

Pengembangan Media Pembelajaran Web *Belajaro* Berbasis *Project-Based Learning* dengan Model ADDIE

Galista Haidir¹, Martini Dwi Endah Susanti²

¹Pendidikan Teknologi Informasi, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia

Artikel Info

Kata Kunci:

Media Pembelajaran Web;
Belajaro;
Project-Based Learning;
ADDIE;

Keywords:

Web-Based Learning Media;
Project-Based Learning;
ADDIE;
Web Programming;

Riwayat Article (Article History):

Submitted: 14 Februari 2026

Accepted: 16 April 2026

Published: 01 Mei 2026

Abstrak: Pembelajaran berbasis proyek dalam pendidikan vokasi berperan penting dalam meningkatkan kompetensi siswa yang sesuai dengan kebutuhan industri. Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan desain eksperimen kuasi jenis *one-group pretest-posttest* yang melibatkan siswa kompetensi keahlian Rekayasa Perangkat Lunak di SMKN 2 Buduran. Instrumen penelitian meliputi lembar validasi ahli, tes kognitif, dan penilaian psikomotorik. Pengembangan platform *Belajaro* dilakukan menggunakan model ADDIE yang diintegrasikan dengan pendekatan *Project-Based Learning* (PjBL). Hasil validasi menunjukkan bahwa media berada pada kategori “sangat layak”. Uji normalitas menunjukkan bahwa data kognitif berdistribusi normal ($p = 0,353$; $p = 0,186$), sedangkan data psikomotorik tidak berdistribusi normal ($p = 0,002$; $p < 0,001$). Oleh karena itu, analisis hipotesis menggunakan *Paired Samples t-Test* dan *Wilcoxon Signed-Rank Test*. Hasil pengujian menunjukkan nilai signifikansi $p < 0,001$ pada kedua aspek, yang mengindikasikan adanya peningkatan yang signifikan. Secara empiris, nilai rata-rata kognitif meningkat dari 54,87 menjadi 82,11, sedangkan psikomotorik meningkat dari 65,5 menjadi 89,47. Temuan ini menunjukkan bahwa *Belajaro* efektif dalam meningkatkan kompetensi Junior Web Programmer, khususnya pada aspek teknis dan kolaboratif. Secara teoretis, penelitian ini memperkuat integrasi model ADDIE dan PjBL dalam pengembangan media pembelajaran digital di pendidikan vokasi. Dengan demikian, *Belajaro* direkomendasikan sebagai media pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan kompetensi pemrograman web siswa.

Abstract: Project-based learning in vocational education plays an important role in improving students' competencies aligned with industry demands. This study employed a Research and Development (R&D) method with a quasi-experimental design using a one-group pretest-posttest approach involving students of the Software Engineering program at SMKN 2 Buduran. The research instruments included expert validation sheets, cognitive tests, and psychomotor assessments. The development of the *Belajaro* platform adopted the ADDIE model integrated with the Project-Based Learning (PjBL) approach. Validation results indicated that the media was categorized as “highly feasible.” Normality testing showed that cognitive data were normally distributed ($p = 0.353$; $p = 0.186$), while psychomotor data were not normally distributed ($p = 0.002$; $p < 0.001$). Therefore, hypothesis testing was conducted using the Paired Samples t-Test and the Wilcoxon Signed-Rank Test. The results revealed significance values of $p < 0.001$ in both aspects, indicating a statistically significant improvement. Empirically, the

mean cognitive score increased from 54.87 to 82.11, while the psychomotor score improved from 65.5 to 89.47. These findings demonstrate that Belajaro is effective in enhancing Junior Web Programmer competencies, particularly in technical and collaborative aspects. Theoretically, this study strengthens the integration of the ADDIE model and PjBL in developing adaptive and contextual digital learning media in vocational education. Therefore, Belajaro is recommended as an effective learning medium to improve students' web programming competencies.

Corresponding Author:

Galista Haidir

Pendidikan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: galista.21064@mhs.unesa.ac.id

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital menuntut lulusan pendidikan vokasi memiliki kompetensi yang tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga adaptif terhadap dinamika industri. Dalam konteks ini, pembelajaran yang mampu mengintegrasikan keterampilan praktik dan kemampuan abad ke-21 menjadi sangat penting untuk diprioritaskan.

Pembelajaran berbasis proyek (*Project-Based Learning/PjBL*) telah dikenal sebagai pendekatan yang efektif dalam meningkatkan kompetensi siswa, khususnya di bidang Teknologi Informasi, karena mampu mengintegrasikan kemampuan teknis dan nonteknis secara simultan (Alhayat et al., 2023). Melalui pendekatan ini, siswa tidak hanya mengembangkan keterampilan pemrograman, tetapi juga kemampuan berpikir kritis, kolaborasi, dan komunikasi dalam tim (Dias-Oliveira et al., 2024). Kompetensi tersebut selaras dengan tuntutan Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI) bagi seorang Junior Web Programmer.

Namun, implementasi PjBL di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) masih menghadapi berbagai kendala. Di SMKN 2 Buduran, siswa kelas XI Rekayasa Perangkat Lunak masih mengalami kesulitan dalam memahami konsep teknis seperti pengembangan antarmuka pengguna, proses debugging, serta pemanfaatan struktur data dan komponen siap pakai (Miftach Fakhri et al., 2023). Selain itu, ketimpangan kontribusi dalam kerja kelompok juga sering terjadi, di mana sebagian siswa lebih dominan sementara yang lain cenderung pasif (Waruwu, 2024). Kondisi ini berdampak pada belum optimalnya pemerataan kompetensi siswa.

