Kegiatan Inti (70 menit)
(Peningkatan pemahaman, berkolaborasi, berkreasi, mengkomunikasikan)

Membaca (berkolaborasi, berkreasi)

Guru memberikan gambaran dan penjelasan singkat tentang bentuk umum persamaan garis regresi.

Struktur 1: Orientasi Pada Masalah

- Murid diberikan masalah kontekstual
Sebelum akan mempelajari secara detail kegiatan olahraga hari minggu besok pagi Pak Andi sudah ingin mengetahui kemungkinan curah hujan agar dapat menyiapkan rencana cadangan. Tim Prakiraan Cuaca Sekolah mencatat data kelembapan udara hari ini dan curah hujan beberapa hari selama 10 hari terakhir. Sebagai tim analis data, tugas kalian adalah memprediksi curah hujan besok. Apakah sudah harus menyiapkan rencana cadangan indoor? Berikan dan jelaskan selama 10 hari.

Kelengkapan Udara (%)	60	62	65	68	70	72	75	78	80	85
Curah Hujan Kemungkinan Hari ini (mm)	2	4	5	7	8	10	11	13	14	16

- Murid mengamati data yang diberikan
- Murid menyusun dugaan awal

Gambar 3. Tampilan Pengalaman Belajar

Gambar 3 menunjukkan tampilan pengalaman belajar yang memuat langkah-langkah pembelajaran secara rinci mulai dari kegiatan awal yang membangun orientasi dan apersepsi melalui pertanyaan pemantik, kegiatan inti yang mengikuti sintaks *problem based learning*, hingga kegiatan penutup yang mendorong refleksi bermakna, serta dilengkapi rancangan asesmen awal, proses, dan akhir pembelajaran.

Kurikulum Merdeka

LKPD
Matematika Wajib

Persamaan Regresi Linier

Kelas 11/Semester 2

Keter :
Nama :

Mari mengamati

Bacalah uraian di bawah ini!

Pak Andi akan mengadakan kegiatan olahraga hari minggu besok pagi. Pak Andi sudah ingin mengetahui kemungkinan curah hujan agar dapat menyiapkan rencana cadangan. Tim Prakiraan Cuaca Sekolah mencatat data kelembapan udara hari ini dan curah hujan beberapa hari selama 10 hari terakhir. Sebagai tim analis data, tugas kalian adalah memprediksi curah hujan besok. Apakah Pak Andi harus menyiapkan rencana cadangan indoor?

Kelengkapan Udara (%)	60	62	65	68	70	72	75	78	80	85
Curah Hujan Kemungkinan Hari ini (mm)	2	4	5	7	8	10	11	13	14	16

Sehingga diperoleh persamaan regresinya adalah

Prediksi Curah Hujan

Jika persentase kelembapan udara hari ini adalah 77%, maka prediksi curah hujan besok adalah mm.

KESIMPULAN

Dari kegiatan yang telah kalian berikan kesimpulan yang kalian peroleh dengan menjawab pertanyaan awal!

Jawab:

Gambar 4. Tampilan LKPD

Gambar 4 menunjukkan tampilan LKPD yang dirancang dengan konteks masalah nyata berupa prediksi curah hujan berdasarkan data kelembaban udara, dengan alur kegiatan terstruktur mulai dari mengamati masalah, menyusun tabel perhitungan, menentukan persamaan regresi linier, hingga menarik kesimpulan berbasis data.

Produk yang telah dikembangkan kemudian divalidasi oleh dua validator, yaitu satu dosen pendidikan matematika dan satu guru matematika. Hasil validasi dari kedua validator diperlihatkan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Hasil Validasi Modul Ajar

Aspek Penilaian	V-1	V-2	Rata-rata	Kategori
Kelengkapan Komponen UbD	4	4	4	Valid
Komponen <i>Deep Learning</i>	4	3,57	3,78	Valid
Kualitas Tujuan dan Isi Materi	4	3,6	3,8	Valid

Rancangan Asesmen	4	3,75	3,87	Valid
Praktik Pedagogis	4	4	4	Valid
Kelayakan Bahasa dan Penyajian	4	4	4	Valid
Nilai Akhir	4	3,82	3,91	Valid

Berdasarkan Tabel 3, hasil validasi modul ajar menghasilkan nilai akhir rata-rata 3,91 dengan kategori valid. Seluruh aspek penilaian berada pada rentang nilai $3,25 < \bar{x} \leq 4,00$, yang secara keseluruhan termasuk ke dalam kategori valid. Nilai terendah diperoleh pada aspek Komponen *deep learning*, yang mengindikasikan bahwa integrasi prinsip-prinsip *deep learning* dalam modul ajar masih memerlukan perbaikan meskipun telah memenuhi kriteria valid.

