

Pengembangan LMS Berbasis Proyek Guna Meningkatkan Kompetensi Web Developer Siswa SMK

Achmad Syahrul Ramadhan¹, Bambang Sujatmiko²

^{1,2}S1 Pendidikan Teknologi Informasi, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia.

Artikel Info

Kata Kunci:

Pembelajaran Berbasis Proyek;
LMS;
Pengembang Web;
SMK.

Keywords:

Project-Based Learning;
Learning Management System;
Web Developer;
Senior High School.

Riwayat Article (Article History):

Submitted: 15 Juli 2025
Accepted: 11 September 2025
Published: 13 Oktober 2025

Abstrak: Lulusan di Indonesia menghadapi ketidaksesuaian antara keterampilan mereka dengan kebutuhan industri. Hal ini mencakup masalah literasi, seperti kemampuan membaca dan menulis, serta etos kerja yang lemah, sebagaimana disoroti oleh hasil PISA Indonesia. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk menciptakan dan mengkaji bagaimana sistem manajemen pembelajaran (LMS) berbasis proyek dapat membantu siswa RPL kelas 11 di SMKN 2 Surabaya dalam meningkatkan kemampuan pengembangan web mereka dengan menerapkan keterampilan berpikir komputasional. Metode penelitian yang digunakan adalah Penelitian dan Pengembangan (R&D) berbasis model ADDIE, dengan pendekatan kuasi-eksperimental yang mengikuti *Pretest-Posttest Control Group Design*. Untuk pengumpulan data, tes (kognitif dan psikomotorik), kuesioner, observasi, dan wawancara dilakukan. Temuan menunjukkan bahwa LMS "e-ASRam", berdasarkan umpan balik dari validator dan siswa, memiliki manfaat penting dalam hal kegunaan dan kesederhanaan. Hasil uji hipotesis menggunakan *Mann-Whitney U* menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Nilai signifikansi untuk keterampilan kognitif adalah 0,047 (<0,05) dan untuk keterampilan psikomotorik adalah 0,000 (<0,05). Kelompok eksperimen menunjukkan peningkatan hasil belajar dibandingkan dengan kelompok kontrol. Singkatnya, pembuatan LMS "e-ASRam" menggunakan pendekatan PjBL telah efektif dan sesuai untuk meningkatkan keterampilan pengembangan web secara signifikan.

Abstract: Graduates in Indonesia encounter a mismatch between their skills and what industries require. This includes issues with literacy, such as reading and writing abilities, along with a weak work ethic, as highlighted by Indonesia's PISA results. Therefore, the aim of this study is to create and assess how a project-based learning management system (LMS) can assist 11th-grade RPL students at SMKN 2 Surabaya in enhancing their web development capabilities by applying computational thinking skills. The research method utilized is Research and Development (R&D) based on the ADDIE model, using a quasi-experimental approach that follows the Pretest-Posttest Control Group Design. For gathering data, tests (both cognitive and psychomotor), questionnaires, observations, and interviews were conducted. The findings indicate that the LMS "e-ASRam," based on feedback from validators and students, has notable benefits in terms of usability and simplicity. The outcome of the hypothesis test via the Mann-Whitney U showed a significant difference between the experimental group and the control group. The significance values for cognitive skills is 0.047 (<0.05) and for psychomotor skills is 0.000 (<0.05). The experimental group

showed improved learning outcomes in comparison to the control group. In summary, the creation of the "e-ASRAM" LMS using the PjBL approach has been effective and suitable for significantly enhancing skills in web development.

Corresponding Author:

Achmad Syahrul Ramadhan

Pendidikan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: achmadsyahrul.21004@mhs.unesa.ac.id

PENDAHULUAN

Kemampuan berpikir kritis, berpikir komputasi, dan keterampilan berbasis teknologi menjadi syarat utama untuk menghadapi tantangan global di era digital. Pencapaian kompetensi ini masih menjadi tantangan besar, terutama di Indonesia. Namun, lulusan di Indonesia menghadapi kesenjangan antara kompetensi lulusan dengan kebutuhan industri, yang salah satunya adalah kelemahan dalam keterampilan literasi, seperti membaca dan menulis, serta etos kerja yang kurang baik. Hal tersebut dibuktikan dengan keterlibatan Indonesia pada PISA. PISA atau *Program for International Student Assessment* adalah salah satu program setiap tiga tahun sekali yang dijalankan oleh OECD untuk menilai dan membandingkan kinerja siswa berusia 15 tahun dari berbagai negara di seluruh dunia dalam bidang membaca, matematika, dan sains. Menurut Satryo Soemantri Brodjonegoro, Mendiktisaintek, menegaskan bahwa masalah ini memperlihatkan ketidaksiapan lulusan dalam menghadapi tuntutan dunia profesional (Putra, 2024). Tantangan ini menjadi sorotan karena berdampak pada rendahnya tingkat serapan lulusan di dunia usaha dan industri (DUDI), sebagaimana diungkapkan oleh LLDikti Wilayah V DIY yaitu Prof. Setyabudi Indarto.

Faktor literasi membaca siswa yang masih rendah dipengaruhi oleh siswa belum terlatih dalam menyelesaikan soal-soal dengan karakteristik soal PISA (Karmana, 2024), terutama pada soal yang bertipe *High Order Thinking Skill* (HOTS). Situasi ini menyoroti pentingnya pendekatan pembelajaran yang lebih inovatif untuk mendukung keterampilan tersebut. Keterampilan ini meliputi kreativitas, berpikir kritis, berpikir komputasi, kemampuan komunikasi, kolaborasi, dan literasi digital. Oleh karena itu, pengembangan pembelajaran berbasis kompetensi menjadi kebutuhan mendesak yang mendorong siswa untuk mengembangkan keterampilan ini menjadi semakin relevan, khususnya dalam konteks pendidikan vokasi, dimana pendidikan vokasi ini bertujuan untuk menyiapkan lulusan yang tidak hanya memiliki pengetahuan akademik, tetapi juga keterampilan kerja yang sesuai dengan kebutuhan industri sehingga menciptakan lulusan yang lebih inovatif, adaptif, dan kompetitif.