Secara teoretis, penggunaan media pembelajaran berbasis web yang terintegrasi dengan PjBL dapat menjadi solusi untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran, keterlibatan siswa, serta hasil belajar (Kristiana Dewi & Fatirul, 2021; Sorongan et al., 2022). Media digital memungkinkan penyajian materi interaktif, kolaborasi daring, serta pemantauan perkembangan belajar secara sistematis (Novitasari et al., 2021). Penelitian dalam *Decode: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi* juga menunjukkan bahwa pengembangan LMS berbasis proyek dan media pembelajaran berbasis web mampu meningkatkan hasil belajar siswa secara signifikan (Saputra et al., 2022; Pratama et al., 2023). Namun demikian, penelitian sebelumnya umumnya hanya berfokus pada penggunaan e-learning secara umum, belum secara spesifik mengembangkan media yang dirancang khusus untuk mendukung implementasi PjBL secara terstruktur dalam konteks pembelajaran pemrograman web di SMK.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini mengembangkan sebuah media pembelajaran berbasis web berupa Learning Management System (LMS) bernama Belajaro yang dirancang khusus untuk mendukung pembelajaran berbasis proyek. Berbeda dengan LMS konvensional, Belajaro tidak hanya menyediakan materi dan tugas, tetapi juga mengintegrasikan fitur evaluasi proses, kolaborasi, serta pemantauan perkembangan siswa secara menyeluruh. Pengembangan media ini menggunakan model ADDIE yang sistematis dan adaptif dalam desain pembelajaran digital (Spatioti et al., 2022).

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kompetensi Junior Web Programmer siswa, yang mencakup dua aspek utama, yaitu kemampuan kognitif (pemahaman konsep pemrograman web) dan

kemampuan psikomotorik (keterampilan praktik dalam mengembangkan aplikasi web). Kedua aspek ini diukur melalui tes pretest–posttest dan penilaian kinerja berbasis proyek.

Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengembangkan media pembelajaran berbasis web Belajaro yang terintegrasi dengan pendekatan Project-Based Learning menggunakan model ADDIE; dan (2) menganalisis pengaruh penggunaan media tersebut terhadap peningkatan kompetensi Junior Web Programmer siswa, baik pada aspek kognitif maupun psikomotorik.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE yang meliputi lima tahap, yaitu *Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*. Model ini dipilih karena bersifat sistematis dan memungkinkan evaluasi berkelanjutan dalam setiap tahap pengembangan media pembelajaran. Produk yang dikembangkan adalah platform pembelajaran berbasis web bernama Belajaro yang dirancang menggunakan pendekatan *Project-Based Learning* (PjBL) untuk meningkatkan kompetensi Junior Web Programmer.

Selain pengembangan produk, penelitian ini juga menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain eksperimen kuasi jenis *one-group pretest–posttest*. Subjek penelitian adalah siswa kelas XI Rekayasa Perangkat Lunak di SMKN 2 Buduran. Perlakuan diberikan selama ± 4 minggu (d disesuaikan dengan durasi implementasi), di mana siswa menggunakan platform Belajaro dalam kegiatan pembelajaran berbasis proyek.

Instrumen penelitian meliputi: (1) lembar validasi ahli untuk menilai kelayakan media, (2) tes kognitif berbentuk soal pretest dan posttest, serta (3) lembar penilaian psikomotorik berbasis kinerja proyek. Validitas instrumen diuji melalui validasi ahli (*content validity*), sedangkan reliabilitas instrumen diuji menggunakan koefisien Cronbach's Alpha dengan kriteria reliabel jika $\alpha > 0,70$.

Data dianalisis menggunakan statistik inferensial. Sebelum uji hipotesis, dilakukan uji asumsi normalitas menggunakan Shapiro-Wilk. Data kognitif yang berdistribusi normal dianalisis menggunakan *Paired Samples t-Test*, sedangkan data psikomotorik yang tidak berdistribusi normal dianalisis menggunakan *Wilcoxon Signed-Rank Test*. Selain itu, *effect size* dihitung untuk mengetahui besarnya pengaruh perlakuan menggunakan Cohen's d untuk data parametrik dan r untuk data non-parametrik.

Penelitian ini telah memenuhi prinsip etika penelitian, termasuk persetujuan dari pihak sekolah serta pemberian informasi kepada responden terkait tujuan penelitian (*informed consent*). Seluruh data yang dikumpulkan dijaga kerahasiaannya dan hanya digunakan untuk kepentingan penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