Tabel 4. Hasil Validasi LKPD

Aspek Penilaian	V-1	V-2	Rata-rata	Kategori
Aspek Penggunaan LKPD	4	3,8	3,9	Valid
Aspek Keterpaduan Isi	4	4	4	Valid
Aspek Tampilan	4	3,8	3,9	Valid
Aspek Kebahasaan	4	3,67	3,83	Valid
Nilai Akhir	4	3,82	3,9	Valid

Berdasarkan Tabel 3, hasil validasi LKPD menghasilkan nilai akhir rata-rata 3,91 dengan kategori valid. Seluruh aspek penilaian berada pada rentang $3,25 < \bar{x} \leq 4,00$ yang secara keseluruhan yang juga melampaui batas minimum kategori valid. Nilai terendah diperoleh pada aspek Kebahasaan, yang menunjukkan bahwa penggunaan bahasa dalam LKPD perlu diperhatikan agar lebih mudah dipahami siswa.

Berdasarkan hasil validasi, kedua validator memberikan saran perbaikan terhadap beberapa komponen modul ajar dan LKPD. Saran validator serta tindak lanjut yang dilakukan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Saran Validator dan Tindak Lanjut

Kondisi Awal	Saran Validator	Tindak Lanjut
Langkah-langkah penyelesaian langsung diajarkan secara prosedural; belum terdapat pertanyaan yang menggali kepekaan siswa terhadap data	Pandu siswa memprediksi solusi secara non prosedural sebelum masuk langkah prosedural; tambahkan pertanyaan pemantik seperti "Apakah prediksi selalu akurat?" dan "Bagaimana data mempengaruhi keputusan?"	Menambahkan aktivitas prediksi non prosedural pada modul ajar dan menambahkan pertanyaan-pertanyaan penggali kepekaan data pada LKPD
Pembagian kelompok ditentukan oleh guru; belum terdapat interval kategorisasi curah hujan tinggi/rendah	Berikan kesempatan siswa menentukan kelompok dan perannya secara mandiri; tambahkan interval kategorisasi curah hujan sebagai acuan simpulan	Mengubah mekanisme pembagian kelompok menjadi mandiri oleh siswa; menambahkan interval kategorisasi curah hujan pada LKPD

Berdasarkan saran validator, dilakukan revisi terhadap komponen modul ajar dan LKPD. Proses revisi berdasarkan masukan dan saran dari validator sebelum uji coba adalah untuk memastikan bahwa produk yang diujicobakan benar-benar telah optimal (R. D. Anggraini et al., 2022). Setelah melalui proses validasi ahli dan diperbaiki berdasarkan saran pada Tabel 5, modul ajar berbantuan LKPD, tahap selanjutnya adalah melaksanakan

uji coba terbatas. Uji coba terbatas dilakukan dengan melibatkan 36 siswa Kelas XI di salah satu SMA Kota Malang. Pelaksanaan uji coba terbatas ini menghasilkan data kepraktisan melalui angket respons siswa (Amalia et al., 2024). Kepraktisan diukur melalui angket respons siswa yang memuat empat aspek, yaitu aspek *joyful* (kesenangan dalam belajar), aspek *meaningful* (kebermaknaan belajar), aspek *mindful* (kesadaran dalam belajar), dan aspek penggunaan LKPD. Pengukuran kepraktisan melalui berbagai aspek dalam angket respons ini menunjukkan bahwa penilaian kepraktisan yang multidimensi menghasilkan gambaran yang lebih komprehensif tentang kelayakan produk dalam konteks pembelajaran nyata. Hasil uji coba terbatas disajikan pada Tabel 5.

