E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Pengembangan Modul Ajar Berbasis Pembelajaran Mendalam Dengan Kerangka UbD Pada Materi Regresi Linear

Risma Ardhelisa Aulyafani[1], Risna Nuraini[2], Wahyu Kartikawati[3], Alifiani[4]
[1]Universitas Islam Malang, rismaardhelisa12@gmail.com
[2]Universitas Islam Malang, nurainieisnanura22@gmail.com
[3]Universitas Islam Malang, wahyukartika103@gmail.com
[4]Universitas Islam Malang, alifiani@unisma.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengembangkan dan memvalidasi modul ajar matematika berbasis pembelajaran mendalam (*deep learning*) dengan kerangka *Understanding by Design* (UbD) pada materi regresi linear metode kuadrat terkecil untuk murid kelas XI SMA. Penelitian menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE yang dibatasi pada tiga tahap, yaitu *analysis*, *design*, dan *development* (ADD). Tahap *analysis* meliputi analisis kurikulum, kebutuhan pembelajaran, tes diagnostik kognitif, dan analisis karakteristik gaya belajar murid. Tahap *design* dilakukan dengan merancang modul berdasarkan prinsip *backward design* dalam kerangka UbD melalui penetapan tujuan pembelajaran, penyusunan asesmen, serta perancangan pengalaman belajar berbasis *Problem Based Learning* (PBL). Tahap *development* mencakup penyusunan produk, validasi ahli, dan revisi berdasarkan masukan validator. Validasi dilakukan oleh satu dosen pendidikan matematika dan satu guru matematika SMA menggunakan angket skala Likert empat poin yang dianalisis secara deskriptif kuantitatif dan kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan modul memperoleh skor rata-rata validasi 3,45 dari skala 4 dengan persentase kelayakan 86,3%, termasuk kategori 'sangat valid'. Dengan demikian, modul ajar yang dikembangkan layak digunakan untuk mendukung pembelajaran matematika yang bermakna, kontekstual, dan berorientasi pada pemahaman konseptual murid.

Kata Kunci: *modul ajar, research and development (R&D), pembelajaran mendalam, understanding by design (UbD), regresi linear*.

Abstract

This study aims to develop and validate a deep learning-based mathematics teaching module using the Understanding by Design (UbD) framework on the topic of linear regression using the least squares method for 11th-grade high school students. The study employs a Research and Development (R&D) approach using the ADDIE model, which is limited to three stages: analysis, design, and development (ADD). The analysis phase includes curriculum analysis, learning needs assessment, cognitive diagnostic testing, and analysis of students' learning style characteristics. The design phase involves designing the module based on the backward design principle within the UbD framework through the establishment of learning objectives, the development of assessments, and the design of learning experiences based on Problem-Based Learning (PBL). The development phase includes product development, expert validation, and revisions based on validator feedback. Validation was conducted by one mathematics education lecturer and one high school mathematics teacher using a four-point Likert scale questionnaire, analyzed both quantitatively and qualitatively. The results of the study showed that the module received an average validation score of 3.45 on a scale of 4 with a feasibility percentage of 86.3%, falling into the "highly valid" category. Thus, the developed teaching module is suitable for use in supporting meaningful, contextual mathematics learning oriented toward students' conceptual understanding.

Keywords: *teaching module, research and development (R&D), deep learning, understanding by design (UbD), linear regression.*

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Corresponding Author:
Risma Ardhelisa Aulyafani

Universitas Islam Malang, rismaardhelisa12@gmail.com

PENDAHULUAN

Matematika memegang peran penting dalam kurikulum pendidikan nasional karena mengembangkan penalaran logis, pemikiran analitis, kemampuan pemecahan masalah, dan keterampilan pengambilan keputusan yang penting baik dalam disiplin ilmu sains maupun konteks kehidupan nyata (OECD, 2023; Olivares dkk., 2021). Di tingkat sekolah menengah atas, pembelajaran matematika mencakup statistika sebagai salah satu topik penting yang mendukung kemampuan peserta didik dalam memahami, menganalisis, dan menafsirkan data. Pada Kurikulum Merdeka, materi statistika khususnya regresi linear sederhana diajarkan pada kelas XI sebagai bagian dari pembelajaran analisis data yang menekankan kemampuan berpikir kritis, interpretasi data, dan pengambilan keputusan berbasis bukti.

Pada era pengambilan keputusan berbasis data, literasi statistika menjadi kompetensi esensial yang perlu dimiliki peserta didik (Friedrich dkk., 2024). Pembelajaran statistika tidak hanya bertujuan agar murid mampu melakukan perhitungan matematis, tetapi juga memahami hubungan antar variabel, menafsirkan makna data, dan menerapkan konsep statistika dalam situasi kontekstual (Adiastuti dkk., 2025; Gal & Ograjenšek, 2017). Oleh karena itu, pembelajaran statistika perlu diarahkan pada pembelajaran mendalam (*deep learning*), yaitu proses belajar yang menekankan pemahaman konseptual, keterkaitan antar konsep, transfer pengetahuan, refleksi, dan kemampuan menerapkan pengetahuan dalam konteks baru. Pembelajaran mendalam memungkinkan peserta didik membangun makna secara berkesadaran, bermakna, dan menggembirakan sehingga pembelajaran tidak berhenti pada penguasaan prosedur semata.

Namun demikian, praktik pembelajaran matematika di sekolah masih didominasi oleh pembelajaran prosedural yang berorientasi pada hafalan rumus dan penyelesaian mekanistik. Pada materi regresi linear, peserta didik sering mengalami kesulitan dalam memahami makna hubungan antar variabel, menafsirkan koefisien regresi, serta menghubungkan representasi matematis dengan konteks nyata (Hafiz dkk., 2024; Sharma, 2017). Sebagian besar murid hanya berfokus pada langkah perhitungan tanpa memahami konsep dasar dan interpretasi statistik yang mendasarinya. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa proses pembelajaran yang berlangsung masih cenderung mengarah pada *surface learning* atau berorientasi pada pemahaman prosedural sehingga belum mampu memfasilitasi terbentuknya pemahaman konseptual yang mendalam.