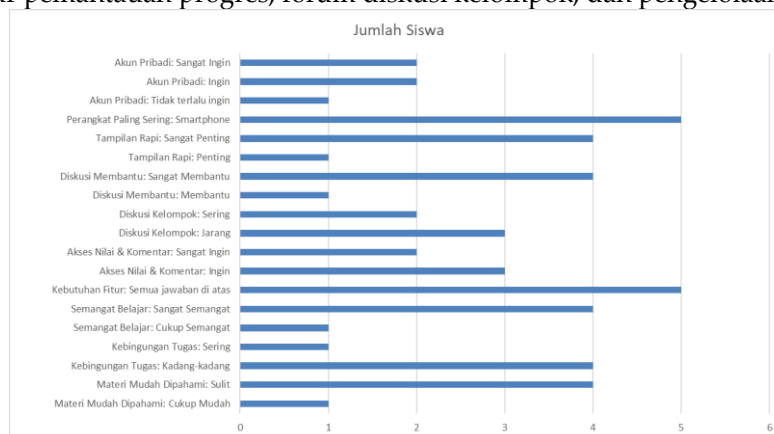
Luaran dari studi ini adalah produk media pembelajaran berbasis web bernama Belajaro. Platform tersebut dikembangkan dengan mengadopsi pendekatan Pembelajaran berbasis proyek. Media ini ditujukan untuk siswa kelas XI dengan fokus program keahlian Rekayasa Perangkat Lunak (RPL) di SMKN 2 Buduran. Belajaro berfungsi sebagai platform pendukung pembelajaran Pemrograman Web, terutama dalam upaya meningkatkan kompetensi Junior Web Programmer melalui pelaksanaan proyek yang terstruktur, interaktif, dan kolaboratif.

Hasil Media Pembelajaran BELAJARO

Produk media ajar berbasis proyek bernama Belajaro, yang merupakan hasil pengembangan dari studi ini, dirancang menggunakan model pengembangan ADDIE dengan integrasi pendekatan Pembelajaran berbasis proyek di setiap tahapnya. Tujuan utama dari pengembangan media ini adalah membantu siswa kelas XI RPL dalam memahami materi Pemrograman Web, khususnya pada unit kompetensi Mengimplementasikan User Interface, sekaligus mendukung peningkatan kemampuan teknis dan kolaboratif siswa melalui proses belajar berbasis proyek yang terarah. Selain itu, media ini juga bertujuan untuk memfasilitasi partisipasi aktif siswa pada setiap tahap pembelajaran.

1. Analyze

Tahap analisis dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan pengguna dan spesifikasi sistem media pembelajaran *Belajaro*. Data dikumpulkan melalui observasi selama kegiatan Pengenalan Lapangan Persekolahan (PLP) di SMKN 2 Buduran serta wawancara dengan guru dan siswa kelas XI RPL. Hasil observasi menunjukkan bahwa pembelajaran masih menggunakan media konvensional seperti PowerPoint dan video, yang belum mendukung manajemen proyek secara kolaboratif. Wawancara dengan guru mata pelajaran Pemrograman Web mengungkap perlunya fitur pemantauan progres, forum diskusi kelompok, dan pengelolaan akun yang efisien.

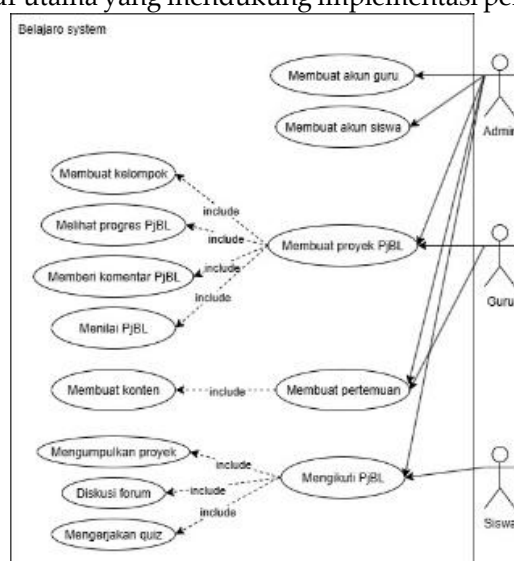


Gambar 1. Grafik Hasil Wawancara

Sementara itu, sebagian besar siswa menyatakan kesulitan memahami materi dan jarang berdiskusi dalam kelompok, namun lebih termotivasi jika materi disajikan secara interaktif. Hasil wawancara siswa yang dirangkum pada Gambar 1 menunjukkan bahwa lebih dari 80% responden mengalami kesulitan memahami materi, dan seluruhnya menyatakan ketertarikan terhadap media pembelajaran interaktif berbasis web. Berdasarkan temuan tersebut, diidentifikasi dua pengguna utama, yaitu guru sebagai pengelola materi dan penilai proyek, serta siswa sebagai pelaksana kegiatan belajar berbasis proyek. Kebutuhan sistem yang dirumuskan mencakup fitur akses materi, pengumpulan tugas, forum kolaborasi, serta pemantauan progres belajar, dengan antarmuka yang responsif di berbagai perangkat.

2. Design

Dalam fase perancangan ini, pengembangan sistem *Belajaro* dijalankan dengan berlandaskan hasil dari analisis kebutuhan yang telah dilaksanakan sebelumnya. Fase ini berkonsentrasi pada penentuan bagaimana pengguna akan berinteraksi dengan sistem melalui penyusunan diagram *use case*, yang bertujuan memvisualisasikan keterkaitan antara peran pengguna dengan fitur-fitur utama yang mendukung implementasi pembelajaran berbasis proyek.

