

Pengaruh Penerapan LMS "ProCode" Terintegrasi PjBL terhadap Kompetensi Kognitif Siswa pada Elemen PBO

Muhammad Zaini Rochman¹, Martini Dwi Endah Susanti¹

¹Pendidikan Teknologi Informasi, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia.

Artikel Info

Kata Kunci

*Learning Management System;
Website;
Project-Based Learning;
Kompetensi Kognitif;
Pemrograman Berorientasi
Objek*

Keywords

*Learning Management System;
Website;
Project-Based Learning;
Cognitive Competence;
Object-Oriented Programming*

Riwayat Article (Article History):

Received: Juni 15, 2026

Revised: Juni 25, 2026

Accepted: Juni 26, 2026

Published: September 05,
2026

Abstrak: Pembelajaran Pemrograman Berorientasi Objek di Sekolah Menengah Kejuruan seringkali terhambat oleh minimnya akses perangkat keras siswa. Hal ini didukung oleh tidak adanya sistem pembelajaran terpusat yang memfasilitasi praktik penulisan kode. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian kuantitatif ini bertujuan menerapkan LMS ProCode berbasis *website* terintegrasi *Project-Based Learning*. Penelitian ini menggunakan metode *Pre-Experimental* dengan desain *One-Group Pretest-Posttest* pada siswa kelas X RPL di SMK Antartika 2 Sidoarjo. Hasil penelitian menunjukkan bahwa LMS ProCode dinyatakan sangat layak (rata-rata validasi ahli di atas 86%) dan terbukti signifikan meningkatkan kompetensi kognitif siswa secara empiris. Ditunjukkan oleh perolehan nilai N-Gain sebesar 0,46 (kategori sedang) dan nilai p-value sebesar 0,001 pada uji hipotesis. Keterbaruan (*novelty*) dari riset ini terletak pada integrasi fitur *Java Online Compiler* dan fitur pemantauan aktivitas proyek (*logbook*) secara *real-time*. Namun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan karena fungsionalitas eksekusi kompilasi sistem masih sangat bergantung pada stabilitas koneksi internet. Sebagai ringkasan, LMS ProCode merupakan inovasi media pembelajaran yang valid, fungsional, dan secara efektif mampu meningkatkan kompetensi kognitif siswa.

Abstract: Object-Oriented Programming learning in Vocational High Schools is often hampered by students' limited hardware access. This is further hindered by the absence of a centralized learning system that facilitates coding practice. To address these issues, this quantitative study aims to implement a website-based ProCode LMS integrated with Project-Based Learning. This study used a Pre-Experimental method with a One-Group Pretest-Posttest design on class X RPL students at SMK Antarctica 2 Sidoarjo. The results showed that the ProCode LMS was highly feasible (average expert validation above 86%) and was proven to significantly improve students' cognitive competence empirically. This was indicated by the N-Gain value of 0.46 (moderate category) and a p-value of 0.001 in the hypothesis test. The novelty of

this research lies in the integration of the Java Online Compiler feature and the real-time project activity monitoring feature (logbook). However, this study has limitations because the system's compilation execution functionality is still highly dependent on the stability of the internet connection. In summary, LMS ProCode is a valid, functional learning media innovation that is effectively capable of improving students' cognitive competencies.

Corresponding Author:

Muhammad Zaini Rochman

Pendidikan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: muhammadzaini.22036@mhs.unesa.ac.id

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi mendorong dunia menuju Revolusi Industri 4.0, yang mana digitalisasi menjadi tulang punggung bagi berbagai sektor, mulai dari ekonomi, manufaktur, hingga pendidikan. Transformasi digital ini secara langsung menciptakan lonjakan permintaan terhadap ketersediaan talenta digital yang kompeten (Ahmetya dkk., 2023). Di Indonesia, kebutuhan sumber daya manusia di bidang rekayasa perangkat lunak, khususnya *programmer*, terus mengalami peningkatan yang signifikan seiring dengan tumbuhnya ekosistem bisnis berbasis digital (Gayatri dkk., 2023). Dalam lanskap ini, Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), terutama pada program keahlian Rekayasa Perangkat Lunak, sebagai garda terdepan dalam mencetak calon tenaga kerja. Pendidikan kejuruan dituntut tidak hanya menyajikan teori, melainkan harus mampu membekali lulusan dengan kemampuan yang sesuai dengan standar kebutuhan industri saat ini (Jaya dkk., 2024; Munir & Yuliana, 2025).