Kesulitan tersebut juga dipengaruhi oleh keterbatasan bahan ajar yang digunakan dalam pembelajaran. Modul atau bahan ajar yang tersedia umumnya masih menitikberatkan pada penyelesaian prosedural dan latihan rutin sehingga kurang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengeksplorasi konsep, melakukan refleksi, serta membangun hubungan antarkonsep secara bermakna. Akibatnya, pembelajaran menjadi berpusat pada guru dan peserta didik kurang terlibat aktif dalam proses konstruksi pengetahuan (Soforon dkk., 2024). Padahal, modul ajar yang dirancang secara sistematis dapat mendukung pembelajaran mandiri, eksplorasi konsep, dan aktivitas reflektif yang mendorong terbentuknya pembelajaran mendalam (Turel & Ozer Sanal, 2018).

Dalam mendukung pembelajaran mendalam, diperlukan suatu kerangka desain pembelajaran yang mampu mengarahkan proses pembelajaran pada pencapaian

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

pemahaman bermakna. Salah satu pendekatan yang relevan adalah *Understanding by Design* (UbD) yang dikembangkan oleh Wiggins dan McTighe. Kerangka UbD menekankan desain pembelajaran berbasis *backward design*, yaitu perencanaan pembelajaran yang dimulai dari penetapan tujuan akhir pembelajaran, penentuan asesmen autentik, dan perancangan pengalaman belajar yang mendukung tercapainya pemahaman mendalam (Wiggins & McTighe, 2005). Pendekatan ini sejalan dengan prinsip pembelajaran mendalam karena mendorong peserta didik tidak hanya mengetahui prosedur penyelesaian masalah, tetapi juga memahami makna konsep dan mampu mentransfer pengetahuan ke dalam situasi baru. Pada materi regresi linear, penerapan UbD dapat membantu peserta didik memahami interpretasi hubungan antar variabel secara konseptual dan kontekstual.

Pengembangan modul ajar yang berkualitas memerlukan pendekatan pengembangan sistematis agar menghasilkan produk yang valid dan sesuai dengan kebutuhan peserta didik. Salah satu model pengembangan yang banyak digunakan adalah model ADDIE yang terdiri atas tahap *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan *Evaluation*. Model ADDIE memiliki prosedur pengembangan yang sistematis dan fleksibel sehingga mampu mendukung pengembangan bahan ajar yang efektif dan berorientasi pada keterlibatan kognitif peserta didik (Khalil & Elkhider, 2016). Dalam penelitian ini, proses pengembangan dibatasi pada tahap *Analysis*, *Design*, dan *Development* (ADD) sesuai dengan kebutuhan dan keterbatasan waktu penelitian.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pengembangan modul ajar matematika menggunakan model ADDIE dapat meningkatkan validitas, kepraktisan, dan hasil belajar peserta didik (Adiastuti dkk., 2025). Penelitian lain juga menunjukkan bahwa penerapan kerangka *Understanding by Design* mampu mendukung pembelajaran yang lebih bermakna dan meningkatkan pemahaman konseptual peserta didik (Alisha & Syafi'i, 2025; Desmasari dkk., 2025; Setiyawati dkk., 2023). Selain itu, penelitian dalam pendidikan statistika menegaskan pentingnya bahan ajar kontekstual dan interaktif untuk meningkatkan literasi statistika serta kemampuan interpretasi data peserta didik (Khasanah dkk., 2025). Namun demikian, penelitian yang secara khusus mengembangkan modul ajar berbasis pembelajaran mendalam dengan kerangka UbD pada materi regresi linear di tingkat SMA masih sangat terbatas. Sebagian besar penelitian terdahulu lebih berfokus pada aspek prosedural, validitas produk, atau penggunaan model pengembangan tanpa mengintegrasikan secara eksplisit prinsip pembelajaran mendalam dan desain pembelajaran berbasis UbD.

Berdasarkan uraian tersebut, terdapat kesenjangan penelitian berupa belum tersedianya modul ajar regresi linear yang dikembangkan secara sistematis dengan mengintegrasikan prinsip pembelajaran mendalam dan kerangka *Understanding by Design* untuk mendukung pemahaman konseptual peserta didik. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan memvalidasi modul ajar berbasis pembelajaran mendalam dengan kerangka *Understanding by Design* (UbD) pada materi regresi linear untuk murid kelas XI SMA melalui tahapan *Analysis*, *Design*, dan *Development* dari model ADDIE. Modul yang dikembangkan divalidasi oleh dosen dan guru matematika berdasarkan aspek identitas, materi dan bahan ajar, media ajar, skenario pembelajaran, dan asesmen. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi berupa produk modul ajar yang valid dan mendukung terciptanya pembelajaran matematika yang bermakna, kontekstual, dan berorientasi pada pemahaman mendalam peserta didik.

METODE

Studi ini menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D) yang bertujuan untuk mengembangkan modul pengajaran matematika berbasis pembelajaran

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

mendalam dengan kerangka *Understanding by Design* (UbD) pada materi regresi linear untuk murid kelas XI SMA. Proses pengembangan menggunakan model desain instruksional ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation*); namun, penelitian ini dibatasi pada tahap *Analysis*, *Design*, dan *Development* (ADD) karena keterbatasan waktu penelitian. Model ADDIE dipilih karena menyediakan kerangka kerja yang sistematis dan terstruktur dalam pengembangan produk pembelajaran sehingga mampu menghasilkan materi ajar yang valid dan praktis untuk digunakan dalam proses pembelajaran (Khalil & Elkhider, 2016).

Subjek dalam penelitian ini terdiri atas dua validator ahli, yaitu satu dosen pendidikan matematika dan satu guru matematika SMA yang memiliki pengalaman dalam pembelajaran matematika di sekolah. Selain itu, penelitian juga melibatkan murid kelas XI SMA sebagai subjek uji coba terbatas dalam penerapan modul ajar yang dikembangkan. Adapun objek penelitian berupa modul ajar matematika berbasis pembelajaran mendalam dengan kerangka UbD pada materi regresi linear untuk murid kelas XI SMA. Penelitian ini difokuskan pada tahap *Analysis*, *Design*, dan *Development* (ADD). Namun, setelah proses validasi dan revisi, modul diujicobakan secara terbatas kepada murid untuk memperoleh gambaran awal mengenai keterlaksanaan dan penggunaan modul dalam pembelajaran.