Tabel 6. Hasil Angket Respons Siswa

Aspek Penilaian	Persentase	Kategori
<i>Joyful</i> (Kesenangan dalam Belajar)	84,78%	Praktis
<i>Meaningful</i> (Kebermaknaan Belajar)	82,88%	Praktis
<i>Mindful</i> (Kesadaran dalam Belajar)	84,24%	Praktis
Penggunaan LKPD	86,52%	Praktis
Rata-rata	84,61%	Praktis

Berdasarkan Tabel 5, hasil angket respons siswa menunjukkan rata-rata persentase kepraktisan sebesar 84,61% yang berada pada rentang $80\% < P \leq 100\%$, sehingga modul ajar berbantuan LKPD yang dikembangkan termasuk dalam kategori Praktis. Hasil ini menunjukkan bahwa seluruh aspek yang dinilai memperoleh respons positif dari siswa, dengan seluruh persentase berada di atas 80%.

Aspek yang memperoleh persentase tertinggi adalah aspek penggunaan LKPD dengan persentase 86,52%. Tingginya persentase pada aspek ini menunjukkan bahwa siswa merasa petunjuk pengerjaan dalam LKPD mudah dipahami, tampilan dan tata letak rapi serta mudah dibaca, langkah-langkah kegiatan membantu pemahaman materi regresi linier secara bertahap, serta permasalahan yang disajikan mendorong siswa untuk berpikir lebih dalam. Hal ini mengindikasikan bahwa LKPD yang dikembangkan telah dirancang dengan struktur yang sistematis dan komunikatif, sehingga memudahkan siswa dalam mengikuti alur pembelajaran secara mandiri maupun terbimbing. Respons siswa terhadap LKPD dipengaruhi secara signifikan oleh kualitas isi, kualitas teknik, kualitas pembelajaran, dan kesesuaian materi LKPD. Hal ini mengindikasikan bahwa desain dan sistematika penyajian LKPD merupakan faktor kunci yang menentukan tingginya respons siswa (Miralda & Marhaeni, 2023).

Sementara itu, aspek yang memperoleh persentase terendah adalah aspek *meaningful* (kebermaknaan belajar) dengan persentase 82,88%. Meskipun tetap tergolong dalam kategori praktis, persentase ini lebih rendah dibandingkan aspek lainnya. Aspek *meaningful* berkaitan dengan sejauh mana siswa merasakan keterhubungan materi regresi linier dengan kehidupan nyata, serta sejauh mana pembelajaran membantu mereka menghubungkan konsep dengan situasi yang pernah mereka temui. Rendahnya persentase pada aspek ini disebabkan karena sebagian siswa belum sepenuhnya dapat mengaitkan konsep matematis regresi linier dengan konteks kehidupan sehari-hari secara langsung. Topik regresi linier ini bersifat relatif abstrak bagi sebagian siswa kelas XI sehingga belum semua siswa mampu secara penuh mengaitkan konsep tersebut dengan pengalaman keseharian mereka (Cahyani et al., 2024). Oleh karena itu, perlu adanya peningkatan pada komponen kontekstual dalam LKPD, misalnya dengan memperbanyak contoh kasus nyata yang dekat dengan pengalaman keseharian siswa.

4. Hasil Tahap Disseminate

Tahap *disseminate* merupakan tahap akhir dalam model pengembangan 4D yang bertujuan untuk menyebarluaskan produk yang telah dikembangkan dan divalidasi kepada pengguna yang lebih luas. Namun, pada penelitian ini tahap *disseminate* tidak dilakukan karena keterbatasan waktu penelitian. Sejalan dengan (Arkadiantika et al., 2020) bahwa tahap *disseminate* dalam penelitian pengembangan dapat tidak dilaksanakan apabila terdapat keterbatasan waktu, biaya, maupun sarana. Oleh karena itu, penelitian ini hanya dilakukan sampai tahap *develop* dengan menghasilkan modul ajar berbantuan LKPD berbasis deep learning menggunakan kerangka UbD pada materi regresi linier yang telah dinyatakan valid dan praktis.

SIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan modul ajar matematika berbantuan LKPD berbasis deep learning menggunakan kerangka *Understanding by Design* pada materi regresi linier melalui tahapan *define*, *design*, dan *develop* dalam model pengembangan 4D. Pada tahap *define*, diperoleh informasi bahwa siswa membutuhkan pembelajaran yang lebih kontekstual, terstruktur, serta mendorong keterlibatan aktif dalam memahami konsep regresi linier. Pada tahap *design*, modul ajar dirancang menggunakan prinsip backward design dengan mengintegrasikan pendekatan deep learning dan model problem based learning. Selanjutnya, pada tahap *develop*, produk divalidasi oleh ahli dan memperoleh kategori valid dengan nilai rata-rata validasi modul ajar sebesar 3,91 dan LKPD sebesar 3,90. Hasil uji coba terbatas menunjukkan tingkat kepraktisan sebesar 84,61% dengan kategori praktis. Temuan penelitian menunjukkan bahwa integrasi kerangka UbD, pendekatan deep learning, dan LKPD berbasis masalah kontekstual mampu mendukung pembelajaran yang lebih bermakna, berkesadaran, dan menyenangkan pada materi regresi linier.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada SMA Negeri 2 Malang yang telah menaungi dan memberikan izin dalam pelaksanaan kegiatan penelitian ini. Apresiasi dan terima kasih juga disampaikan kepada kepala sekolah, guru pamong, seluruh staf, serta siswa yang telah memberikan bantuan, fasilitas, dan kerja sama yang baik selama proses pengambilan data dan implementasi program di lapangan. Selain itu, penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah Republik Indonesia (Kemendikdasmen) yang telah mendanai dan memfasilitasi Program Pendidikan Profesi Guru (PPG), sehingga kegiatan penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriliziana, L. A., Roza, Y., & Maimunah. (2022). Rancangan modul ajar fase D konten analisa data dan peluang dalam implementasi kurikulum paradigma baru. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(4), 3348–3359. <https://doi.org/https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.6225>
- Agusta, E. S. (2023). Peningkatan kemampuan pemahaman konsep bangun ruang sisi datar melalui pmri dengan aplikasi (LMS). *Jurnal Lingkar Mutu Pendidikan*, 20(1), 43–52. <https://doi.org/https://doi.org/10.54124/jlmp.v20i1.106> p.ISSN
- Alifa, V. N., Arfinanti, N., & Hibatallah, M. I. (2023). Pengembangan modul ajar matematika berbasis problem based learning pada materi peluang siswa kelas X MAN 4 Bantul. *Polynom: Journal in Mathematics Education*, 3(3), 104–109. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.14421/polynom.2023.33.104-109>