Salah satu kompetensi fundamental yang wajib dikuasai oleh siswa RPL adalah Pemrograman Berorientasi Objek (OOP). Kompetensi ini mengharuskan siswa untuk mampu memecahkan masalah melalui implementasi konsep *class*, *object*, *inheritance*, hingga proses kompilasi kode. Semua itu merupakan fondasi dari pengembangan aplikasi modern (Pratama & Sujatmiko, 2024). Namun, berdasarkan observasi dan wawancara pada kelas X RPL di SMK Antartika 2 Sidoarjo (18 November 2025), ditemukan sebuah kesenjangan antara tuntutan kompetensi dan infrastruktur pembelajaran. Permasalahan utama terletak pada media pembelajaran yang tidak terpusat, di mana penggunaan *Google Workspace* menyebabkan materi, penugasan, dan evaluasi tersebar di platform yang berbeda. Sistem yang tidak terpusat ini menyulitkan siswa dalam mengakses sumber belajar secara terstruktur (Muchtar dkk., 2025; Wardah dkk., 2023). Situasi ini diperparah oleh keterbatasan perangkat keras, di mana mayoritas siswa tidak memiliki laptop pribadi. Hal ini mengakibatkan jam praktikum di laboratorium sekolah yang sangat terbatas menjadi satu-satunya ruang berlatih menulis kode.

Untuk menjembatani kesenjangan tersebut, literatur pendidikan teknologi sangat merekomendasikan integrasi model *Project-Based Learning* (PjBL). PjBL memposisikan siswa sebagai subjek aktif yang memecahkan masalah melalui pengerjaan proyek yang relevan dengan dunia kerja (Yeni Nuraeni dkk., 2025). Partisipasi aktif dalam proyek kolaboratif terbukti mampu meningkatkan pemahaman siswa terhadap logika pemrograman yang rumit (Munir & Yuliana, 2025). Meskipun demikian, penerapan PjBL di lapangan sering kali hanya sekadar penugasan di akhir semester tanpa adanya pemantauan proses (*monitoring*) yang berkelanjutan. Ketiadaan media yang mampu merekam aktivitas masing-masing siswa membuat evaluasi proyek berbasis kelompok menjadi kurang objektif (Muchtar dkk., 2025).

Penelitian ini sejalan dengan beberapa literatur terdahulu yang telah mengkaji efektivitas digitalisasi dan pendekatan proyek. Penelitian yang dilakukan oleh Munir & Yuliana (2025)

membuktikan bahwa implementasi LMS yang dipadukan dengan PjBL terbukti sangat layak digunakan sebagai sarana pembelajaran untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan praktis siswa di lingkungan SMK. Hal ini diperkuat oleh studi Sugiarto & Musyafa (2024) yang menegaskan bahwa penerapan LMS memberikan dampak positif berupa fleksibilitas dan kemudahan akses materi yang terpusat. Secara lebih spesifik, penelitian Wicaksana dkk. (2022) pada mata pelajaran Pemrograman Berorientasi Objek menemukan bahwa penerapan sintaks PjBL mampu mendorong kreativitas dan persentase ketuntasan hasil belajar siswa secara signifikan. Meskipun penelitian-penelitian terdahulu telah berhasil membuktikan efektivitas LMS maupun PjBL, mayoritas sistem yang dikembangkan masih belum memfasilitasi lingkungan kompilasi kode (*compiler*) secara terpusat. Ketiadaan wadah praktik di dalam platform menyebabkan siswa tetap bergantung pada ketersediaan komputer dengan spesifikasi perangkat keras tertentu untuk melakukan eksperimen penulisan kode.