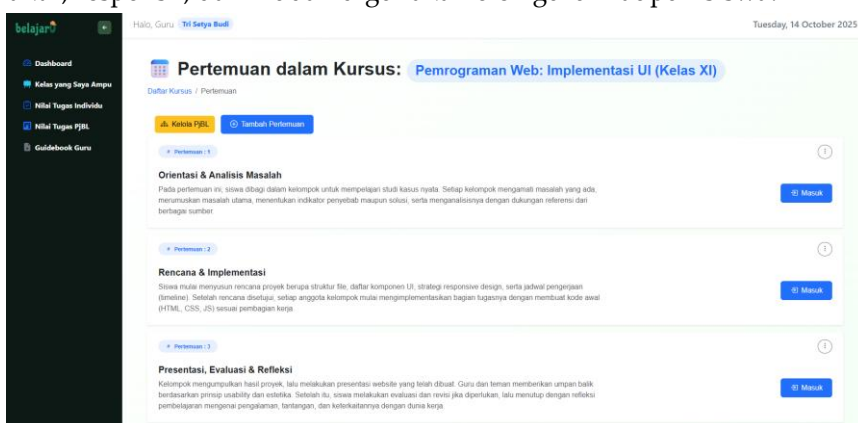


Gambar 2. Use Case Diagram

Pada Gambar 2, dilakukan perancangan sistem Belajaro berdasarkan hasil analisis kebutuhan, termasuk pembuatan *Use Case Diagram* untuk menggambarkan interaksi tiga aktor utama, yaitu Admin, Guru, dan Siswa. Admin memiliki kendali penuh terhadap pengelolaan kursus dan pengguna, Guru berperan dalam membuat proyek PjBL, mengatur pertemuan, menambahkan konten dan kelompok, serta menilai dan memantau progres siswa, sedangkan Siswa dapat mengikuti proyek, mengerjakan tugas dan kuis, serta berdiskusi dalam forum. Hubungan antarproses digambarkan melalui relasi \leftrightarrow dan $\langle \rangle$, yang menunjukkan keterkaitan dan sifat opsional antaraktivitas. Desain ini menjadi dasar dalam memastikan sistem Belajaro mendukung pembelajaran kolaboratif dan terarah sesuai pendekatan *Project-Based Learning*.

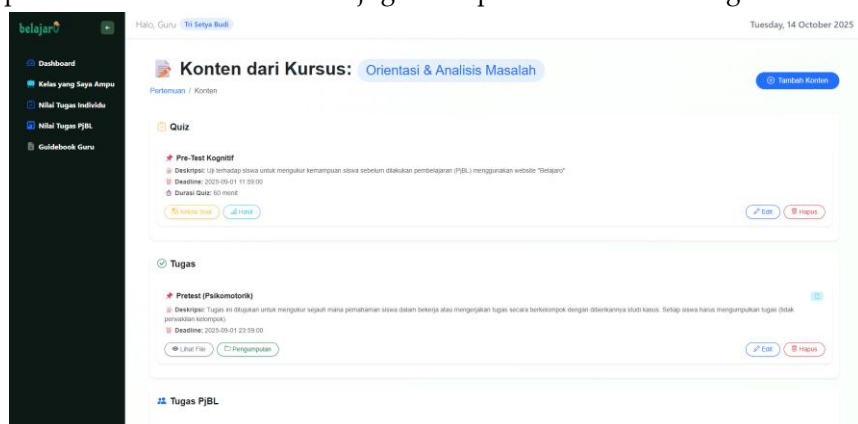
3. Development

Hasil pembuatan media pembelajaran Belajaro berbasis web ini mengikuti model pengembangan ADDIE serta menerapkan pendekatan Pembelajaran berbasis proyek, dengan fokus mendukung pembelajaran Pemrograman Web, terutama pada kompetensi Mengimplementasikan *User Interface*. Website Belajaro dikembangkan sebagai bagian dari penelitian pengembangan media pembelajaran dengan menggunakan PHP Native untuk backend, serta HTML, CSS, JavaScript, dan Bootstrap untuk *frontend*, sehingga menghasilkan antarmuka yang interaktif, responsif, dan mudah digunakan oleh guru maupun siswa.



Gambar 3. Halaman Pertemuan untuk Guru

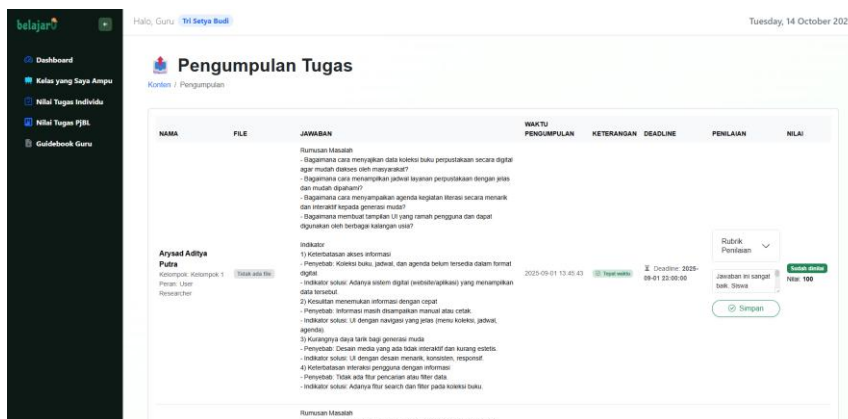
Gambar 3. merupakan halaman pertemuan guru. Dimana di dalam 1 kursus dapat membuat beberapa pertemuan. Pada halaman ini juga terdapat menu untuk mengatur kelompok pjl.