- Amalia, F. N., Ristiana, M. G., & Afrilianto, M. (2024). Pengembangan LKPD berbasis pendekatan saintifik berbantuan geogebra. *Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, 7(4), 611–624. <https://doi.org/10.22460/jpmi.v7i4.21503>
- Andyanie, L. M., Adhantoro, M. S., Purnomo, E., & Kurniaji, G. T. (2025). Implementation of deep learning in education: Towards mindful, meaningful, and joyful learning experiences. *Journal of Deep Learning*, 1(1), 47–56. <https://doi.org/https://doi.org/10.23917/jdl.v1i1.11157>
- Andris, F. M., Salajang, S. M., & Tumulun, N. K. (2025). Kemampuan pemecahan masalah dan disposisi matematis siswa: Tinjauan pada pembelajaran dengan pendekatan pendidikan matematika realistik. *Inovasi: Jurnal Sosial Humaniora dan Pendidikan*, 4(2), 212–228. <https://doi.org/https://doi.org/10.55606/inovasi.v4i2.4030>
- Anggraini, R. D., Murni, A., & Gunawan, T. (2022). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Menggunakan Problem Based Learning Pada Materi SPLTV Untuk Memfasilitasi Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 06(03), 3136–3147.
- Anggraini, R. F., Sadieda, L. U., & Hidayati, N. (2025). Pengembangan modul ajar deep learning untuk meningkatkan hasil belajar. *J-PiMat*, 7(2), 1839–1850.
- Arkadiantika, I., Ramansyah, W., Effindi, M. A., & Dellia, P. (2020). Pengembangan media pembelajaran virtual reality pada materi pengenalan termination dan splicing fiber optic. *Jurnal Dimensi Pendidikan dan Pembelajaran, Special Issue, SEMNASDIKJAR 2019*, 29–36.
- Ayu, D., Damanik, A. S., Rangkuti, S. A., Sari, R., & Rizqi, N. R. (2023). Pengembangan lembar kerja peserta didik (LKPD) matematika dengan model problem based learning (PBL) untuk meningkatkan kemampuan berfikir kritis. *Jurnal Pembelajaran dan Matematika Sigma (JPMS)*, 9(2), 177–187. <https://doi.org/https://doi.org/10.36987/jpms.v9i2.4552>
- Cahyani, A., Rahayu, W., & Hidajat, F. A. (2024). Studi literatur: Pemilihan media pembelajaran matematika untuk siswa sekolah menengah atas. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika Jakarta*, 6(1), 70–80. <https://doi.org/https://doi.org/10.21009/jrpmj.v6i1.43828>
- Dávila, A. (2017). Wiggins, G., & McTighe, J. (2005) Understanding by design (2nd ed.) [Book Review]. *Colombian Applied Linguistics Journal (atau Colomb. Appl. Linguist. J.)*, 19(1), 140–142. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.14483/calj.v19n1.11490>
- Etanastia, D., Noviyana, H., & Ab, J. S. (2022). Pengembangan modul elektronik berbasis pendekatan kontekstual pada pokok bahasan bangun ruang sisi datar. *Jurnal e-DuMath*, 8(1), 8–14.
- Feriyanto, F., & Anjariyah, D. (2024). Deep learning approach through meaningful, mindful, and joyful learning: A library research. *Electronic Journal of Education, Social Economics and Technology*, 5(2), 208–212. <https://doi.org/https://doi.org/10.33122/ejeset.v5i2.321>
- Heleni, S., Saragih, S., & Lubis, N. (2023). Perangkat pembelajaran problem based learning berbasis budaya melayu riau materi segi empat dan segitiga. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 12(1), 860–870. <https://doi.org/https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i1.6505>
- Hidayat, A. W., Sabil, H., & Junita, R. (2024). Pengembangan e-modul berbasis understanding by design (UBD) untuk meningkatkan kemampuan spasial siswa materi bangun ruang sisi datar. *Kognitif: Jurnal Riset HOTS Pendidikan Matematika*, 4(4), 1566–1579. <https://doi.org/https://doi.org/10.51574/kognitif.v4i4.2182>
- Idris, D. (2022). Conceptual understanding of linier regression among economics students at the university center of Tipaza , Algeria. *Croatian Review of Economic, Business and*