Pada tahap analisis (*analysis phase*), dilakukan kajian kurikulum matematika kelas XI, analisis kebutuhan pembelajaran, serta identifikasi kesulitan murid dalam memahami materi regresi linear, khususnya dalam menafsirkan hubungan antar variabel, membaca representasi data, dan memahami konsep regresi secara kontekstual. Hasil analisis menunjukkan bahwa proses pembelajaran di kelas masih cenderung berpusat pada guru dan lebih menekankan pada perhitungan prosedural dibandingkan pemahaman konseptual. Kondisi tersebut menyebabkan murid mengalami kesulitan dalam menghubungkan konsep statistik dengan situasi nyata serta kurang terlibat dalam proses pembelajaran bermakna. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan modul pengajaran yang mampu mendukung pembelajaran mendalam (*deep learning*), pemahaman konseptual, dan keterlibatan aktif murid dalam proses belajar.

Pada tahap desain (*design phase*), modul ajar dirancang berdasarkan teori konstruktivisme yang menekankan konstruksi pengetahuan secara aktif oleh peserta didik (Bruner, 1961), serta *Cognitive Theory of Multimedia Learning* yang menekankan integrasi informasi verbal dan visual dalam mendukung pembelajaran bermakna (Mayer, 2009). Selain itu, desain modul juga mengintegrasikan prinsip pembelajaran mendalam melalui aktivitas kontekstual, tugas reflektif, diskusi interpretatif, dan latihan berbasis penalaran untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis, pemahaman konseptual, dan literasi statistik murid. Modul dirancang menggunakan kerangka *Understanding by Design* (UbD) yang meliputi tiga tahapan utama, yaitu penentuan tujuan pembelajaran (*desired results*), penyusunan asesmen autentik (*assessment evidence*), dan perancangan aktivitas pembelajaran (*learning plan*). Kerangka UbD digunakan untuk memastikan bahwa seluruh aktivitas pembelajaran dalam modul berorientasi pada pencapaian pemahaman mendalam dan kemampuan transfer konsep dalam konteks nyata. Prinsip pembelajaran mendalam yang diintegrasikan dalam modul meliputi memahami konsep secara bermakna, mengaplikasikan konsep dalam konteks nyata, serta merefleksikan proses dan hasil pembelajaran.

Pada tahap pengembangan (*development phase*), rancangan modul diwujudkan menjadi produk pembelajaran yang lengkap dan selanjutnya divalidasi melalui penilaian ahli (*expert judgment*). Proses validasi melibatkan dua validator, yaitu seorang dosen pendidikan matematika dan seorang guru matematika yang berpengalaman mengajar di tingkat SMA. Validasi dilakukan untuk memperoleh masukan dari perspektif akademik

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

maupun praktis guna memastikan kualitas, kelayakan, dan kesesuaian modul dengan kebutuhan pembelajaran matematika di sekolah.

Setelah proses validasi dan revisi, modul ajar diujicobakan secara terbatas kepada murid kelas XI SMA untuk memperoleh gambaran awal mengenai keterlaksanaan pembelajaran dan respons murid terhadap penggunaan modul. Dalam uji coba terbatas ini, modul ajar diterapkan dalam kegiatan pembelajaran serta murid menyelesaikan LKPD kelompok yang dirancang berbasis aktivitas pembelajaran mendalam. Hasil pengerjaan LKPD digunakan sebagai data pendukung untuk melihat keterlibatan murid dan kemampuan memahami konsep regresi linear secara kontekstual.

Data penelitian dikumpulkan menggunakan instrumen validasi berupa angket skala *likert* empat poin, yaitu skor 1 (kurang valid), 2 (cukup valid), 3 (valid), dan 4 (sangat valid). Instrumen validasi disusun berdasarkan indikator kualitas modul ajar yang meliputi aspek identitas dan komponen modul, materi dan bahan ajar, media pembelajaran, skenario pembelajaran, serta sistem penilaian. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui studi dokumentasi, observasi kebutuhan pembelajaran, angket validasi ahli, serta hasil pengerjaan LKPD kelompok murid pada saat uji coba terbatas modul.

Data hasil validasi dianalisis menggunakan teknik analisis statistik deskriptif dengan menghitung skor rata-rata setiap aspek penilaian dan skor keseluruhan modul. Rata-rata skor dihitung menggunakan rumus:

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

dengan:

$\bar{X}$ = rata-rata skor validasi
$\sum X$ = jumlah skor yang diperoleh
N = jumlah penilai

Tabel 1. Kategori Tingkat Kelayakan Modul Ajar

Interval Skor	Kategori
3,26 – 4,00	Sangat Valid/Layak
2,51 – 3,25	Valid/Layak
1,76 – 2,50	Cukup Valid/Layak
1,00 – 1,75	Kurang Valid/Layak

Selain data validasi ahli, data hasil LKPD murid dianalisis secara deskriptif berdasarkan ketercapaian indikator pemahaman konsep regresi linear, kemampuan interpretasi data, dan penyelesaian masalah kontekstual.

Produk akhir penelitian ini berupa modul ajar matematika berbasis pembelajaran mendalam dengan kerangka *Understanding by Design* (UbD) pada materi regresi linear untuk murid kelas XI SMA. Modul yang dikembangkan dirancang untuk mendukung pembelajaran mandiri, meningkatkan pemahaman konseptual, memperkuat literasi statistik, serta mendorong keterlibatan aktif murid dalam proses pembelajaran matematika yang bermakna dan kontekstual.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian pengembangan ini menghasilkan produk berupa Modul Ajar Berbasis Pembelajaran Mendalam (*Deep Learning*) dengan kerangka *Understanding by Design* (UbD) pada materi Regresi Linear. Proses pengembangan produk dilakukan dengan

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

menerapkan model R&D ADDIE yang yang dibatasi pada tahapan ADD, yaitu: *Analysis* (Analisis), *Design* (Perancangan), *Development* (Pengembangan). Adapun rincian data dan temuan yang diperoleh pada setiap tahapan dijabarkan sebagai berikut:

1. Tahap Analisis (Analysis)

Pada tahap awal, dilakukan analisis karakteristik dan kebutuhan belajar terhadap 36 murid kelas XI di salah satu SMA Negeri di Kota Malang, melalui dua instrumen, yaitu tes diagnostik kognitif awal materi statistika bivariat dan tes non-kognitif untuk memetakan gaya belajar murid. Hasil analisis menunjukkan adanya kesenjangan pada tingkat pemahaman kognitif pada materi prasyarat serta variasi pada profil gaya belajar murid kelas XI tersebut, dengan rincian sebagai berikut:

a. Analisis Kognitif Awal (Tes Diagnostik)

Berdasarkan hasil tes diagnostik awal mengenai interpretasi tren data, ditemukan kesenjangan kemampuan pemahaman murid dimana sebesar 56% murid berada pada kategori belum memahami. Murid dalam kelompok ini belum mampu mengidentifikasi jenis korelasi (positif, negatif, atau tidak berkorelasi) dengan benar berdasarkan kecenderungan tren data grafis pada diagram pencar (*scatter plot*). Sedangkan sisanya 44% murid, berada pada kategori paham. Murid dalam kelompok ini sudah mampu menganalisis jenis korelasi dengan melihat kecenderungan pola sebaran data secara tepat.