Gambar 4. Halaman Konten Pertemuan untuk Guru

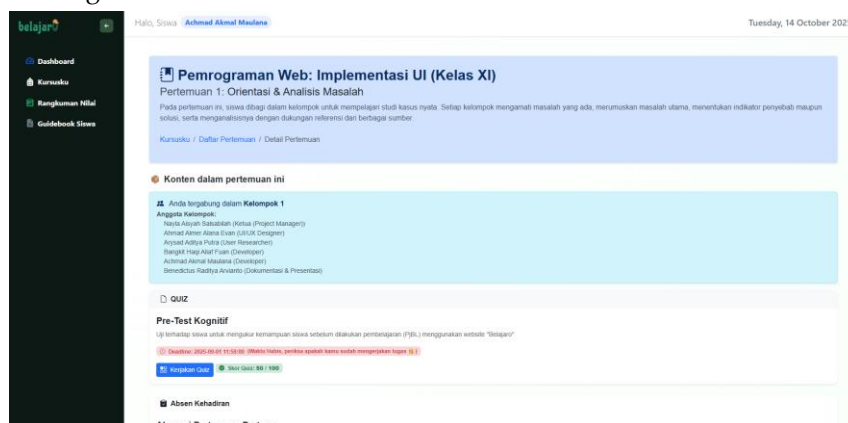
Gambar 4. merupakan halaman dimana guru bisa mengatur konten apa saja yang diberikan kepada siswa. Terdapat 5 konten yaitu, materi, quiz, tugas individu, tugas pjl, forum diskusi, dan

absensi. Pada halaman ini guru bisa memasuki konten yang telah dibuat dan menjalankan fungsi dari konten tersebut.



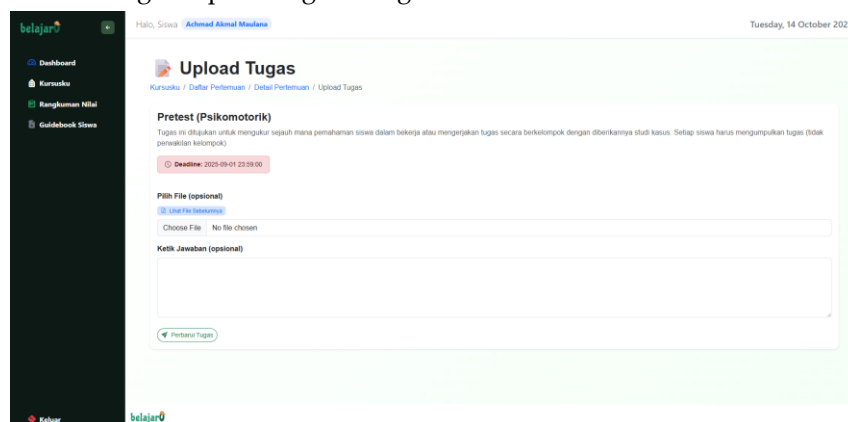
Gambar 5. Halaman Pengumpulan Tugas untuk Guru

Pada Gambar 5. merupakan tempat guru untuk menilai dan memberi komentar terhadap tugas yang telah dikumpulkan oleh siswa. Guru dapat menilai sesuai dengan rubrik yang telah di atur di konten tugas.



Gambar 6. Halaman Konten untuk Siswa

Gambar 6. merupakan halaman untuk siswa dimana halaman tersebut menampilkan semua konten dalam satu pertemuan yang telah disiapkan oleh guru. Siswa dapat memasuki tiap konten dan menjalankan fungsi tiap masing-masing konten.



Gambar 7. Halaman Pengumpulan Tugas untuk Siswa

Gambar 7. merupakan tempat siswa mengumpulkan tugas. Pengumpulan tugas bisa berupa file atau jawaban yang diketik secara langsung.

4. Implementation

Tahap Tahap implementasi dilaksanakan dengan menerapkan desain eksperimen semu (quasi-experiment) tipe one-group pretest–posttest, di mana satu kelas peserta didik ditetapkan sebagai subjek penelitian. Sebelum penggunaan media Belajaro, peserta didik terlebih dahulu mengikuti tes awal (pretest) untuk mengukur tingkat penguasaan konsep dasar pada materi Pemrograman Web.

Selanjutnya, proses pembelajaran dilakukan melalui platform Belajaro dengan penerapan aktivitas berbasis proyek sesuai pendekatan Pembelajaran berbasis proyek. Setelah seluruh kegiatan pembelajaran selesai, diberikan tes akhir (posttest) untuk mengevaluasi peningkatan kompetensi peserta didik. Hasil perbandingan skor pretest dan posttest kemudian dijadikan dasar pengukuran efektivitas penggunaan Belajaro dalam meningkatkan kemampuan siswa sebagai Junior Web Programmer.