Salah satu pendekatan yang dinilai efektif untuk mengembangkan prestasi siswa terutama pada keterampilan abad ke-21 adalah melalui pembelajaran berbasis proyek atau *project-based learning* (PjBL) menggunakan pendekatan *Student-Centered Learning* (SCL) (Faizin et al., 2023). Selain itu, penerapan soal berbasis *High Order Thinking Skills* (HOTS) juga menjadi strategi penting untuk mendukung pengembangan keterampilan tersebut. Selain itu, menurut (Brookhart, 2010) menyatakan bahwa Soal HOTS mendorong siswa untuk menganalisis, mengevaluasi, dan menciptakan solusi dari permasalahan kompleks, yang sejalan dengan kebutuhan kompetensi abad ke-21. Pendekatan tersebut menekankan penyelesaian proyek nyata yang relevan dengan kebutuhan industri dan menempatkan siswa sebagai pusat pembelajaran, di mana guru hanya bertindak sebagai fasilitator, sedangkan siswa didorong untuk aktif, kreatif, bekerja dalam tim, dan mandiri dalam mengeksplorasi pengetahuan.

Pendekatan pembelajaran berpusat pada siswa atau *Student-Centered Learning* memainkan peran penting dalam proses pembelajaran modern. Teori konstruktivisme menegaskan bahwa pembelajaran akan lebih efektif ketika siswa secara aktif membangun pengetahuan melalui pengalaman langsung (Piaget, 1973). Berdasarkan pendapat dari (O'Neill & McMahon, 2005), menegaskan bahwa *student-centered learning* merupakan proses pembelajaran yang mengutamakan kebutuhan, kapabilitas, gaya, dan minat belajar siswa, sehingga siswa memiliki peran aktif dalam menentukan arah pembelajarannya. Pembelajaran berbasis *Student-Centered Learning* telah diterapkan oleh SMKN 2

Surabaya dalam jurusan Rekayasa Perangkat Lunak, khususnya pada elemen pemrograman web untuk pengembangan aplikasi berbasis web. Berdasarkan observasi penulis selama magang mengajar di SMKN 2 Surabaya, hasil observasi awal menunjukkan bahwa masih terdapat kesenjangan antara kemampuan siswa dalam mengintegrasikan keterampilan berpikir komputasi dan hasil pembelajaran yang dicapai. Guru juga sering kali kesulitan memantau perkembangan keterampilan siswa secara sistematis selama proses pembelajaran berlangsung. Selain itu, belum ada alat yang dirancang khusus untuk mendukung pengelolaan pembelajaran berbasis proyek, termasuk pengukuran keterampilan berpikir komputasi siswa. Hal ini menunjukkan perlunya inovasi berupa Sistem Manajemen Pembelajaran yang dirancang untuk mendukung pelaksanaan PjBL dan *student-centered learning* secara terstruktur dan efektif.

Learning Management System (LMS) mempunyai potensi besar untuk membantu guru dalam merancang, melaksanakan, dan mengevaluasi pembelajaran berbasis proyek. Sistem ini dapat memfasilitasi kerja sama siswa, mempermudah distribusi materi pembelajaran, serta menyediakan alat evaluasi yang dapat mengukur keterampilan berpikir komputasi siswa secara lebih objektif. Dengan adanya LMS yang terintegrasi dengan PjBL dan *Student-Centered Learning*, pembelajaran elemen pemrograman web diharapkan dapat berjalan lebih efektif dan memberikan pengalaman belajar yang mendalam bagi siswa.

Berdasarkan kebutuhan yang telah disebutkan di atas, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun LMS sebagai pendukung pembelajaran berbasis proyek dengan pendekatan *Student-Centered Learning* dalam elemen pemrograman web di SMKN 2 Surabaya. Sistem ini dirancang tidak hanya untuk memfasilitasi proses pembelajaran tetapi juga untuk meningkatkan kompetensi *web developer* pada siswa kelas XI RPL dengan mengimplementasikan keterampilan berpikir komputasi sebagai salah satu kompetensi penting pada era digital.

METODE

Metode Penelitian

Metode penelitian yang diterapkan dalam tulisan ini adalah metode R&D atau desain kuasi-eksperimental dengan kerangka kerja *Pretest-Posttest Control Group* (Sugiyono, 2023). Metode ini dipilih karena tujuan penelitian ini adalah untuk menciptakan produk berupa Sistem Manajemen Pembelajaran (LMS), yang secara khusus mendukung pembelajaran berbasis proyek (PjBL) untuk meningkatkan keterampilan pengembang web dengan menerapkan kemampuan berpikir komputasional. Desain kuasi eksperimen diterapkan untuk mengevaluasi seberapa efektif produk yang dihasilkan dan menilai perbedaan hasil pendidikan antara kelompok eksperimen yang memanfaatkan LMS PjBL dan kelompok kontrol yang menerapkan metode pengajaran tradisional. Desain ini terdiri dari dua kelompok yang pertama-tama menerima pretest, setelah itu kelompok eksperimen menjalani treatment, sedangkan kelompok kontrol tidak, dan kedua kelompok menyelesaikan posttest untuk menilai perbedaan maupun peningkatan kompetensi. Proses penelitian ini diilustrasikan dalam Tabel 1. di bawah ini dengan keterangan X1 merupakan *Project Based Learning* dan X2 merupakan *Conventional Learning*.

Tabel 1. Mekanisme Penelitian

Kelas	Pretest	Perlakuan	Posttest
XI RPL 3	O1	X1	O2
XI RPL 2	O3	X2	O4

Penggunaan model pengembangan dalam penelitian ini ialah ADDIE yang meliputi *Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*. Model pengembangan ADDIE merupakan desain pendidikan yang menitikberatkan pada proses pembelajaran individu, mempunyai tahapan jangka pendek dan jangka panjang, bersifat sistematis, dan mengambil pendekatan sistemik terhadap pengetahuan dan pembelajaran manusia (Maliki et al., 2025). Model ini penulis pilih karena bersifat sistematis, interaktif, dan fleksibel, memungkinkan penulis untuk melakukan revisi pada setiap

tahapan jika diperlukan, sehingga produk yang dihasilkan lebih optimal. Berdasarkan proses pengembangan produk, model R&D ini lebih bermakna dan komprehensif dibandingkan dengan model 4D (*define, design, development, distribution*). Model ini dapat diterapkan pada berbagai aplikasi pengembangan produk, antara lain model, teknik dan metode pembelajaran, media dan bahan ajar. Langkah-langkah model ADDIE yang akan diimplementasikan dalam penelitian nantinya yaitu:

1. Analisis (*Analysis*): Identifikasi kebutuhan pembelajaran, tujuan pembelajaran, serta karakteristik siswa dan kurikulum di kelas XI RPL SMK.
2. Perancangan (*Design*): Rancang struktur termasuk pengembangan konten, pengintegrasian proyek dalam *Project Based Learning*, dan desain antarmuka pengguna.
3. Pengembangan (*Development*): Implementasikan desain pembelajaran menjadi produk berupa LMS Moodle dengan membangun konten, fitur, dan fungsionalitasnya.
4. Implementasi (*Implementation*): Penerapan LMS Moodle dalam proses pembelajaran di kelas eksperimen termasuk pelatihan bagi guru dan siswa dalam penggunaannya.
5. Evaluasi (*Evaluation*): Evaluasi efektivitas LMS dalam mencapai tujuan pembelajaran dan meningkatkan pemahaman dan keterampilan pemrograman pada siswa kelas XI RPL, serta identifikasi perbaikan yang mungkin diperlukan.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua tahap, diantaranya pra-penelitian dan penelitian utama. Tahap pra-penelitian dilakukan sebelum pengembangan LMS untuk menganalisis dan memahami kebutuhan pembelajaran dan kondisi di lapangan, sehingga temuan ini dapat digunakan sebagai dasar untuk merancang sistem pembelajaran yang tepat. Sementara itu, penelitian utama bertujuan untuk menguji seberapa efektif LMS yang telah dikembangkan untuk meningkatkan kemampuan pemrograman web pada siswa. Penulis melakukan pengumpulan data dengan metode wawancara, observasi, angket, dan tes. Wawancara dilakukan secara lisan pada salah satu guru SMKN 2 Surabaya yang bertujuan untuk mengetahui kendala dalam proses pembelajaran di kelas, karakteristik dari siswa setiap kelasnya, dan mengetahui kebutuhan pada kegiatan pembelajaran. Data tersebut sangat penting bagi penulis karena penulis menjadikan sebagai acuan atau referensi dalam melakukan penelitian dan pengembangan LMS. Selanjutnya penulis melakukan observasi atau pengamatan secara langsung sekaligus menjadi seorang guru magang pada saat kegiatan Pengenalan Lingkungan Persekolahan (PLP) di SMKN 2 Surabaya. Angket digunakan oleh penulis untuk mengumpulkan data dengan cara menanyakan beberapa pertanyaan atau pernyataan kepada responden atau para ahli produk untuk melakukan validasi produk, sedangkan tes dilakukan untuk mengukur kemampuan kognitif dan psikomotorik siswa terdiri atas soal serta penugasan proyek berkelompok yang diterapkan pada kelas XI RPL. Hasil dari tes tersebut digunakan sebagai dasar dalam pengujian hipotesis penelitian.

Suatu produk dikatakan baik dan layak untuk digunakan jika melakukan tahap validasi. Produk yang divalidasi pada penelitian ini diantaranya media berupa LMS berbasis web, soal yang digunakan/dikerjakan oleh siswa berupa pre-test maupun post-test, materi pemrograman web yang diberikan kepada siswa, dan modul ajar sebagai pedoman guru untuk melaksanakan pembelajaran. Pedoman penilaian ahli media berisi aspek penilaian diantaranya Persepsi Kegunaan (*Perceived Usefulness - PU*), Persepsi Kemudahan Penggunaan (*Perceived Ease of Use - PEOU*), Sikap terhadap Penggunaan (*Attitude Toward Using - ATU*), dan Niat Perilaku untuk Menggunakan (*Behavioral Intention to Use - BIU*) (Usman et al., 2024; Putri et al., 2025; Ariyani et al., 2024). Sedangkan, Pedoman penilaian ahli soal berisi aspek penilaian diantaranya materi, konstruksi, dan bahasa (Nadira et al., 2022). Selain itu, Pedoman penilaian ahli materi berisi aspek penilaian diantaranya silabus, kualitas isi dan tujuan, dan penyajian materi (Imamuddin et al., 2024; Dewi & Agung, 2021; Sarip et al., 2022).

Teknik Analisis Data

Menurut (Moleong, 2002) dalam (Nurdewi, 2022), Analisis data merupakan proses mengukur urutan data, mengorganisasikannya ke dalam suatu pola, kategori dan uraian dasar. Penelitian ini melakukan teknik analisis data berupa penilaian validator dan hasil belajar siswa.

1. Analisis Penilaian Validator

Hasil data validasi oleh setiap validator tersebut dihitung menggunakan rumus nilai rata-rata, dimana \bar{x} adalah nilai rata-rata, $\sum x$ adalah jumlah nilai total jawaban, dan n adalah jumlah indikator. Berikut ini rumus rata-rata yang digunakan.

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

Langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan persentase pengukuran validator menggunakan rumus yang disajikan berikut ini, dimana P adalah persentase pengukuran Validator, F adalah jumlah total skor yang diperoleh, dan N adalah jumlah skor total/maksimal.

$$P = \frac{F}{N} \times 100\%$$

Dengan memperhitungkan persentase dari validasi pengukuran, dapat disusun tabel interpretasi yang disajikan Tabel 2.