Temuan ini mengindikasikan bahwa pemahaman awal murid terhadap representasi visual data pada materi statistika bivariat masih belum optimal. Kemampuan menafsirkan representasi visual merupakan fondasi penting dalam membangun penalaran statistis sebelum murid mempelajari prosedur formal regresi linear (Ben-Zvi dkk., 2018). Oleh karena itu, dibutuhkan perangkat ajar yang menerapkan strategi intervensi khusus untuk menjembatani miskonsepsi visual pada diagram pencar sebelum masuk ke perhitungan formal regresi linear.

b. Analisis Non-Kognitif (Gaya Belajar):

Hasil pemetaan gaya belajar menunjukkan variasi kecenderungan belajar murid di kelas XI, di mana hasil dari kuisioner menunjukkan terdapat dominasi murid dengan gaya belajar visual sebesar 44% (16 murid) dan gaya belajar kinestetik sebesar 39% (14 murid), sementara sisanya merupakan murid dengan kecenderungan gaya belajar auditori sebesar 17% (6 murid). Kondisi yang heterogen ini menuntut tersedianya media ajar yang dapat merepresentasikan grafis untuk memfasilitasi kebutuhan murid visual, aktivitas manipulasi data secara langsung (*hands-on activity*) bagi murid kinestetik, serta ruang diskusi kelompok yang akomodatif bagi murid auditori (Fleming, 2001). Penyesuaian strategi dengan preferensi gaya belajar murid dapat meningkatkan keterlibatan, pemahaman konsep, dan hasil belajar matematika (Hidayati dkk., 2025; Khoirunnisa & Iba, 2022). Melalui variasi stimulus tersebut, alur penemuan konsep didesain agar dapat memfasilitasi penalaran mendalam (deep learning) bagi seluruh murid di kelas.

Temuan dari hasil tes diagnostik dan kuesioner di atas dijadikan dasar utama oleh peneliti untuk merancang modul ajar yang menerapkan prinsip pembelajaran mendalam (*deep learning*). Tujuannya agar dapat menjembatani kelompok 56% murid yang belum paham secara konsep visual serta memfasilitasi ragam gaya belajar murid melalui aktivitas yang bermakna, bukan hanya untuk menghafal rumus aljabar regresi linear $Y = a + bX$ (Fullan dkk., 2017).

2. Tahap Perancangan (Design)

Tahap perancangan menghasilkan rencana modul ajar regresi linear yang disusun secara terbalik (*backward design*) menggunakan tiga prinsip utama *Understanding by Design* (Wiggins & McTighe, 2011). Ketiga prinsip tersebut dijabarkan sebagai berikut:

a. Tahap 1: Identifikasi Hasil yang diinginkan (*Desired Results*)

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Peneliti memetakan tujuan pembelajaran (TP) yang ingin dicapai agar berorientasi pada pemahaman konseptual mendalam (*deep learning*). Pembelajaran materi regresi linear cenderung berorientasi pada penguasaan prosedural melalui penerapan rumus dan langkah-langkah perhitungan, sehingga perhatian terhadap pemahaman konsep yang mendasarinya sering kali kurang optimal. Oleh karena itu, perumusan tujuan pembelajaran perlu untuk difokuskan pula pada penguasaan konsep. Keseimbangan antara keterampilan prosedural dan pemaaman konsep penting untuk menciptakan ingatan jangka panjang yang mendukung pembelajaran berbasis *deep learning* (Kilpatrick, 2001; Rittle johnson, 2015).

Berdasarkan indikator materi, terdapat dua tujuan pembelajaran utama yang ditetapkan, yaitu: (1) Peserta didik diharapkan mampu menentukan persamaan garis regresi linear (*best-fit*) yang paling tepat menggunakan metode jumlah kuadrat terkecil (*least squares method*). (2) Peserta didik diharapkan mampu menginterpretasikan data pada diagram pencar (*scatter plot*) dengan cermat jika diketahui persamaan garis regresi linearnya (*best-fit*).

Untuk mendorong pemikiran dan penalaran kritis murid, peneliti merumuskan *Essential Questions* (Pertanyaan Pemantik) yang selaras dengan tujuan di atas, seperti: "Bagaimana cara kita tahu bahwa garis prediksi yang kita buat adalah garis yang paling akurat untuk mewakili seluruh data yang ada?" dan "Apa arti sesungguhnya dari angka kemiringan (gradien) garis regresi terhadap prediksi data di dunia nyata?"

b. Tahap 2: Menentukan Bukti Penilaian (*Assessment Evidence*)

Asesmen dirancang sebelum menyusun langkah aktivitas harian guna menjamin keterukuran hasil belajar murid. Asesmen penting dalam pembelajaran mendalam karena asesmen membantu mengetahui sejauh mana pengetahuan murid, memberikan umpan balik untuk mendorong kemajuan belajar dan regulasi diri siswa, serta menjadi langkah evaluatif untuk perbaikan strategi pembelajaran (Black & Wiliam, 2018; Panadero dkk., 2019). Asesmen diselaraskan langsung dengan kedua tujuan pembelajaran, yang meliputi: (1) Asesmen Formatif (Penilaian Proses), Menggunakan Lembar Kerja Murid (LKPD). Penilaian difokuskan pada kemampuan murid dalam melengkapi tabel pembantu hitung (mencari nilai rata-rata x dan y, jumlah kuadrat selisih, hingga menemukan nilai konstanta andan koefisien b) untuk menentukan persamaan garis regresi linear paling tepat secara berkelompok. (2) Asesmen Sumatif (Penilaian Setelah Pembelajaran), Menggunakan instrumen soal uraian, murid diuji kemampuannya untuk menginterpretasikan makna data dari persamaan garis regresi yang sudah diketahui. Muris diminta menjelaskan arti fungsional nilai intersep dan kemiringan garis, serta menggunakan persamaan tersebut untuk melakukan prediksi (*prediction*) nilai variabel dependen secara logis.