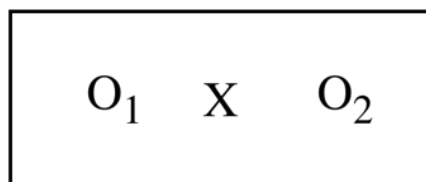
Sebagai umpan balik permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan sebuah pendekatan inovatif melalui implementasi *Learning Management System* (LMS) terintegrasi PjBL yang diberi nama "ProCode". Nilai kebaruan dari LMS ProCode terletak pada penggabungan dua arsitektur teknologi ke dalam satu *website*. Pertama, integrasi fitur catatan aktivitas (*logbook*) proyek yang memungkinkan guru untuk melakukan pengawasan terhadap kemajuan siswa secara *real-time*. Kedua, kehadiran fitur *Java Online Compiler* berbasis *cloud* yang beroperasi langsung melalui *browser*. Inovasi ini menghapus ketergantungan siswa terhadap perangkat keras berspesifikasi tinggi, memungkinkan seluruh akses pembelajaran secara fleksibel kapan saja dan di mana saja (Panyili dkk., 2025).

Dengan infrastruktur yang memusatkan manajemen proyek dan ruang praktik (*coding*) dalam satu *platform*, media ini dirancang untuk menciptakan lingkungan belajar yang terpusat. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki tujuan untuk menganalisis penerapan LMS ProCode terintegrasi PjBL dalam mengatasi kendala pembelajaran, serta mengukur efektivitas sistem terhadap peningkatan kompetensi kognitif siswa pada Pemrograman Berorientasi Objek. Signifikansi penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi bagi sekolah kejuruan dalam merancang arsitektur media digital yang bebas dari batasan spesifikasi perangkat keras komputer.

METODE

1. Jenis Penelitian

Penelitian kuantitatif ini menggunakan *Pre-Experimental Design* seperti pada gambar 1 di bawah. Bentuk spesifik yang diterapkan adalah *One-Group Pretest-Posttest Design*, di mana kemampuan subjek diukur sebanyak dua kali, yakni sebelum perlakuan yang disebut *pretest* dan sesudah perlakuan yang disebut *posttest* (Sugiyono, 2022). Perlakuan yang dimaksud yaitu pembelajaran menggunakan LMS ProCode. Selain pengujian kompetensi kognitif, penelitian ini juga mengukur tingkat kevalidan produk melalui proses validasi dari para ahli.



Gambar 1. Desain One-Group Pretest-Posttest

Sumber : (Sugiyono, 2022)

2. Subjek Penelitian

Subjek dalam penelitian ini adalah SMK Antartika 2 Sidoarjo tepatnya siswa kelas 10 program keahlian Rekayasa Perangkat Lunak. Pemilihan subjek didasarkan pada populasi yang mengalami kendala langsung dalam pemahaman Pemrograman Berorientasi Objek (PBO) akibat keterbatasan perangkat. Selain siswa, subjek penelitian pada tahap uji validasi melibatkan dosen dan guru sebagai validator, yang terdiri dari ahli media, ahli modul ajar, dan ahli soal *pretest-posstest*.

3. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data yang akurat, digunakan beberapa teknik pengumpulan data. Setiap teknik didukung oleh instrumen yang sesuai dengan tujuan pengukurannya. Teknik dan instrumen yang digunakan sebagai berikut:

a. Wawancara

Wawancara bertujuan menggali informasi lebih dalam pada permasalahan yang dihadapi oleh guru dan siswa. Wawancara mendapatkan perspektif langsung oleh subjek penelitian. Wawancara yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan pendekatan semi-terstruktur untuk fleksibilitas pertanyaan lanjutan sesuai jawaban narasumber.

Peneliti menyiapkan daftar pertanyaan sebagai panduan wawancara. Pertanyaan mencakup metode pembelajaran yang sedang digunakan, kesulitan dalam pembelajaran OOP, motivasi belajar siswa, kendala dalam menggunakan sistem pembelajaran yang ada, dan harapan terhadap sebuah sistem pembelajaran yang ideal.

b. Lembar Validasi Ahli

Lembar validasi ahli berfungsi dalam mengumpulkan data kuantitatif mengenai kelayakan LMS dari berbagai sudut pandang. Dirancang dalam bentuk lembar validasi menggunakan penilaian skala Likert 5. Dilengkapi dengan lembar kritik dan saran serta catatan untuk setiap poin pertanyaan. Lembar validasi disebarakan kepada para ahli setelah produk selesai dikembangkan.