5. Evaluate

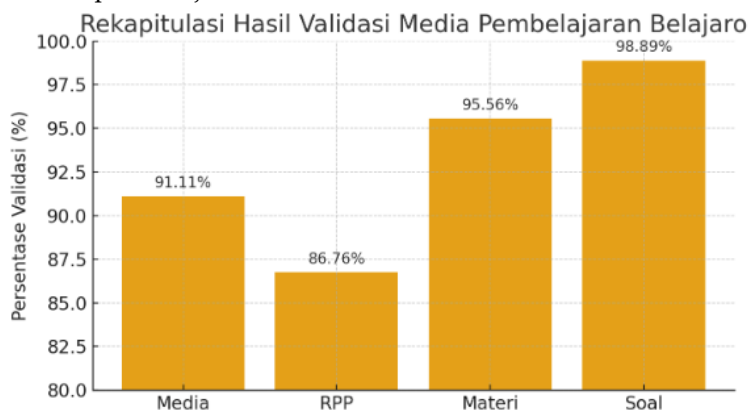
Tahap Tahap evaluasi dilaksanakan dengan menerapkan metode pengujian Black Box untuk mengevaluasi kinerja dan fungsionalitas sistem Belajaro berdasarkan kebutuhan pengguna, tanpa meninjau struktur internal program. Metode ini dipilih karena berfokus pada pengalaman interaksi pengguna serta verifikasi kesesuaian fungsi sistem dengan rancangan yang telah dibuat. Proses pengujian dilakukan bersama guru produktif RPL dan beberapa siswa kelas XI RPL sebagai pengguna langsung. Aspek yang diuji mencakup fitur login, manajemen materi, soal, tugas berbasis PjBL, serta aktivitas siswa seperti pengerjaan proyek dan diskusi daring. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa seluruh fungsi sistem berjalan sesuai dengan spesifikasi perancangan. Beberapa bug yang ditemukan telah diselesaikan melalui proses debugging dan pengujian ulang, hingga sistem dinyatakan stabil dan siap digunakan dalam pembelajaran Pemrograman Web berbasis proyek.

Pembahasan Hasil Penelitian

1. Hasil Validasi

Berdasarkan hasil penilaian yang diperoleh, rata-rata skor keempat aspek berada dalam kategori sangat baik. Oleh karena itu, *Belajaro* dinyatakan layak digunakan sebagai media pendukung dalam pembelajaran Pemrograman Web berbasis proyek. Rekapitulasi hasil penilaian tersebut dapat dilihat pada Gambar 8, yang menampilkan grafik distribusi skor dari masing-masing aspek yang divalidasi.

Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Yulia (2025) yang menyatakan bahwa media pembelajaran digital berbasis *Project-Based Learning* (PjBL) yang dikembangkan dengan model ADDIE memperoleh skor validasi tinggi dari ahli materi dan media, serta dinilai sangat layak untuk digunakan dalam pembelajaran interaktif.

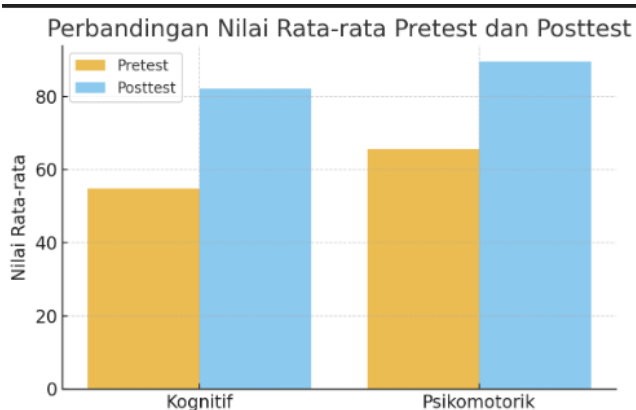


Gambar 8. Grafik Rekap Hasil Validasi

2. Hasil Belajar Siswa (Kompetensi)

Berdasarkan data pada Gambar 9, terdapat kenaikan signifikan dalam capaian belajar siswa di kedua ranah. Nilai rata-rata aspek kognitif meningkat dari 54,87 (pretest) menjadi 82,11 (posttest), sedangkan aspek psikomotorik naik dari 65,5 menjadi 89,47. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran *Belajaro* yang menerapkan pendekatan PjBL berhasil meningkatkan penguasaan konsep sekaligus kemampuan praktik siswa pada mata pelajaran Pemrograman Web.

Temuan ini didukung oleh studi Fitrah et al. (2025) yang menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran berbasis proyek dengan dukungan media digital mampu meningkatkan kemampuan berpikir komputasional dan performa akademik siswa secara signifikan berdasarkan hasil *pretest* dan *posttest*. Selain itu, Masruri (2024) juga menegaskan bahwa media berbasis proyek berkontribusi terhadap peningkatan kolaborasi dan keterampilan teknis siswa dalam konteks pembelajaran berbasis web.



Gambar 9. Grafik *Pretest Posttest* Kognitif dan Psikomotorik

1. Uji Normalitas

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
pretest	.132	38	.095	.969	38	.353
posttest	.132	38	.093	.960	38	.186

a. Lilliefors Significance Correction

Gambar 10. Uji Normalitas Kognitif

Berdasarkan pengujian normalitas (sebagaimana terlihat pada Gambar 10), data nilai kognitif menunjukkan :

- Angka signifikansi hasil *pretest* adalah 0,353.
- Angka signifikansi hasil *posttest* tercatat sebesar 0,186.

Mengacu pada kedua nilai signifikansi tersebut, studi ini menyimpulkan bahwa data capaian *pretest* dan *posttest* memiliki sebaran yang normal (karena > 0,05).