c. Tahap 3: Meroncanakan Pengalaman Belajar (*Learning Plan*)

Alur pembelajaran disusun menerapkan model *Problem Based Learning* (PBL) dengan pendekatan pembelajaran mendalam (*Deep Learning*) (Fullan dkk., 2017). Melalui Problem-Based Learning (PBL), peserta didik membangun pengetahuan secara aktif melalui diskusi dan pemecahan masalah, sehingga dapat mendorong pemahaman konseptual dan mendukung terjadinya pembelajaran mendalam (Dolmans dkk., 2016). Aktivitas belajar dibuat untuk memfasilitasi keberagaman profil belajar murid di kelas XI ini yakni 44% murid dengan tipe visual, 39% tipe kinestetik, dan 17% tipe auditori. Aktivitas pada model PBL dapat menjembatani kelompok 56% murid yang belum paham materi dengan adanya penyesesuaian terhadap gaya belajar.

Untuk mengakomodasi murid dengan gaya belajar visual (44%), disajikan stimulus visual berupa paparan PowerPoint (PPT) interaktif mengenai konsep jarak antara titik data dengan garis tren (residu). Visualisasi ini membantu murid memahami secara visual

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

mengapa jumlah kuadrat residu harus sekecil mungkin sebelum mereka dipandu menghitungnya dengan rumus metode kuadrat terkecil yang sesuai dengan tujuan pembelajaran yang pertama.

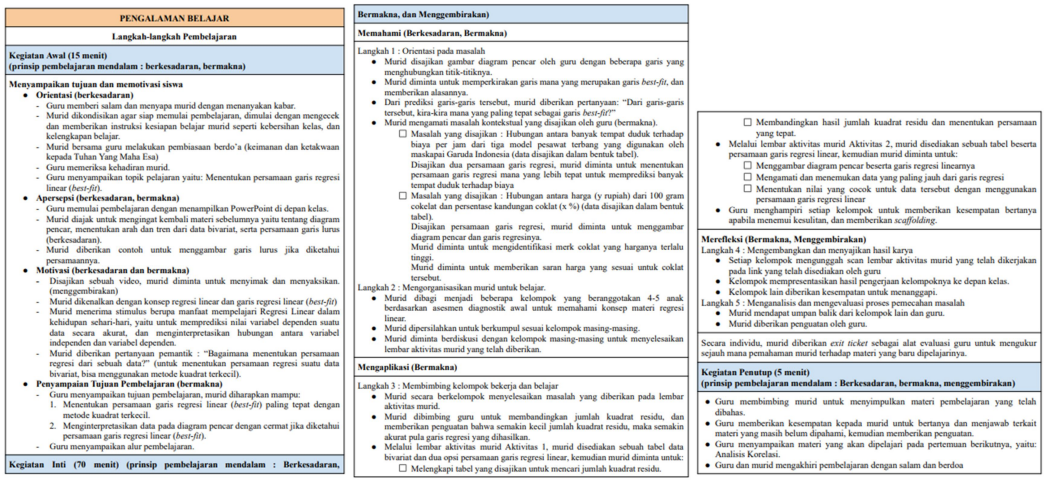
Untuk mengakomodasi murid dengan gaya belajar kinestetik (39%), pengalaman belajar diorientasikan pada aktivitas pemecahan masalah kontekstual yang manipulatif. Melalui pengerjaan LKPD, murid difasilitasi dalam kelompok kecil untuk menghitung konstanta persamaan, melakukan plot titik secara manual, dan menarik garis regresi terbaiknya di atas kertas grafik.

Untuk mengakomodasi murid dengan gaya belajar auditori (17%), modul menyediakan ruang kolaborasi lewat sesi presentasi kelompok dan diskusi kritis. Murid diajak berargumen secara lisan untuk menginterpretasikan arti dari persamaan garis regresi yang mereka temukan terhadap konteks masalah di dunia nyata. Aktivitas tanya jawab lisan ini juga memperkuat pemahaman konseptual murid auditori melalui pendengaran sekaligus menantang penalaran murid yang sudah paham.

3. Tahap Pengembangan (Development)

Tahap ini bertujuan untuk merealisasikan rancangan pembelajaran menjadi produk nyata yang siap digunakan, serta menguji kelayakan teoritis produk tersebut sebelum diimplementasikan di kelas. Peneliti berhasil memproduksi perangkat pembelajaran utuh berupa Modul Ajar Statistika Data Bivariat (Materi Regresi Linear) untuk Kelas XI / Fase F di salah satu SMA Negeri yang ada di Kota Malang Komponen produk yang dihasilkan meliputi:

a. Modul ajar yang memuat informasi umum, komponen inti berkerangka UbD (Tujuan, Asesmen, Langkah Belajar), dan Pertanyaan Pemantik. Langkah-langkah pembelajaran yang tercantum pada modul ajar ditampilkan pada Gambar 1.



PENGALAMAN BELAJAR

Langkah-langkah Pembelajaran

Kegiatan Awal (15 menit)
(prinsip pembelajaran mendalam : berkesadaran, bermakna)