Tabel 2. Mekanisme Penelitian

Kategori	Kriteria Interpretasi Skor %
Sangat Valid	81- 100
Valid	61 – 80
Cukup Valid	41 – 60
Kurang Valid	21 – 40
Sangat Kurang Valid	0 - 20

Sumber: (Hanim et al., 2023)

2. Analisis Hasil Belajar Siswa

Penelitian ini menganalisis kompetensi web developer dari dua kelas, diantaranya XI RPL 2 sejumlah 20 siswa sebagai kelompok kontrol (kelompok pembelajaran konvensional) dan XI RPL 3 sejumlah 20 siswa sebagai kelompok eksperimen (kelompok pembelajaran berbasis proyek). Informasi mengenai hasil pembelajaran siswa dimanfaatkan untuk memahami perbedaan antara nilai pretest dan posttest yang diikuti oleh siswa dalam bentuk 20 soal. Pada setiap soal diberikan bobot nilai 1. Oleh karena itu, diperlukan teknik analisis yang terdiri atas *normalized gain* (N-Gain), uji normalitas, uji homogenitas, dan uji hipotesis.

a. Normalized Gain (N-Gain)

Gain Ternormalisasi, yang sering disingkat menjadi N-Gain, menciptakan struktur yang sangat bermanfaat dalam studi pendidikan. Sebagaimana dicatat oleh (Sukarelawan et al., 2024), Uji N-Gain merupakan cara yang populer untuk mengevaluasi seberapa baik metode atau program pengajaran meningkatkan hasil belajar siswa. Metode N-Gain mengamati perubahan tingkat pemahaman siswa sebelum dan/atau setelah mereka berpartisipasi dalam suatu pengalaman belajar. Berikut rumus menghitung nilai N-Gain.

$$N_{Gain} = \frac{Skor Posttest - Skor Pretest}{Skor Maksimal - Skor Pretest}$$

b. Uji Normalitas

Uji normalitas membantu untuk mengetahui apakah data yang dikumpulkan mengikuti distribusi normal (Saputra et al., 2022). Untuk penelitian ini, uji *Shapiro-Wilk* dipilih oleh peneliti karena memiliki sampel kelompok kecil yang terdiri atas 40 siswa. Data dianggap terdistribusi normal jika nilai signifikansi (Sig.) lebih besar dari 0,05, yang berarti hipotesis nol (H_0) diterima, yang menunjukkan adanya distribusi normal. Sebaliknya, jika nilai signifikansi

0,05 atau lebih rendah, H_0 ditolak, yang menunjukkan data tidak mengikuti distribusi normal. Hipotesis untuk uji normalitas adalah:

- 1) H_0 : Data berasal dari populasi yang terdistribusi normal
- 2) H_1 : Data tidak berasal dari populasi yang terdistribusi normal

Hasil uji normalitas ini akan memandu pemilihan uji hipotesis yang tepat. Tahap pengujian melibatkan penggunaan uji-t untuk data dari kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Jika data menunjukkan distribusi normal, uji parametrik (Uji T Independen 2 Sampel) diterapkan. Jika data tidak menunjukkan distribusi normal, uji non-parametrik (Uji Mann-Whitney U) digunakan.

c. Uji Homogenitas

Menurut (Nuryadi et al., 2017), uji homogenitas adalah metode statistik yang bertujuan untuk menunjukkan bahwa dua atau lebih kumpulan data sampel berasal dari kelompok dengan varians yang sama. Ada beberapa cara untuk melakukan uji homogenitas, dengan beberapa metode yang cukup populer dan umum digunakan, seperti uji *Harley*, *Cochran*, *Levene*, dan *Bartlett*. Untuk penelitian ini, penulis memilih metode *Levene* untuk uji homogenitas, karena metode ini mengasumsikan bahwa varians kedua kelompok sama (homogen) dalam populasi. Selain itu, uji *Levene* adalah pendekatan yang paling banyak digunakan dan disarankan untuk memeriksa asumsi varians yang sama sebelum melakukan uji-t independen. Panduan berikut diberikan untuk menafsirkan metode *Levene* untuk pengujian homogenitas:

- 1) Jika nilai-p (Sig.) dari uji *Levene* lebih dari 0,05 ($p > 0,05$), hal ini menunjukkan bahwa varians antar kelompok dianggap homogen.
- 2) Jika nilai p (Sig.) dari Uji *Levene* sama dengan atau kurang dari 0,05 ($p \leq 0,05$): ini menunjukkan bahwa varians antar kelompok dianggap tidak homogen (heterogen). Jika data heterogen, penulis menerapkan penyesuaian *Satterthwaite* atau *Welch* untuk derajat kebebasan dan perhitungan statistik-t, yang memberikan hasil yang lebih akurat ketika variansnya tidak sama.

d. Uji Hipotesis

Pengujian hipotesis dilakukan setelah uji normalitas dilakukan. Ketika hasil uji normalitas menunjukkan bahwa data tidak mengikuti distribusi normal, uji *Mann-Whitney U* non-parametrik diterapkan. Uji khusus ini digunakan untuk membandingkan skor gain dari dua kelompok independen: kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Pengujian hipotesis dilakukan dengan tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$, yang menunjukkan bahwa margin kesalahan 5% dapat diterima. Proses pengambilan keputusan adalah sebagai berikut.

- 1) Jika nilai signifikansi (Sig.) kurang dari 0,05 $\rightarrow H_0$ (Menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan antara kelompok kontrol (pembelajaran tradisional) dan kelompok eksperimen (pembelajaran berbasis proyek)) ditolak, dan H_1 (Menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kelompok kontrol (pembelajaran tradisional) dan kelompok eksperimen (pembelajaran berbasis proyek)) diterima, menunjukkan perbedaan yang nyata dan peningkatan keterampilan.
- 2) Jika nilai signifikansi (Sig.) lebih besar atau sama dengan 0,05 $\rightarrow H_0$ (Menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan antara kelompok kontrol (pembelajaran tradisional) dan kelompok eksperimen (pembelajaran berbasis proyek)) diterima, sedangkan H_1 (Menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kelompok kontrol (pembelajaran tradisional) dan kelompok eksperimen (pembelajaran berbasis proyek)) ditolak, yang menunjukkan tidak ada perbedaan atau pertumbuhan yang berarti dalam keterampilan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Media Pembelajaran

1. Analisis

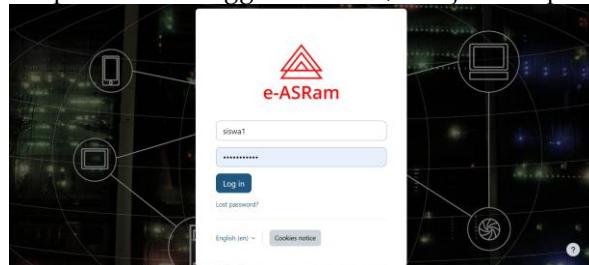
Pada tahapan awal, dilakukan identifikasi masalah fundamental dalam proses pembelajaran. Ditemukan bahwa siswa cenderung pasif karena dominasi metode pembelajaran konvensional yang berpusat pada guru. Siswa juga belum terbiasa menghadapi soal-soal berbasis *High Order Thinking Skills* (HOTS), yang mengakibatkan kesulitan dalam menyelesaikan masalah kompleks. Berdasarkan analisis kebutuhan, dirumuskan solusi berupa pengembangan LMS yang mengintegrasikan PjBL untuk melatih siswa dalam pemecahan masalah melalui proyek-proyek nyata.