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
pretest	.195	38	<.001	.899	38	.002
posttest	.225	38	<.001	.865	38	<.001

a. Lilliefors Significance Correction

Gambar 11. Uji Normalitas Psikomotorik

Uji normalitas Shapiro-Wilk pada data psikomotorik mengindikasikan bahwa data tidak memenuhi asumsi normalitas. Angka signifikansi yang didapatkan adalah 0,002 pada *pretest* dan $< 0,001$ untuk *posttest*. Karena kedua nilai ini lebih kecil dari batas kriteria 0,05, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa sebaran data *pretest* dan *posttest* adalah tidak normal.

Kondisi ini umum terjadi dalam penelitian pendidikan yang melibatkan aspek keterampilan, di mana variasi kemampuan individu menyebabkan distribusi data menjadi tidak simetris. Hal ini sejalan dengan panduan analisis yang dijelaskan oleh Hossen dan Ali (2024), bahwa ketika data tidak memenuhi asumsi normalitas, maka pengujian hipotesis sebaiknya menggunakan uji non-parametrik seperti Wilcoxon.

2. Uji Hipotesis

Paired Samples Test								
		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)
Pair 1		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower Upper			
1	pretest - posttest	-27.23684	18.80545	3.05065	-33.41804 -21.05564	-8.928	37	<.001

Gambar 12. Uji Hipotesis Kognitif

Untuk menguji hipotesis aspek kognitif, analisis *Paired Samples t-Test* menunjukkan hasil nilai signifikansi sebesar $< 0,001$ (lebih kecil dari 0,05). Angka ini mengindikasikan adanya disparitas yang nyata antara skor prates dengan skor pascates. Oleh karena itu, kesimpulan yang dapat ditarik adalah platform pembelajaran Belajaro terbukti efektif dalam memajukan kompetensi siswa, baik pada aspek pengetahuan maupun keterampilan praktik.

Hasil ini selaras dengan studi yang dilakukan oleh Balaid et al. (2023), yang juga mencatat bahwa kombinasi model ADDIE dan metode berbasis proyek mampu menghasilkan peningkatan signifikan pada keterampilan berpikir kritis dan kolaborasi peserta didik. Hasil ini memperkuat bahwa desain media pembelajaran yang sistematis dan berpusat pada proyek dapat meningkatkan performa belajar siswa secara menyeluruh.

Test Statistics ^a	
	posttest - pretest
Z	-5.395 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	<.001

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks.

Gambar 13. Uji Hipotesis Psikomotorik

Pengujian Pengujian untuk aspek psikomotorik menggunakan Wilcoxon Signed-Rank Test menghasilkan nilai $< 0,001$. Nilai ini di bawah ambang batas 0,05, yang membuktikan adanya perbedaan signifikan antara capaian pretest dengan posttest. Hal ini menegaskan bahwa media pembelajaran Belajaro efektif dalam meningkatkan keterampilan psikomotorik siswa.

PENUTUP

Simpulan

Hasil penelitian ini mengarahkan pada kesimpulan bahwa pengembangan media pembelajaran berbasis web Belajaro dengan integrasi model ADDIE dan pendekatan *Project-Based Learning* (PjBL) efektif dalam meningkatkan kompetensi Junior Web Programmer siswa. Hal ini ditunjukkan oleh

peningkatan nilai rata-rata kognitif dari 54,87 menjadi 82,11 serta peningkatan aspek psikomotorik dari 65,5 menjadi 89,47, yang mengindikasikan adanya perbaikan capaian belajar secara signifikan.

Temuan ini menegaskan bahwa integrasi desain instruksional berbasis ADDIE dengan pendekatan pembelajaran berbasis proyek mampu menciptakan pengalaman belajar yang lebih kontekstual, kolaboratif, dan berorientasi pada praktik. Secara teoretis, penelitian ini memperkuat konsep integrasi ADDIE dan PjBL sebagai kerangka pengembangan media pembelajaran digital yang efektif dalam pendidikan vokasi. Secara praktis, Belajaro dapat menjadi solusi inovatif untuk meningkatkan keterlibatan dan pemerataan kontribusi siswa dalam pembelajaran berbasis proyek.

Namun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan pada desain *one-group pretest–posttest*, cakupan sampel yang terbatas, serta belum mengkaji dampak jangka panjang terhadap retensi belajar siswa, sehingga generalisasi hasil masih terbatas.

Saran

Berdasarkan temuan penelitian, pengembangan dan pemanfaatan Belajaro perlu terus ditingkatkan tidak hanya dari sisi implementasi praktis, tetapi juga dari aspek metodologis dan teknologi. Secara praktis, guru disarankan untuk mengintegrasikan Belajaro secara berkelanjutan dalam pembelajaran berbasis proyek guna meningkatkan keterlibatan dan kemandirian belajar siswa. Dari sisi pengembangan sistem, platform ini dapat ditingkatkan dengan menambahkan fitur yang lebih adaptif, seperti integrasi *learning analytics* untuk memantau progres belajar siswa secara lebih mendalam dan mendukung pengambilan keputusan berbasis data.