Menyampaikan tujuan dan memotivasi siswa

- **Orientasi (berkesadaran)**
  - Guru memberi salam dan menyapa murid dengan menanyakan kabar.
  - Murid dikondisikan agar siap memulai pembelajaran, dimulai dengan mengecek dan memberikan instruksi kesiapan belajar murid seperti kebersihan kelas, dan kelengkapan belajar.
  - Murid bersama guru melakukan pembiasaan berdo'a (keimanan dan ketakwaan kepada Tuhan Yang Maha Esa)
  - Guru memeriksa kehadiran murid.
  - Guru menyampaikan topik pelajaran yaitu: Menentukan persamaan garis regresi linear (*best-fit*).
- **Apersepsi (berkesadaran, bermakna)**
  - Guru memulai pembelajaran dengan menampilkan PowerPoint di depan kelas.
  - Murid diajak untuk mengingat kembali materi sebelumnya yaitu tentang diagram pencar, menentukan arah dan tren dari data bivariat, serta persamaan garis lurus (berkesadaran).
  - Murid diberikan contoh untuk menggambar garis lurus jika diketahui persamaannya.
- **Motivasi (berkesadaran dan bermakna)**
  - Disajikan sebuah video, murid diminta untuk menyimak dan menyaksikan. (menggembirakan)
  - Murid dikenalkan dengan konsep regresi linear dan garis regresi linear (*best-fit*)
  - Murid menerima stimulus berupa manfaat mempelajari Regresi Linear dalam kehidupan sehari-hari, yaitu untuk memprediksi nilai variabel dependen suatu data secara akurat, dan menginterpretasikan hubungan antara variabel independen dan variabel dependen.
  - Murid diberikan pertanyaan pemantik : "Bagaimana menentukan persamaan regresi dari sebuah data?" (untuk menentukan persamaan regresi suatu data bivariat, bisa menggunakan metode kuadrat terkecil).
- **Penyampaian Tujuan Pembelajaran (bermakna)**
  - Guru menyampaikan tujuan pembelajaran, murid diharapkan mampu:
    1. Menentukan persamaan garis regresi linear (*best-fit*) paling tepat dengan metode kuadrat terkecil.
    2. Menginterpretasikan data pada diagram pencar dengan cermat jika diketahui persamaan garis regresi linear (*best-fit*).
  - Guru menyampaikan alur pembelajaran.

Kegiatan Inti (70 menit) (prinsip pembelajaran mendalam : Berkesadaran, Bermakna, dan Menggembirakan)

Memahami (Berkesadaran, Bermakna)

Langkah 1 : Orientasi pada masalah
- Murid disajikan gambar diagram pencar oleh guru dengan beberapa garis yang menghubungkan titik-titiknya.
- Murid diminta untuk memperkirakan garis mana yang merupakan garis *best-fit*, dan memberikan alasannya.
- Dari prediksi garis-garis tersebut, murid diberikan pertanyaan: "Dari garis-garis tersebut, kira-kira mana yang paling tepat sebagai garis *best-fit*?"
- Murid mengamati masalah kontekstual yang disajikan oleh guru (bermakna).
  - ☐ Masalah yang disajikan : Hubungan antara banyak tempat duduk terhadap biaya per jam dari tiga model pesawat terbang yang digunakan oleh maskapai Garuda Indonesia (data disajikan dalam bentuk tabel).
    Disajikan dua persamaan garis regresi, murid diminta untuk menentukan persamaan garis regresi mana yang lebih tepat untuk memprediksi banyak tempat duduk terhadap biaya
  - ☐ Masalah yang disajikan : Hubungan antara harga (y rupiah) dari 100 gram cokelat dan persentase kandungan coklat (x %) (data disajikan dalam bentuk tabel).
    Disajikan persamaan garis regresi, murid diminta untuk menggambar diagram pencar dan garis regresinya.
    Murid diminta untuk mengidentifikasi merk coklat yang harganya terlalu tinggi.
    Murid diminta untuk memberikan saran harga yang sesuai untuk coklat tersebut.

Langkah 2 : Mengorganisasikan murid untuk belajar.
- Murid dibagi menjadi beberapa kelompok yang beranggotakan 4-5 anak berdasarkan asesmen diagnostik awal untuk memahami konsep materi regresi linear.
- Murid dipersilahkan untuk berkumpul sesuai kelompok masing-masing.
- Murid diminta berdiskusi dengan kelompok masing-masing untuk menyelesaikan lembar aktivitas murid yang telah diberikan.

Mengaplikasi (Bermakna)

Langkah 3 : Membimbing kelompok bekerja dan belajar
- Murid secara berkelompok menyelesaikan masalah yang diberikan pada lembar aktivitas murid.
- Murid dibimbing guru untuk membandingkan jumlah kuadrat residu, dan memberikan penguatan bahwa semakin kecil jumlah kuadrat residu, maka semakin akurat pula garis regresi yang dihasilkan.
- Melalui lembar aktivitas murid Aktivitas 1, murid disediakan sebuah tabel data bivariat dan dua opsi persamaan garis regresi linear, kemudian murid diminta untuk:
  - ☐ Melengkapi tabel yang disajikan untuk mencari jumlah kuadrat residu.
  - ☐ Membandingkan hasil jumlah kuadrat residu dan menentukan persamaan yang tepat.
- Melalui lembar aktivitas murid Aktivitas 2, murid disediakan sebuah tabel beserta persamaan garis regresi linear, kemudian murid diminta untuk:
  - ☐ Menggambar diagram pencar beserta garis regresi linearnya
  - ☐ Mengamati dan menemukan data yang paling jauh dari garis regresi
  - ☐ Menentukan nilai yang cocok untuk data tersebut dengan menggunakan persamaan garis regresi linear
- Guru menghampiri setiap kelompok untuk memberikan kesempatan bertanya apabila menemui kesulitan, dan memberikan *scaffolding*.

Merefleksi (Bermakna, Menggembirakan)

Langkah 4 : Mengembangkan dan menyajikan hasil karya
- Setiap kelompok mengunggah scan lembar aktivitas murid yang telah dikerjakan pada link yang telah disediakan oleh guru
- Kelompok mempresentasikan hasil pengerjaan kelompoknya ke depan kelas.
- Kelompok lain diberikan kesempatan untuk menanggapi.

Langkah 5 : Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah
- Murid mendapat umpan balik dari kelompok lain dan guru.
- Murid diberikan penguatan oleh guru.

Secara individu, murid diberikan *exit ticket* sebagai alat evaluasi guru untuk mengukur sejauh mana pemahaman murid terhadap materi yang baru dipelajarinya.