2. Desain

Pada Tahap desain berfokus pada perancangan arsitektur sistem dan antarmuka pengguna (*wireframe*). Arsitektur sistem dirancang menggunakan *use case diagram* yang mendefinisikan peran dan interaksi tiga aktor utama: Admin, Guru, dan Siswa. Admin bertugas mengelola data pengguna, guru mengelola konten dan alur pembelajaran, sementara siswa berinteraksi dengan materi dan tugas proyek. Desain antarmuka (UI/UX) difokuskan pada kemudahan navigasi dan kejelasan informasi untuk mendukung pengalaman belajar yang intuitif.

3. Pengembangan

Pengembangan *Learning Management System* (LMS) pada penelitian ini menggunakan Moodle versi 5.0. Platform ini dipilih karena fleksibilitasnya dalam mengakomodasi fitur-fitur yang diperlukan untuk PjBL. LMS tersebut dapat diakses melalui tautan: asram.my.id. Hasil akhir dari tahapan ini yaitu menghasilkan sebuah produk LMS yang diberi nama dengan e-ASRAM yang ditampilkan pada Gambar 1. s.d. Gambar 5. Pada Gambar 1 menunjukkan tampilan halaman *login*. Halaman *login* digunakan untuk membedakan antara pengguna admin, guru, dan siswa, bahkan *developer*. Halaman ini berfungsi sebagai gerbang akses yang aman bagi semua pengguna. Desainnya minimalis untuk memastikan kemudahan akses, di mana pengguna (admin, guru, atau siswa) hanya perlu memasukkan *username* dan *password*. Terdapat pula opsi untuk mengganti bahasa, menjadikan platform ini lebih aksesibel.

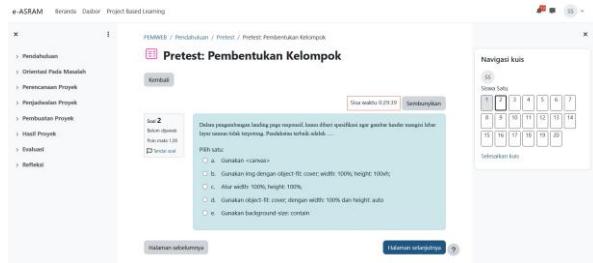


Gambar 1. Halaman *Login* e-ASRAM

Pada Gambar 2. menunjukkan tampilan halaman kursus Pemrograman Web *Project Based Learning* untuk pengguna Siswa. Ini adalah halaman utama bagi siswa saat mengikuti pembelajaran. Di sisi kiri, terdapat sintaks atau tahapan PjBL yang terstruktur (mulai dari pendahuluan hingga refleksi), memandu siswa secara sistematis dalam mengerjakan proyek. Di bagian tengah, disajikan konten pembelajaran seperti *pretest* dan materi, sementara di sisi kanan terdapat *progress bar* yang memberikan umpan balik visual mengenai kemajuan belajar siswa.

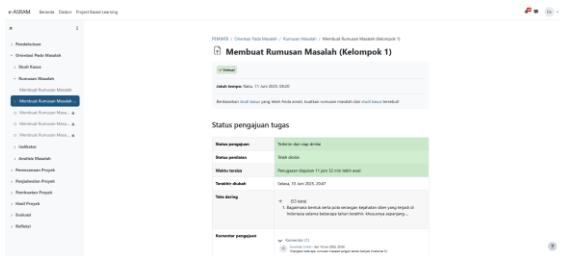
Gambar 2. Halaman *Project Based Learning*

Pada Gambar 3. menunjukkan tampilan halaman penggerjaan *pretest* dan *posttest* untuk pengguna Siswa. Antarmuka tes dirancang untuk fokus dan bebas distraksi. Soal disajikan dengan jelas di tengah, sementara navigasi kuis di sebelah kanan memungkinkan siswa melacak soal yang sudah atau belum dikerjakan. Adanya penghitung waktu mundur (*timer*) membantu melatih manajemen waktu siswa dalam mengerjakan soal.



Gambar 3. Halaman Penggerjaan *Pretest* & *Posttest*

Pada Gambar 4. merupakan tampilan halaman pengajuan tugas siswa. Halaman ini memfasilitasi pengumpulan tugas proyek sesuai sintaks PjBL, seperti perumusan masalah. Guru dapat mengatur format pengumpulan, baik berupa teks daring, unggahan file, maupun forum diskusi. Fitur ini penting untuk memastikan siswa mengikuti setiap tahapan proyek secara berurutan sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya.



Gambar 4. Halaman Pengajuan Tugas Siswa

Pada Gambar 5. merupakan tampilan halaman untuk menilai kinerja siswa dalam bentuk rubrik penilaian. Guru menggunakan halaman ini untuk memberikan penilaian formatif dan sumatif menggunakan rubrik yang terstruktur. Rubrik ini memungkinkan penilaian yang objektif terhadap berbagai aspek kompetensi, seperti *Algorithmic Thinking* dan *Pattern Recognition*. Siswa dapat melihat hasil penilaian ini secara transparan, namun tidak dapat mengubahnya.



Gambar 5. Halaman Penilaian Kinerja Siswa

4. Implementasi

Tahap implementasi ini penulis melakukan penerapan terhadap produk yang telah dirancang oleh penulis dan divalidasi oleh para ahli. Penerapan media pembelajaran berupa LMS berbasis website dengan menggunakan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) ini dilakukan pada kelas XI RPL 2 & XI RPL 3 di SMK Negeri 2 Surabaya, dimana terdiri atas masing-masing 20 siswa. Pengaksesan LMS berbasis website ini melalui tautan <https://asram.my.id>. Implementasi dilakukan dengan memberikan tes keterampilan kognitif, dimana siswa mengerjakan 20 butir soal pilihan ganda dan tes kemampuan psikomotorik berupa praktikum.