1) Validasi Ahli Media

Ditujukan kepada 2 dosen Pendidikan Teknologi Informasi Unesa sebagai ahli media. Bertujuan mengukur kelayakan LMS dari aspek tampilan visual, fungsionalitas, dan pengoperasian. Menurut Restu Kurnia & Titin Sunaryati (2023), Penilaian dari ahli media memastikan bahwa LMS telah memenuhi standar kualitas perangkat lunak yang baik, stabil, dan mudah dioperasikan. Instrumen yang digunakan sesuai dengan tabel 1 berikut.

Tabel 1. Instrumen Lembar Validasi Ahli Media

No.	Aspek Umum	Indikator Pertanyaan
1	Tampilan visual	Kesesuaian dan harmoni warna.
		Kejelasan dan keterbacaan jenis huruf.
		Konsistensi tata letak antar halaman.
		Kemenarikan desain visual secara keseluruhan.
2	Fungsionalitas perangkat lunak	Semua tombol dan menu berfungsi sesuai peruntukannya.
		Fitur unggah dan unduh materi berjalan tanpa kendala.
		Fitur catat aktivitas proyek berfungsi untuk merekam aktivitas.
		Fitur <i>online compiler</i> dapat mengompilasi dan menjalankan kode dengan benar.
		Sistem berjalan stabil dan bebas dari error.

No.	Aspek Umum	Indikator Pertanyaan
3	Pengoperasian	Kemudahan dalam navigasi antar menu dan halaman.
		Kejelasan petunjuk dan instruksi penggunaan sistem.
		Kemudahan dalam mengakses fitur-fitur utama.
		Kecepatan respon sistem saat dioperasikan.

2) Validasi Ahli Modul Ajar

Dirancang untuk divalidasi oleh 2 dosen Pendidikan Teknologi Informasi Unesa sebagai ahli modul ajar. Bertujuan menilai kesesuaian struktur, komponen, dan kebahasaan serta tata letak modul ajar yang diintegrasikan di LMS. Selain itu juga memastikan bahwa alur pembelajaran, kegiatan, dan asesmen telah sesuai dengan Kurikulum Merdeka. Instrumen validasi yang digunakan sesuai tabel 2 berikut.

Tabel 2. Instrumen Lembar Validasi Ahli Modul Ajar

No.	Aspek Umum	Indikator Pertanyaan
1.	Informasi umum (komponen awal)	Modul mencantumkan nama penyusun, nama sekolah, jenjang, kelas, dan alokasi waktu dengan jelas.
		Nilai karakter pada dimensi profil kelulusan/profil pelajar pancasila relevan dengan kegiatan pembelajaran.
		Model pembelajaran memfasilitasi tercapainya tujuan pembelajaran dan meningkatkan keaktifan siswa.
		Kebutuhan alat (sarana prasarana) dideskripsikan secara spesifik dan memadai.
2.	Desain pembelajaran (komponen inti)	Rumusan Tujuan Pembelajaran (TP) dapat diukur, dan sesuai dengan Capaian Pembelajaran (CP).
		Pertanyaan pemantik yang diajukan mampu menstimulasi rasa ingin tahu siswa tentang konsep Pemrograman Berorientasi Objek.
		Langkah kegiatan pembelajaran disusun dengan 3 tahapan, yaitu tahap pendahuluan, kegiatan inti dan tahap penutup.
		Kegiatan pembelajaran memuat model pembelajaran Project-Based Learning dan sudah merinci sintaksnya secara urut.
		Integrasi teknologi terlihat jelas dalam aktivitas pembelajaran.
3.	Asesmen dan lampiran	Teknik penilaian/asesmen selaras dengan Tujuan Pembelajaran (TP) yang ditetapkan.
		Pedoman penskoran soal asesmen tersedia dan mudah dipahami.
		LKPD disusun sistematis, memandu siswa dalam pengerjaan <i>coding step-by-step</i> .
		Ringkasan materi Pemrograman Berorientasi Objek disajikan ringkas, akurat, dan membantu siswa mengerjakan proyek.
4.	Kebahasaan dan tata letak	Kalimat instruksi menggunakan Bahasa Indonesia yang baku, dan tidak ambigu.
		Istilah teknis pemrograman (keyword Java seperti <i>extends</i> , <i>class</i>) ditulis dengan format yang benar.
		Pengaturan tata letak teks, gambar kodingan, dan tabel rapi serta konsisten.