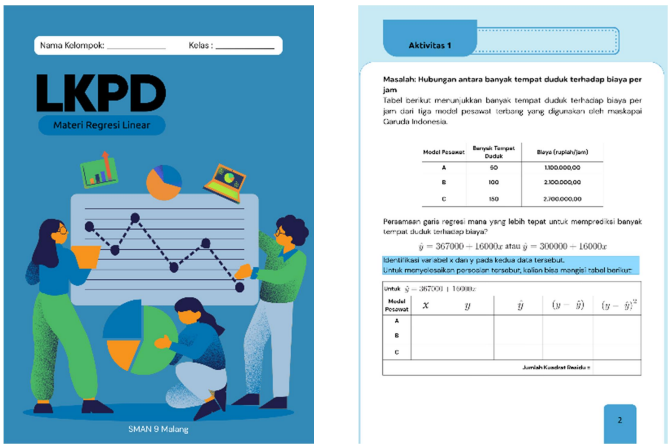
Kegiatan Penutup (5 menit)
(prinsip pembelajaran mendalam : Berkesadaran, bermakna, menggembirakan)

- Guru membimbing murid untuk menyimpulkan materi pembelajaran yang telah dibahas.
- Guru memberikan kesempatan kepada murid untuk bertanya dan menjawab terkait materi yang masih belum dipahami, kemudian memberikan penguatan.
- Guru menyampaikan materi yang akan dipelajari pada pertemuan berikutnya, yaitu: Analisis Korelasi.
- Guru dan murid mengakhiri pembelajaran dengan salam dan berdoa

Gambar 1. Alur Pembelajaran

b. Lembar kerja murid (LKPD) yang dirancang sebagai stimulus aktivitas berkelompok (Problem Based Learning) yang memandu murid secara bertahap dalam cara melengkapi tabel pembantu untuk menentukan persamaan garis regresi, sesuai dengan tujuan pembelajaran 1, melakukan plot titik data secara manual, hingga menginterpretasikan makna datanya secara kritis, sesuai dengan tujuan pembelajaran 2. Tampilan LKPD berbasis PBL untuk materi regresi linear dengan metode kuadrat terkecil dituampilkan pada Gambar 2.

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X



Gambar 2. Tampilan LKPD Regresi Linear dengan Metode Kuadrat Terkecil

c. Media Pembelajaran Digital: Integrasi media visual berupa presentasi interaktif PowerPoint/Canva yang menyajikan ragam grafik diagram pencar (*scatter plot*) yang banyak warnanya untuk menstimulasi intuisi spasial murid kelompok visual. Gambar 3 menampilkan presentasi PowerPoint untuk pembelajaran.



Gambar 3. Tampilan PowerPoint Regresi Linear dengan Metode Kuadrat Terkecil

Rancangan modul ajar yang telah selesai disusun kemudian dinilai kualitasnya oleh para validator ahli, yaitu dosen dan guru kelas matematika di SMA kelas XI yang berkompeten di bidangnya. Penilaian menggunakan instrumen angket dengan skala Likert 1–4 untuk mengukur tingkat kevalidan produk. Rata-rata gabungan dari seluruh aspek penilaian mencapai 3,45 (86,3%), sehingga modul ajar yang dikembangkan, dikategorikan Sangat Valid atau sangat layak untuk digunakan dengan revisi minor. Data kuantitatif hasil penilaian dari para validator diringkas pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Validasi Ahli terhadap Modul Ajar Regresi Linear

No	Aspek Penilaian Komponen Modul	Skor Rata-rata (Skala 4)	Persentase Kelayakan	Kriteria Kelayakan
1	Identitas dan Kompetensi	4	100%	Sangat Valid / Layak
2	Pengembangan materi, bahan, sumber, dan media pembelajaran	3,14	78,5%	Valid / Layak
3	Skenario kegiatan pembelajaran	3,33	83,3%	Sangat Valid / Layak
4	Asesmen	3,67	92,7%	Sangat Valid / Layak
Rata-rata		**3,45**	**86,3%**	**Sangat Valid / Layak**

Meskipun secara kuantitatif produk dinyatakan sangat layak, peneliti tetap melakukan perbaikan kualitas isi (revisi minor) berdasarkan catatan kualitatif, saran, dan komentar yang diberikan oleh para ahli. Hasil perbaikan tersebut di antaranya:

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

a. Saran Ahli Materi: Meminta peneliti memberikan penekanan visual yang lebih jelas mengenai konsep residu (jarak titik ke garis prediksi) sebelum murid dijejali rumus formal metode kuadrat terkecil.
   Tindakan Revisi: Peneliti menambahkan visualisasi khusus pada slide media Canva/PPT dan modul utama yang memperlihatkan ilustrasi garis tren dengan tanda panah vertikal menuju titik-titik data. Hal ini disesuaikan untuk menjembatani hambatan kognitif 56% murid yang di awal belum paham dan mendukung penguatan konsep kelompok Visual (44%).
b. Saran Ahli Desain/Pedagogi: Alokasi waktu untuk aktivitas pengisian tabel pembantu hitung kuadrat selisih pada LKPD perlu diperhitungkan agar murid Kinestetik (39%) memiliki waktu yang cukup untuk memplot grafik secara manual.
   Tindakan Revisi: Peneliti menyusun ulang manajemen waktu pada Learning Plan (Tahap 3 UbD) dengan menambah porsi pengerjaan kelompok mandiri sebesar 10 menit, yang diambil dari efisiensi waktu penyampaian materi ceramah satu arah oleh guru.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan, dapat disimpulkan bahwa modul ajar matematika berbasis pembelajaran mendalam (deep learning) dengan kerangka Understanding by Design (UbD) pada materi regresi linear berhasil dikembangkan melalui tahapan analysis, design, dan development pada model ADDIE. Hasil analisis kebutuhan menunjukkan adanya kesenjangan pemahaman konseptual murid pada materi regresi linear, khususnya dalam interpretasi visual data, serta keberagaman karakteristik gaya belajar yang memerlukan perangkat pembelajaran adaptif dan berorientasi pada keterlibatan aktif murid.

Modul ajar dirancang menggunakan prinsip backward design melalui penetapan tujuan pembelajaran, penyusunan asesmen autentik, dan perancangan pengalaman belajar berbasis Problem Based Learning (PBL) yang terintegrasi dengan prinsip pembelajaran mendalam. Produk yang dihasilkan meliputi modul ajar, lembar kerja peserta didik (LKPD), dan media pembelajaran digital interaktif.

Hasil validasi ahli menunjukkan skor rata-rata sebesar 3,45 dengan persentase kelayakan 86,3% yang termasuk kategori sangat valid atau sangat layak. Hal ini menunjukkan bahwa modul ajar yang dikembangkan telah memenuhi aspek kelayakan isi, desain pembelajaran, media pembelajaran, skenario pembelajaran, dan asesmen.