5. Evaluasi

Tahap evaluasi dilakukan berdasarkan arahan dari validator produk, baik dalam penemuan kesalahan maupun saran yang bersifat membangun. Setelah mendapatkan arahan, penulis mengimplementasikan perbaikan sesuai dengan arahan untuk menjadikan media pembelajaran yang lebih baik. Evaluasi juga dapat dilakukan dengan melakukan kuesioner untuk mengetahui respon siswa terhadap pengembangan LMS. Kuesioner tersebut dilakukan oleh 20 siswa kelas XI RPL 3 sebagai pengguna LMS e-ASRAM.

Pembahasan Hasil Penelitian

1. Hasil Validasi Produk

Pelaksanaan validasi produk meliputi validasi media, validasi RPP, validasi soal, validasi materi, oleh validator dosen dan guru SMK. Pada penelitian ini instrument penilaian melalui angket validasi. Selanjutnya, hasil tersebut digunakan sebagai indikator kevalidan penggunaan produk. Hasil validasi akan dinyatakan valid atau tidak ditentukan berdasarkan standar penjelasan skor dengan skala Likert. Berdasarkan hasil validasi media, materi, soal, dan modul ajar oleh para validator, diperoleh persentase skor penilaian sebesar: media 88,4% (sangat valid), modul ajar 87,4% (sangat valid), materi 86,4% (sangat valid), dan soal 85% (sangat valid). Berdasarkan kesimpulan validasi produk telah dijabarkan maka disimpulkan bahwa produk yang dirancang layak atau valid sehingga dapat digunakan.

2. Kontribusi LMS "e-ASRAM" terhadap Peningkatan Kompetensi Siswa

Hasil penelitian menunjukkan bahwa LMS "e-ASRAM" yang dikembangkan dengan pendekatan PjBL secara signifikan meningkatkan kompetensi *web developer* siswa, baik dari aspek kognitif maupun psikomotorik. Peningkatan ini tidak terjadi secara kebetulan, melainkan merupakan hasil dari desain instruksional yang terstruktur dalam LMS. LMS "e-ASRAM" mentransformasi model pembelajaran dari yang pasif menjadi aktif dan terpusat pada siswa (*Student-Centered Learning*). Jika sebelumnya siswa hanya menerima informasi dari guru, kini mereka dituntut untuk secara aktif terlibat dalam pemecahan masalah melalui proyek nyata. Sintaks PjBL yang terintegrasi dalam LMS, mulai dari orientasi pada masalah, perencanaan, pembuatan, hingga evaluasi, memaksa siswa untuk menerapkan keterampilan berpikir komputasional (*computational thinking*). Sebagai contoh, pada tahap orientasi pada masalah, siswa tidak langsung diberi solusi, melainkan sebuah studi kasus. Mereka harus menganalisis (dekomposisi), menemukan pola (*pattern recognition*), dan merumuskan masalah secara mandiri. Ini secara langsung melatih kemampuan berpikir kritis dan analitis yang merupakan fondasi dari kompetensi *web developer*.

Efektivitas LMS ini terletak pada kemampuannya menyediakan lingkungan belajar yang terstruktur namun fleksibel. Struktur sintaks PjBL memastikan semua siswa melewati tahapan pembelajaran yang esensial, sementara fitur seperti forum diskusi dan pengajuan tugas dalam berbagai format memberikan fleksibilitas bagi siswa untuk berkolaborasi dan mengekspresikan pemahaman mereka dengan cara yang berbeda. Guru, yang bertindak sebagai fasilitator, dapat memantau kemajuan setiap kelompok secara sistematis melalui dasbor LMS, memberikan umpan balik yang tepat waktu, dan mengidentifikasi siswa yang membutuhkan bimbingan tambahan. Peningkatan signifikan pada aspek psikomotorik ($p=0,000$) menunjukkan bahwa pendekatan berbasis proyek ini berhasil menjembatani kesenjangan antara teori dan praktik. Siswa tidak hanya belajar "tentang" pemrograman web, tetapi mereka "melakukan" pemrograman web untuk menyelesaikan masalah nyata. Hal ini sejalan dengan teori konstruktivisme Piaget, yang menyatakan bahwa pengetahuan dibangun secara aktif melalui pengalaman langsung.

3. Hasil Belajar Siswa

Berdasarkan hasil belajar kelas XI RPL 2 sebanyak 20 siswa dan XI RPL 3 sebanyak 20 siswa, baik dari segi kognitif maupun psikomotorik, data tersebut akan diuji normalitas dan hipotesisnya menggunakan bantuan perangkat lunak komputer.

a. Uji Normalitas

Data yang diperoleh dari perhitungan rumus N-Gain, selanjutnya dilakukan uji normalitas adakah data berdistribusi normal atau tidak. Hasil perhitungan uji normalitas pada tes kognitif siswa menggunakan bantuan program perangkat lunak menunjukkan bahwa pada kelompok pembelajaran konvensional (kelompok 1) memiliki skor Sig. metode *Shapiro-Wilk* sejumlah 0,257. Data tersebut mempunyai arti bahwa berdistribusi normal. Sedangkan, pada kelompok pembelajaran berbasis proyek atau PjBL (kelompok 2) memiliki skor Sig. metode *Shapiro-Wilk* sejumlah 0,035. Data tersebut mempunyai arti bahwa tidak berdistribusi normal. Dikarenakan salah satu dari kelompok tersebut memiliki data tidak berdistribusi normal sehingga selanjutnya penulis menggunakan pengujian metode *Mann-Whitney U* dalam menguji hipotesis. Sedangkan, hasil perhitungan uji normalitas pada tes psikomotorik siswa menggunakan bantuan program perangkat lunak menunjukkan bahwa pada kelompok pembelajaran konvensional (kelompok 1) memiliki skor Sig. metode *Shapiro-Wilk* sejumlah 0,009. Data tersebut mempunyai arti bahwa data tidak berdistribusi normal. Sedangkan, pada kelompok pembelajaran berbasis proyek atau PjBL (kelompok 2) memiliki skor Sig. metode *Shapiro-Wilk* sejumlah 0,005. Data tersebut mempunyai arti bahwa tidak berdistribusi normal. Dikarenakan kedua kelompok tersebut memiliki data tidak berdistribusi normal sehingga selanjutnya penulis menggunakan pengujian *Mann-Whitney U* dalam menguji hipotesis.