3) Validasi Ahli Soal Pretest-Posttest

Ditujukan kepada 1 dosen Pendidikan Teknologi Informasi Unesa dan 1 guru Pemrograman Berorientasi Objek SMK Antartika 2 Sidoarjo sebagai ahli soal. Tujuannya untuk memvalidasi instrumen soal *pre-test* dan *post-test*. Penilaian ini memastikan bahwa butir soal yang digunakan telah memenuhi kaidah penyusunan soal yang baik dari aspek materi, konstruksi, dan bahasa. Dengan harapan layak digunakan untuk mengukur kompetensi kognitif siswa secara akurat. Tabel 3 di bawah ini merupakan poin poin instrumen validasi ahli soal yang nantinya menjadi dasar dalam penyusunan setiap butir soal validasi pada lembar validasi soal.

Tabel 3. Instrumen Lembar Validasi Ahli Soal Pretest-Posttest

No.	Aspek Umum	Indikator Pertanyaan
1	Materi	Butir-butir soal sesuai dengan capaian pembelajaran
		Tingkat kesulitan soal dan opsi jawaban bersifat logis
		Soal sesuai dengan materi ajar Pemrograman Berorientasi Objek.
2	Konstruksi	Terdapat petunjuk pengerjaan soal yang jelas.
		Soal tidak memberikan petunjuk kunci jawaban yang memudahkan siswa.
		Soal dirumuskan dengan singkat dan jelas.
3	Bahasa	Penggunaan bahasa yang komunikatif dan mudah dipahami siswa.
		Tidak menggunakan bahasa yang dapat menyebabkan makna ganda
		Penggunaan Bahasa Indonesia sesuai dengan EYD

c. Soal Pretest dan Posttest

Soal *pre-test* berfungsi untuk melihat kondisi awal siswa sebelum adanya perlakuan/*treatment* (penerapan LMS). Sementara soal *post-test* untuk melihat peningkatan kompetensi kognitif siswa setelah penerapan LMS yang dilaksanakan pada pertemuan terakhir. Soal *pretest-posttest* yang digunakan berbentuk pilihan ganda 4 opsi sebanyak 15 soal. Penyusunan soal disesuaikan dengan capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran elemen Pemrograman Berorientasi Objek kelas X. Tabel 4 berikut merupakan kisi-kisi soal *pre-test* dan *post-test* yang akan digunakan.

Tabel 4. Kisi Kisi Soal Pretest dan Posstest

Indikator Soal	C3			C4			Jml Soal
	Mu	Se	Su	Mu	Se	Su	
Disajikan narasi tentang entitas dunia nyata, siswa dapat menerapkan sintaks pembuatan <i>class</i> dan <i>object</i> yang tepat dalam bahasa <i>Java</i> .	1 2						2
Disajikan potongan kode <i>method</i> dengan parameter, siswa dapat menentukan cara pemanggilan <i>method</i> tersebut dengan argumen yang benar pada <i>main class</i> .		3					1
Disajikan dua <i>class</i> berbeda dalam satu <i>package</i> di mana variabel diproteksi dengan <i>private</i> , siswa dapat menganalisis penyebab error saat variabel tersebut diakses langsung dari luar <i>class</i> .					4		1
Disajikan tabel kebutuhan akses data, siswa dapat menyeleksi penggunaan <i>modifier</i> (<i>public</i> , <i>private</i> ,						5	1