Dengan demikian, modul ajar berbasis pembelajaran mendalam dengan kerangka UbD pada materi regresi linear layak digunakan sebagai perangkat pembelajaran untuk mendukung pembelajaran matematika yang bermakna, kontekstual, dan berorientasi pada penguatan pemahaman konseptual murid. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melanjutkan pada tahap implementation dan evaluation guna menguji kepraktisan dan efektivitas modul dalam meningkatkan hasil belajar murid.

DAFTAR PUSTAKA

Adiastuti, N., Nisa, Z. K., & Sageta, R. (2025). Statistics learning innovation through contextual numeration of literacy e-module. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, *12*(3).

Alisha, A. F., & Syafi'i, M. (2025). *TO ENCHANCE STUDENT'S LEARNING IN EARTH AND SOLAR SYSTEM*. *6*(4).

Ben-Zvi, D., Makar, K., & Garfield, J. (Ed.). (2018). *International Handbook of Research in Statistics Education*. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-66195-7

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Black, P., & Wiliam, D. (2018). Classroom assessment and pedagogy. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, *25*(6), 551–575. https://doi.org/10.1080/0969594X.2018.1441807

Desmasari, D., Oktavia, M., & Ayurachmawati, P. (2025). *PENGARUH PENERAPAN PENDEKATAN UNDERSTANDING BY DESIGN (UBD) TERHADAP PEMAHAMAN KONSEP IPAS SISWA KELAS IV SD NEGERI 3 TOMAN KECAMATAN BABAT TOMAN*. *10*.

Dolmans, D. H. J. M., Loyens, S. M. M., Marcq, H., & Gijbels, D. (2016). Deep and surface learning in problem-based learning: A review of the literature. *Advances in Health Sciences Education*, *21*(5), 1087–1112. https://doi.org/10.1007/s10459-015-9645-6

Fleming, N. (2001). *Teaching and Learning Styles: VARK Strategies*. Neil D. Fleming. https://books.google.co.id/books?id=K04uyQEACAAJ

Friedrich, A., Schreiter, S., Vogel, M., Becker-Genschow, S., Brünken, R., Kuhn, J., Lehmann, J., & Malone, S. (2024). What shapes statistical and data literacy research in K-12 STEM education? A systematic review of metrics and instructional strategies. *International Journal of STEM Education*, *11*(1), 58. https://doi.org/10.1186/s40594-024-00517-z

Fullan, M., Quinn, J., & McEachen, J. (2017). *Deep Learning: Engage the World Change the World*. SAGE Publications. https://books.google.co.id/books?id=vXlZDwAAQBAJ

Gal, I., & Ograjenšek, I. (2017). Official Statistics and Statistics Education: Bridging the Gap. *Journal of Official Statistics*, *33*(1), 79–100. https://doi.org/10.1515/jos-2017-0005

Hafiz, M., Dimyati, A., & Putri, F. M. (2024). The Development of an Educational Statistics Module Based on a Guided Discovery Learning Model Oriented to Students' Statistical Literacy. *Jurnal Pendidikan Matematika (Kudus)*, *7*(2), 151. https://doi.org/10.21043/jpmk.v7i2.29017

Hidayati, V. R., Wahyuningsih, B. Y., & Putri, H. R. (2025). *Analysis of Vark Learning Styles in Elementary School Students' Mathematical Concept Understanding*. *5*.

Khalil, M. K., & Elkhider, I. A. (2016). Applying learning theories and instructional design models for effective instruction. *Advances in Physiology Education*, *40*(2), 147–156. https://doi.org/10.1152/advan.00138.2015

Khasanah, M., Fathani, A. H., & Hasana, S. N. (2025). Pengembangan Bahan Ajar Integratif Interaktif Berbasis Android pada Materi Statistika untuk Peserta Didik Kelas VIII: Development of Android-Based Interactive Integrative Teaching Materials on Statistics for Grade VIII Students. *Edu Cendikia: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, *5*(02), 763–773. https://doi.org/10.47709/educendikia.v5i02.6496

Khoirunnisa, S., & Iba, K. (2022). Correlation Study Of Visual, Auditorial and Kinesthetic Learning Styles (VAK) With Mathematics Learning Outcomes For Elementary School Students. *Jurnal Paedagogy*, *9*(4), 790. https://doi.org/10.33394/jp.v9i4.5495

Mayer, R. E. (2009). *Multimedia Learning* (2 ed.). Cambridge University Press.

OECD. (2023). *PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education*. OECD. https://doi.org/10.1787/53f23881-en

Olivares, D., Lupiáñez, J. L., & Segovia, I. (2021). Roles and characteristics of problem solving in the mathematics curriculum: A review. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, *52*(7), 1079–1096. https://doi.org/10.1080/0020739X.2020.1738579

Panadero, E., Broadbent, J., Boud, D., & Lodge, J. M. (2019). Using formative assessment to influence self- and co-regulated learning: The role of evaluative judgement.

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

European Journal of Psychology of Education, *34*(3), 535–557. https://doi.org/10.1007/s10212-018-0407-8

Setiyawati, N., Milianti, Septiani, U. R., & Titin. (2023). Analisis Pengembangan Rancangan Pembelajaran dengan Pendekatan Ubd. *Jurnal Penelitian, Pendidikan dan Pengajaran: JPPP*, *4*(3). https://doi.org/10.30596/jppp.v4i3.16126

Sharma, S. (2017). Definitions and models of statistical literacy: A literature review. *Open Review of Educational Research*, *4*(1), 118–133. https://doi.org/10.1080/23265507.2017.1354313

Soforon, O. G. B., Sikko, S. A., & Tesfamicael, S. A. (2024). Engaging primary mathematics teachers in two private schools in South Sudan: A case study on student-centred teaching in problem-solving and mathematical discourse. *Pythagoras*, *45*(1), a775. https://doi.org/10.4102/PYTHAGORAS.v45i1.775

Turel, Y. K., & Ozer Sanal, S. (2018). The effects of an ARCS based e-book on student's achievement, motivation and anxiety. *Computers & Education*, *127*, 130–140. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.08.006

Wiggins, G. P., & McTighe, J. (2005). *Understanding by Design* (2 ed.). ASCD.