Selain itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan desain eksperimen yang lebih kuat, seperti melibatkan kelompok kontrol atau desain longitudinal, guna memperoleh validitas hasil yang lebih tinggi. Penelitian juga dapat diperluas pada konteks mata pelajaran lain maupun jenjang pendidikan berbeda untuk menguji konsistensi efektivitas media. Dengan demikian, pengembangan media pembelajaran berbasis proyek diharapkan tidak hanya berdampak secara praktis, tetapi juga memberikan kontribusi yang lebih luas terhadap pengembangan ilmu pendidikan, khususnya dalam desain pembelajaran digital di pendidikan vokasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Alhayat, A., Utami, T., & Yustikarini, R. (2023). The relevance of the Project-Based Learning (PjBL) learning model with Kurikulum Merdeka Belajar. *Dwija Cendekia: Jurnal Riset Pedagogik*, 7(1), 12–25.
- Almelhi, A. M. (2022). Designing and evaluating an online learning module using the ADDIE model in higher education. *Information*, 13(9), 402. <https://doi.org/10.3390/info13090402>
- Balaid, A., Rahim, N. Z. A., & Mutalib, A. A. (2023). The integration of project-based learning with the ADDIE model for digital literacy enhancement. *Education and Information Technologies*, 28(6), 7541–7558. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11522-8>
- Dias-Oliveira, E., Pasion, R., Cunha, R. V., & Coelho, S. L. (2024). The development of critical thinking, teamwork, and communication skills in a business school: A project-based learning approach. *Thinking Skills and Creativity*, 54, 101680. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2024.101680>

- Fitrah, M., Sofroniou, A., Setiawan, C., Widihastuti, W., Yarmanetti, N., Jaya, M. P. S., Panuntun, J. G., Arfaton, A., Beteno, S., & Susianti, I. (2025). The impact of integrated project-based learning and flipped classroom on students' computational thinking skills: Embedded mixed methods. *Education Sciences*, 15(4), 448. <https://doi.org/10.3390/educsci15040448>
- Harjanto, A., Rustandi, A., & Caroline, J. A. (2022). Implementasi model pengembangan 4D dalam mengembangkan media pembelajaran berbasis online pada mata pelajaran pemrograman web di SMK Negeri 7 Samarinda. *Jurnal Sistem Informasi*, 5(2), 34–50.
- Hossen, M. A., & Ali, R. (2024). On paired samples t-test applications, examples, and limitations. *Journal of Applied Quantitative Methods*, 19(1), 57–69. <https://doi.org/10.59188/jaqm.2024.19.1.57>
- Kristiana Dewi, L., & Fatirul, A. N. (2021). Pengembangan multimedia pembelajaran pada mata pelajaran pemrograman web untuk siswa sekolah menengah kejuruan. *Jurnal Inspirasi Pendidikan*, 11(2), 89–102.
- Masruri, M. A. (2024). Development of project-based learning media and its effect on students' collaborative skills. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 26(3), 201–214.
- Novitasari, Y. S., Adrian, Q. J., & Kurnia, W. (2021). Rancang bangun sistem informasi media pembelajaran berbasis website (Studi kasus: Bimbingan Belajar De Potlood). *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, 2(3), 136–147.
- Rahman, F., Putra, R., & Sari, L. (2024). Development of a learning management system with a gamification approach for project-based learning. *Indonesian Journal of Instructional Media and Technology*, 6(2), 101–115. <https://doi.org/10.1234/ijimt.v6i2.89012>
- Sorongan, D., Mose, Y., Berikang, R. A., & Mamonto, J. M. (2022). Developing virtual web as learning media for web programming in SMK. *International Journal of Information Technology and Education*, 1(2), 78–89.
- Spatioti, A. G., Kazanidis, I., & Pange, J. (2022). A comparative study of the ADDIE instructional design model in distance education. *Information*, 13(9), 402. <https://doi.org/10.3390/info13090402>
- Stathopoulou, A., Loukidou, N., & Spatioti, M. (2022). Integrating project-based learning into ADDIE: A framework for learner engagement in online education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 17(24), 4–17. <https://doi.org/10.3991/ijet.v17i24.34119>
- Sugiyono. (2017). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Taufik, I., Saputra, K. S., & Niska, D. Y. (2021). Rancang bangun media praktikum bahasa pemrograman berbasis web. *Indonesian Journal on Computer and Information Technology*, 6(1), 1–12.
- Vasset, F. P., & Sundal, H. (2024). Implementation and evaluation of project-based learning in nursing studies. *Social Sciences and Humanities Open*, 10, 101022. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2024.101022>
- Wahyuni, S. (2022). Manajemen kolaborasi antara guru dengan peserta didik pada kegiatan belajar mengajar era new normal. *Al-Madāris: Jurnal Pendidikan dan Studi Keislaman*, 3(2), 45–60.
- Waruwu, M. (2024). Metode penelitian dan pengembangan (R&D): Konsep, jenis, tahapan dan kelebihan. *Jurnal Ilmiah Pendidikan dan Pembelajaran*, 9(2), 2141. <https://doi.org/10.29303/jipp.v9i2.2141>
- Yulia, Z. N. M. L. (2025). Interactive media based on project-based learning using the ADDIE model to improve students' learning outcomes. *Jurnal Ose*, 1(1), 1–12.
- Saputra, G. Y., Kartika, D. L., & Muhassanah, N. (2022). Pengembangan LMS berbasis proyek guna meningkatkan hasil belajar siswa. *Decode: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, 5(1), 1–11.

Pratama, A. R., Nugroho, A., & Suryani, E. (2023). Pengembangan media pembelajaran berbasis web untuk meningkatkan hasil belajar siswa. *Decode: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, 6(2), 45–55.