Indikator Soal	C3			C4			Jml Soal
	Mu	Se	Su	Mu	Se	Su	
<i>protected</i>) yang paling tepat dan aman untuk setiap variabel.							
Disajikan struktur direktori proyek yang kompleks, siswa dapat menerapkan sintaks <i>package</i> dan <i>import</i> yang tepat agar program dapat dikompilasi tanpa <i>error</i> .			6				1
Disajikan kode yang variabelnya bersifat <i>public</i> , siswa dapat memodifikasi kode tersebut menjadi terenkapsulasi dengan membuat metode <i>getter</i> dan <i>setter</i> yang valid.			7				1
Disajikan diagram relasi antar <i>class</i> (<i>parent</i> , <i>child</i>), siswa dapat menerapkan sintaks <i>extends</i> untuk mewujudkan struktur pewarisan tersebut dalam kode program.	8						1
Disajikan beberapa opsi skenario pewarisan, siswa dapat menganalisis aturan <i>single inheritance</i> yang valid dalam bahasa <i>Java</i> .					9		1
Disajikan potongan kode di mana <i>child class</i> gagal mengakses properti <i>parent class</i> , siswa dapat menganalisis hubungan antara <i>constructor</i> <i>super()</i> dan inisialisasi objek.					10 11	12	3
Disajikan empat opsi deklarasi <i>method</i> dengan nama sama, peserta didik dapat menganalisis opsi mana yang memenuhi syarat <i>method overloading</i> (perbedaan parameter).					13		1
Disajikan sebuah masalah logika bisnis yang membutuhkan fleksibilitas tipe data, siswa dapat menentukan potongan kode implementasi <i>overloading</i> .			14				1
Disajikan kode <i>class</i> yang mengalami <i>error</i> , siswa dapat menganalisis penyebab <i>error</i> berdasarkan aturan implementasi <i>interface</i> (misal: ada <i>method</i> yang belum di- <i>override</i>).					15		1

Keterangan :

Mu : Mudah

Se : Sedang

Su : Sulit

Adapun sistem perhitungan nilai hasil *pre-test* dan *post-test* didasarkan pada rumus perhitungan berikut :

$$\text{Nilai} = \frac{\text{jumlah jawaban benar}}{\text{total jumlah soal}} \times 100$$

Skor Maksimal = 100

d. Dokumentasi Hasil

Teknik dokumentasi digunakan untuk mengumpulkan bukti-bukti fisik dan data hasil yang muncul selama proses penelitian. Teknik ini sangat penting untuk mengukur validitas produk dan melihat hasil nyata dari implementasi LMS.

4. Teknik Analisis Data

Dilakukan setelah semua data terkumpul, dimana langkah selanjutnya adalah dilakukan analisis data. Ada beberapa teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu:

a. Analisis Validasi Ahli

Analisis validasi ahli digunakan untuk memperoleh skor rata-rata nilai validasi dari beberapa ahli, yaitu ahli media, ahli modul ajar, dan ahli soal (*pre-test* dan *post-test*) untuk menghasilkan persentase kelayakan.

$$\text{Nilai} = \frac{\Sigma \text{ skor diperoleh}}{\Sigma \text{ skor maksimum}} \times 100\%$$

Sumber : (Marisa dkk., 2024)

Keterangan :

Skor Maksimum = skor maksimal item x Σ item x Σ validator

Dari hasil perhitungan yang sudah dilakukan, maka didapatkan presentase sesuai dengan kriteria pada tabel 5 berikut.

Tabel 5. Kriteria Hasil Validasi Ahli

Hasil	Kriteria
81% – 100%	Sangat Valid
61% – 80%	Valid
41% – 60%	Cukup Valid
21% – 40%	Tidak Valid
0% – 20%	Sangat Tidak Valid

Sumber : (Fannan & Susanti, 2026)

b. Analisis Efektivitas Penerapan LMS

Dilakukan untuk mengetahui efektivitas media berdasarkan data nilai pretest dan posttest yang telah dikerjakan siswa. Dari data tersebut, dilakukan analisis pada nilai yang diperoleh dengan uji n-gain. Uji n-gain dilakukan untuk mengetahui efektivitas perlakuan yang diberikan (Apsoh dkk., 2023). Adapun rumus perhitungan yang digunakan sebagai berikut.

$$N \text{ Gain} = \frac{S_{post} - S_{pre}}{S_{maks} - S_{pre}}$$

Sumber : (Torang Siregar dkk., 2025)

Keterangan :