b. Uji Homogenitas

Uji homogenitas dimaksudkan untuk menentukan apakah varians yang sama ditemukan dari beberapa kelompok data penelitian. Dalam konteks penelitian ini, penulis menggunakan metode *Levene* pada uji homogenitas dikarenakan penulis memiliki asumsi dasar bahwa varians pada kedua kelompok tersebut yakni sama (homogen) dalam populasi. Hasil uji *Levene* tes kognitif menunjukkan bahwa varians data dianggap homogen. Hal tersebut dikarenakan hasil *equal variances assumed* mendapatkan nilai 0,054, dimana apabila nilai sig. $> 0,05$, varians pada suatu data dianggap homo atau sama. Jika varians data dianggap homogen, dapat dilihat pada baris *equal variances assumed* di kolom sig. (*two-tailed*) mendapat nilai 0,025. Nilai tersebut merupakan nilai $< 0,05$ yang berarti bahwa ada perbedaan yang signifikan diantara *mean* N-Gain pada kelompok kontrol (pembelajaran konvensional) & kelompok eksperimen (PjBL). Sedangkan, Hasil uji *Levene* tes psikomotorik menunjukkan bahwa varians data dianggap heterogen. Hal tersebut dikarenakan hasil *equal variances assumed* mendapatkan nilai 0,011, dimana apabila nilai Sig. $\leq 0,05$, maka varians pada data tersebut dianggap heterogen. Dikarenakan asumsi dasar homogenitas tidak terpenuhi (heterogen), penulis melakukan uji-t 2 sampel independen yang digunakan untuk membandingkan efektivitas antara PjBL dengan LMS dan pembelajaran konvensional. Hasil uji-t 2 sampel independen menunjukkan nilai 0,000 yang berarti bahwa ada perbedaan yang signifikan antara rata-rata nilai psikomotorik kelompok kontrol (pembelajaran konvensional) dan kelompok eksperimen (PjBL).

c. Uji Hipotesis

Analisa data dilakukan menggunakan uji t independen apabila uji normalitas terdistribusi normal. Jika hasil uji normalitas tidak berdistribusi normal, dianjurkan untuk tidak menggunakan uji t, maka akan diganti dengan uji non parametrik yakni uji *Mann-Whitney U*. Pengujian dilakukan dengan metode *Mann-Whitney U* tes kognitif menggunakan bantuan program perangkat lunak menampilkan bahwa nilai *asymp. sig. (2 tailed)* sejumlah 0,047. Hal tersebut berarti tingkatan signifikan $< 0,05$, dimana jika tingkat signifikansi $< 0,05$, H0 ditolak dan H1 diterima atau mempunyai arti adanya perbedaan dan peningkatan kompetensi yang signifikan secara statistik diantara dua kelompok, yakni kelompok pembelajaran konvensional dan pembelajaran berbasis proyek. Sedangkan, hasil pengujian dengan *Mann-Whitney U* pada tes psikomotorik siswa menggunakan bantuan program perangkat lunak menampilkan bahwa nilai *asymp.sig. (2-tailed)* sejumlah 0,000. Hal tersebut berarti tingkatan signifikansi kurang dari 0,05,

dimana jika tingkatan signifikan kurang dari 0,05, H₀ ditolak & H₁ diterima atau mempunyai arti adanya perbedaan & peningkatan kompetensi yang signifikan secara statistik diantara dua kelompok, yakni kelompok pembelajaran konvensional & pembelajaran berbasis proyek. Perbedaan dan peningkatan kompetensi yang signifikan dibuktikan dengan hasil *ranking* uji *Mann-Whitney U* menggunakan nilai *mean* masing-masing kelompok. Hasil peringkat uji *Mann-Whitney U* tes kognitif berupa nilai *mean* kelompok *project-based learning* (kelompok 2) sebesar 24,15 yang berarti lebih besar dari kelompok pembelajaran konvensional (kelompok 1) sebesar 16,85. Sedangkan, Hasil peringkat uji *Mann-Whitney U* tes psikomotorik berupa nilai *mean* kelompok *project-based learning* (kelompok 2) sebesar 29,88 yang berarti lebih besar dari kelompok pembelajaran konvensional (kelompok 1) sebesar 11,13. Berdasarkan hasil uji hipotesis tersebut dapat disimpulkan bahwa penggunaan e-ASRam atau LMS metode *Project Based Learning* berbasis web berpengaruh signifikan terhadap peningkatan kompetensi *web developer* siswa.