- Social Statistics (CREBSS)*, 8(2), 66–83. <https://doi.org/10.1515/crebss>
- Karim, Y., Anggraini, R. D., & Sakur. (2023). Pengembangan perangkat pembelajaran problem based learning untuk memfasilitasi kemampuan komunikasi matematis pada materi program linier. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 12(2), 2459–2467. <https://doi.org/https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i2.6631>
- Kurniawan, I. G. W. A. (2023). Fostering independent learners: Kurikulum merdeka, merdeka belajar, the student-centred learning approach and pedagogical reform. *Journal of Language, Literature, Social, and Cultural Studies*, 1(3), 210–217.
- Latif, A., Ahmad, H., Rahimah, A., Sulemana, & Afriani, N. (2024). Projek pembuatan film melalui model pembelajaran project based learning dan model pengembangan 4D. *Jurnal Papatuzdu: Media Pendidikan dan Sosial Kemasyarakatan*, 20(2), 121–132. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.35329/fkip.v20i2.5798>
- Li, C., & Wen, F. (2023). Promoting deep learning in mathematics education—Based on understanding by design theory. *Academic Journal of Mathematical Sciences*, 4(4), 57–61. <https://doi.org/10.25236/AJMS.2023.040409>
- Masruroh, S. H., & Apriyono, F. (2025). Effectiveness of the realistic mathematics education approach in enhancing seventh-grade students' conceptual understanding in an indonesian madrasah. *Education and Learning*, 1(1), 6–9. <https://doi.org/10.58920/etflin000000>
- Miralda, D., & Marhaeni, N. H. (2023). Analisis respons peserta didik terhadap penggunaan lembar kerja peserta didik (LKPD) matematika berbasis think pair share. *EQUALS: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 6(1), 24–32.
- Muhlis, Z., Mistiari, L., Wahyuni, I., Aprilita, H., & Mawalia, R. (2026). Penerapan model problem based learning dengan pendekatan deep learning untuk meningkatkan hasil belajar siswa pada mata pelajaran IPS kelas VIII SMPN 1 Sakra. *CIRCULAR (Jurnal Pendidikan Sosial dan Ekonomi)*, 3(2), 68–74. <https://doi.org/10.70115/circular.v3i2.352>
- Nesri, F. D. P., & Kristanto, Y. D. (2020). Pengembangan modul ajar berbantuan teknologi untuk mengembangkan kecakapan abad 21 siswa. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 9(3), 480–492. <https://doi.org/https://doi.org/10.24127/ajpm.v9i3.2925>
- Nindiasari, H., Fatah, A., Sultan, U., & Tirtayasa, A. (2022). E-module interactive of minimum competency assessment: Development and understanding for mathematics teachers. *Kreano Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 13(2), 339–353.
- OECD. (2023). *PISA 2022 Results (Volume I): The State of learning and Equity in Education: Vol. I*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- Olifia, N., & Rambe, A. (2025). Revealing mathematics learning difficulties among students with numerical dyscalculia: An analysis of conceptual understanding in mathematics. *Journal of General Education and Humanities*, 4(2), 853–866. <https://doi.org/https://doi.org/10.58421/gehu.v4i3.478>
- Pujiharjono, A. (2024). Implementasi pendekatan deep learning melalui problem based learning berbantu google sites untuk meningkatkan prestasi belajar siswa. *Jurnal Ilmiah Tut Wuri Handayani*, 14(1), 53–60.
- Purwaningrum, J. P. (2016). Pengembangan kemampuan berpikir kreatif matematis melalui discovery learning. *Pasundan Journal of Mathematics Education (PJME)*, 2, 102–114.
- Purwasi, L. A., & Fitriyana, N. (2020). Pengembangan lembar kerja peserta didik (LKPD) berbasis high order thinking skill (HOTS). *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 9(4), 894–908. <https://doi.org/https://doi.org/10.24127/ajpm.v9i4.3172>
- Putra, Z. R. A., Pratama, C. E., & Pramudito, M. S. P. (2023). Pengembangan modul ajar

- matematika berdiferensiasi berbasis understanding by design (UbD). *Postulat: Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika*, 4(1), 128–139.
- Setiawati, E. P., & Agoestanto, A. (2023). Development of problem-based learning mathematical module with STEM approach to improve problem-solving ability and self efficacy. *UNNES Journal of Mathematics Education*, 12(1), 60–71. <https://doi.org/10.15294/ujme.v12i1.68716>
- Sharma, P. (2021). Importance and application of mathematics in everyday life. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)*, 9(XI), 868–879. <https://doi.org/https://doi.org/10.22214/ijraset.2021.38869>
- Susanti, W., & Sudiansyah. (2024). Meningkatkan pemahaman konseptual dan keterampilan prosedural matematika melalui pendekatan diferensiasi berbantuan LKPD terstruktur. *Jurnal Pendidikan Matematika (AL KHAWARIZMI)*, 4(2), 61–70.
- Syahril, R. F., Saragih, S., & Suanto, E. (2023). Pengembangan modul ajar berbasis problem based learning untuk memfasilitasi kecakapan pemecahan masalah matematis. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 12(2), 1987–1997. <https://doi.org/https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i2.6923>
- Thiagarajan, S., Semmel, D. S., & Semmel, M. I. (1974). *Instructional development for training teachers of exceptional children: A sourcebook*. Leadership Training Institute/Special Education, University of Minnesota.
- Usfira, M., Aklimawati, & Isfayani, E. (2024). Pengembangan modul ajar berbasis understanding by design terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Matematika Sekolah (JP2MS)*, 8(3), 338–352. <https://doi.org/https://doi.org/10.33369/jp2ms.8.3.338-352>