S_{post} : Nilai *posttest*

S_{pre} : Nilai *pretest*

S_{maks} : Nilai maksimal

c. Analisis Peningkatan Kompetensi Kognitif

1) Uji Normalitas *Kolmogorov-Smirnov*

Dilakukan sebagai uji prasyarat sebelum dilakukan uji hipotesis. Uji normalitas bertujuan untuk menentukan apakah data skor hasil belajar berdistribusi normal. Uji normalitas dalam penelitian ini menggunakan metode *Kolmogorov-Smirnov*. Uji normalitas *Kolmogorov-Smirnov* bisa dilakukan untuk jumlah sampel lebih besar dari 30 (>30) (Fannan & Susanti, 2026). Jika nilai signifikansi $> 0,05$, maka data dinyatakan berdistribusi normal. Jika nilai signifikansi $\leq 0,05$, maka data dinyatakan tidak berdistribusi normal.

2) Uji Hipotesis Paired Sample T-Test

Dilakukan untuk membandingkan kompetensi kognitif siswa sebelum dan sesudah menggunakan LMS. Tujuannya adalah untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan peningkatan kompetensi kognitif pada siswa. Menggunakan *Paired Sample T-Test* karena pengujian hipotesis digunakan untuk menganalisis dua sampel yang saling berpasangan. Jika hipotesis yang dirumuskan adalah :

a) $H_0 : \mu_1 = \mu_2$

Tidak terdapat peningkatan kompetensi kognitif pada elemen Pemrograman Berorientasi Objek bagi siswa kelas X RPL SMK Antartika 2 Sidoarjo setelah penerapan LMS ProCode.

b) $H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$

Terdapat peningkatan kompetensi kognitif pada elemen Pemrograman Berorientasi Objek bagi siswa kelas X RPL SMK Antartika 2 Sidoarjo setelah penerapan LMS ProCode.

Sehingga pengambilan keputusan berdasarkan hipotesis dan hasil perhitungan *paired sample t-test* yaitu :

a) $T_{\text{tabel}} > T_{\text{Hitung}}$ dan $P \text{ Value} > 0.05 = H_0 \text{ Diterima dan } H_1 \text{ Ditolak}$

b) $T_{\text{tabel}} < T_{\text{Hitung}}$ dan $P \text{ Value} < 0.05 = H_0 \text{ Ditolak dan } H_1 \text{ Diterima}$

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil

a. Validasi Ahli

Sebelum LMS ProCode diimplementasikan kepada siswa untuk mengukur peningkatan kompetensi kognitif, sistem terlebih dahulu dilakukan validasi ahli untuk memastikan kelayakannya. Hasil validasi ahli yang telah dilakukan menunjukkan bahwa LMS ProCode sangat layak digunakan. Rincian perolehan persentase kelayakan tertuang pada tabel 6 berikut.

Tabel 6. Hasil Validasi Ahli

No.	Penilaian Validasi	Hasil	Keterangan
1	Media/LMS ProCode	86,1%	Sangat Valid
2	Modul Ajar	88,7%	Sangat Valid
3	Soal <i>Pretest-Posttest</i>	92,2%	Sangat Valid

b. Uji *N-Gain*

Setelah didapatkan skor *pretest* dan *posttest* siswa, dilakukan analisis terhadap nilai yang diperoleh dengan uji *n-gain*. Hasil perhitungan ditunjukkan gambar 2 di bawah.

N-Gain	
Valid	63
Missing	0
Mean	0.461
Std. Deviation	0.425
Minimum	-0.857
Maximum	1.000

Gambar 2. Hasil Uji N-Gain

c. Uji Normalitas *Kolmogorov-Smirnov*

Digunakan sebagai uji prasyarat untuk mengetahui normalitas distribusi data sebelum dilakukan uji hipotesis. Untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal atau tidak, penilaiannya yaitu :

- 1) P Value > 0,05 menunjukkan data berdistribusi normal
- 2) P Value < 0,05 menunjukkan data berdistribusi tidak normal

Gambar 3 berikut merupakan hasil uji normalitas Kolmogorov-Smirnov data nilai *pretest* dan *posttest* menggunakan software JASP.