KESIMPULAN

Penelitian ini memiliki keterbatasan, yaitu hanya dilakukan pada satu sekolah dengan jumlah sampel yang relatif kecil, sehingga generalisasi hasil perlu dilakukan dengan hati-hati. Meskipun demikian, temuan ini secara jelas menjawab pertanyaan penelitian dan menunjukkan bahwa integrasi PjBL ke dalam sebuah LMS yang dirancang dengan baik merupakan strategi yang menjanjikan untuk meningkatkan kompetensi vokasi siswa sesuai dengan tuntutan industri. Berdasarkan pembahasan yang telah disajikan, penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengembangan LMS "e-ASRam" dengan pendekatan *Project-Based Learning* (PjBL) terbukti efektif dalam meningkatkan kompetensi *web developer* siswa kelas XI RPL di SMKN 2 Surabaya. Efektivitas ini tercermin dari adanya perbedaan hasil belajar yang signifikan secara statistik antara kelompok eksperimen (yang menggunakan LMS) dan kelompok kontrol (pembelajaran konvensional), baik pada aspek kognitif (nilai signifikansi $0,047 < 0,05$) maupun psikomotorik (nilai signifikansi $0,000 < 0,05$). Peningkatan ini menunjukkan bahwa LMS berhasil memfasilitasi pembelajaran aktif yang mendorong penerapan keterampilan berpikir komputasional dalam konteks nyata.
2. LMS "e-ASRam" dinyatakan sangat valid dan layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran berdasarkan hasil validasi ahli dengan skor rata-rata keseluruhan di atas 85%. Dari perspektif siswa, platform ini diterima dengan sangat baik, terutama karena kemudahan penggunaannya (*Perceived Ease of Use*) yang tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa desain sistem yang berpusat pada pengguna berhasil diciptakan, sehingga tidak menjadi penghambat dalam proses pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyani, Ita Fitriati, & Ahyar. (2024). Perancangan Aplikasi Pengenalan Hewan Berbasis Android Untuk Anak Tunagrahita Di SLBN 1 Bima Menggunakan MIT App Inventor. *Decode: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, 4(2), 478–488. <https://doi.org/10.51454/decode.v4i2.461>
- Brookhart, S. M. (2010). How to Assess Higher-Order Thinking Skills in Your Classroom. In *ASCD*. ASCD. <https://doi.org/10.1177/002205741808801819>
- Dewi, N. P. A. P., & Agung, A. A. G. (2021). Game Education Berbasis Multimedia Interaktif pada Aspek Bahasa Anak Usia Dini. *Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini Undiksha*, 9(2), 149. <https://doi.org/10.23887/paud.v9i2.35439>
- Faizin, M., Rahman, R. N., Labibah, S., Saharani, V. A., & Nabila, A. N. (2023). Keterampilan Pendidik Abad 21 dalam Mengaplikasikan Pendekatan Student Centered Learning pada Mata Pelajaran Pendidikan Agama Islam. *El Banat: Jurnal Pemikiran Dan Pendidikan Islam*, 13(1), 1–22. <http://ejournal.kopertais4.or.id/susi/index.php/elbanat/article/view/3620%0Ahttp://ejournal.kopertais4.or.id/susi/index.php/elbanat/article/download/3620/2567>
- Hanim, A. F., Yuwana, S., & Hendratno. (2023). Pengembangan Media Pembelajaran Digital "Bataku" Berbasis Android Untuk Meningkatkan Keterampilan Menulis Teks Eksplanasi. *Decode: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, 3(2), 268–277. <https://doi.org/10.51454/decode.v3i2.234>

- Imamuddin, Y., Prasetya, D. D., & Tuwoso. (2024). Integrasi Teknologi Mobile Untuk Pembelajaran Dasar Desain Grafis: Pengembangan E-Modul Berbasis Proyek Untuk SMK. *Decode: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, 4(1), 138–153. <https://doi.org/10.51454/decode.v4i1.253>
- Karmana, I. W. (2024). Penerapan Model Project Based Learning (PjBL) terhadap Kemampuan Literasi Sains dan Hasil Belajar Peserta Didik pada Pembelajaran IPA di Sekolah. *Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains Dan Terapan*, 4(2), 79–92. <https://doi.org/10.36312/panthera.v4i2.273>
- Maliki, O., Suherman, W. S., Prasetyo, Y., Pradipta, G. D., Paryadi, Virama, L. O. A., Yudhistira, D., & Dameria, F. D. (2025). Developing a traditional game-based physical education learning model to improve students' physical fitness: content validity. *Retos*, 62(2009), 787–795. <https://doi.org/10.47197/retos.v62.110401>
- Nadira, N., Lodang, H., & Wiharto, M. (2022). Uji Validitas Pengembangan E-Modul Materi Ekosistem Sebagai Sumber Belajar Biologi Pada Kelas X SMA. *Oryza (Jurnal Pendidikan Biologi)*, 11(2), 59–64. <https://doi.org/10.33627/oz.v11i2.944>
- Nurdewi, N. (2022). Implementasi Personal Branding Smart Asn Perwujudan Bangga Melayani Di Provinsi Maluku Utara. *SENTRI: Jurnal Riset Ilmiah*, 1(2), 297–303. <https://doi.org/10.55681/sentri.v1i2.235>
- Nuryadi, Astuti, T. D., Utami, E. S., & Budiantara, M. (2017). Buku Ajar Dasar-dasar Statistik Penelitian. In *Sibuku Media*.
- O'Neill, G., & McMahon, T. (2005). Student – Centred Learning : What Does It Mean for Students and Lecturers ? *Emerging Issues in the Practice of University Learning and Teaching, January 2005*, 30–39. <http://eprints.teachingandlearning.ie/2917/1/McCarthy and Higgs 2005.pdf>
- Piaget, J. (1973). *To Understanding To Invent Future Education*. 1–150.
- Putra, P. P. (2024). *Tantangan Lulusan Perguruan Tinggi RI: Saat Dunia Kerja Bicara Soal Kualitas*. Kompasiana. <https://www.kompasiana.com/kangpandu22/67691a09c925c477f464b7c2/tantangan-lulusan-perguruan-tinggi-ri-saat-dunia-kerja-bicara-soal-kualitas>
- Putri, S. N. E., Firdaus, Mpuhaj, M. D. A., Gunawan, I. M. A. O., Indrawan, G., & Fitriati, I. (2025). Optimisasi Implementasi Sistem Informasi Reminder Treatment pada Pasien Berbasis SMS Gateway. *DECODE: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, 5(1), 1–11.
- Saputra, G. Y., Kartika, D. L., & Muhammadiyah, N. (2022). Uji T Berpasangan (Paired T-Test) Terhadap Pengaruh Perbedaan Jumlah Jam Terapi Applied Behaviour Analisys (ABA) Pada Siswa Berkebutuhan Khusus Autisme. *Jurnal Jendela Pendidikan*, 2(03), 379–387. <https://doi.org/10.57008/jjp.v2i03.224>
- Sarip, M., Amintarti, S., & Utami, N. H. (2022). Validitas Dan Keterbacaan Media Ajar E-Booklet Untuk Siswa SMA/MA Materi Keanekaragaman Hayati. *JUPEIS : Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, 1(1), 43–59. <https://doi.org/10.57218/jupeis.vol1.iss1.30>
- Sugiyono, P. D. (2023). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D* (Sutopo (ed.); 2nd ed.). CV ALFABETA.
- Sukarelawan, M. I., Indratno, T. K., & Ayu, S. M. (2024). *N-Gain vs Stacking*.
- Usman, S., Rahmi, U., Hendri, N., & Pratiwi, R. (2024). Pengembangan Learning Management System (LMS) Menggunakan Moodle Pada Fase E di SMAN 1 Lubuk Alung. *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, 5(6).