Test	Statistic	p
Kolmogorov-Smirnov	0.163	.070

Test	Statistic	p
Kolmogorov-Smirnov	0.158	.085

Gambar 3. Hasil Uji Normalitas Kolmogorov-Smirnov

Hasil dari uji normalitas dengan *kolmogorov-smirnov* yang ditampilkan pada Gambar 3 di atas menunjukkan p-value dari data *pretest* (atas) dan *posttest* (bawah) adalah lebih besar dari 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa data nilai *pretest-posttest* berdistribusi normal.

d. Uji Hipotesis *Paired Sample T-Test*

Uji hipotesis menggunakan *paired sample t-test* digunakan untuk menjawab hipotesis penelitian. Setelah dinyatakan data berdistribusi normal pada uji normalitas, maka dapat dilakukan uji hipotesis *Paired Sample T-Test*. Gambar 4 di bawah ini merupakan hasil uji *paired sample t-test* dengan software JASP.

Paired Samples T-Test

Measure 1	Measure 2	t	df	p
Posttest	- Pretest	9.677	62	< .001

Note. Student's t-test.

Gambar 4. Hasil Uji Hipotesis Paired Sample T-Test

Berdasarkan hasil uji *paired sample t-test* terhadap nilai *pretest* dan *posttest* pada Gambar 4 diperoleh nilai **T-Hitung sebesar 9,677**. Sementara itu, nilai T-Tabel untuk $df = 62$ pada taraf signifikansi 0,05 adalah 1,671. Karena nilai T-Hitung lebih besar dari T-Tabel (**T-Hitung > 1,671**), maka **H_0 ditolak dan H_1 diterima**. Hal ini selaras dengan **p value sebesar 0,001** ($p \text{ value} < 0,05$). Sehingga, dapat diartikan bahwa terdapat peningkatan kompetensi kognitif Pemrograman Berorientasi Objek pada siswa setelah penerapan LMS ProCode pada siswa kelas X RPL di SMK Antartika 2 Sidoarjo.

2. Pembahasan

Berdasarkan analisis data temuan di atas, peningkatan kompetensi kognitif siswa (N-Gain 0,46) dapat disimpulkan sebagai keberhasilan integrasi antara media digital dan model PjBL. Sebelum penerapan inovasi ini, siswa cenderung pasif dan terhambat oleh keterbatasan perangkat keras untuk melakukan eksperimen kode (*coding*). Kehadiran fitur inovatif *Java Online Compiler* pada LMS ProCode secara langsung mengurangi hambatan tersebut. Siswa tidak lagi bergantung pada komputer laboratorium sekolah, melainkan dapat menulis, mengkompilasi, dan menguji kode melalui *browser smartphone*. Hal ini memperpanjang durasi waktu praktikum di luar jam sekolah, yang secara langsung berdampak pada peningkatan pemahaman logika pemrograman.

Selain itu, efektivitas ini juga didorong oleh fungsionalitas fitur catatan aktivitas (*logbook*) proyek yang mengawal proses pengerjaan proyek PjBL. Berbeda dengan sistem penugasan konvensional, *logbook* proyek memaksa kelompok untuk mendokumentasikan progres baris kode mereka. Pengawasan yang transparan ini meminimalisir fenomena *social loafing* (anggota kelompok yang pasif/menumpang nama), sehingga pemerataan beban setiap anggota tim dapat tercapai.

Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan-temuan literatur terdahulu (seperti Munir & Yuliana (2025)) yang menegaskan bahwa metode PjBL ketika difasilitasi ekosistem digital yang terpusat, mampu meningkatkan pemahaman siswa dalam mempelajari pemrograman. Sistem dapat memfasilitasi *trial-and-error* secara mandiri, yang menjadi pondasi kompetensi rekayasa perangkat lunak. Dengan demikian, penerapan LMS ProCode tidak hanya terbukti valid secara kelayakan rekayasa perangkat lunak, namun juga efektif untuk meningkatkan kompetensi kognitif siswa pada Pemrograman Berorientasi Objek.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan analisis data yang telah dipaparkan, dapat disimpulkan bahwa penerapan LMS ProCode berbasis *website* terintegrasi *Project-Based Learning* sangat layak dan efektif dalam meningkatkan kompetensi kognitif siswa kelas X RPL di SMK Antartika 2 Sidoarjo pada elemen Pemrograman Berorientasi Objek. Tingkat kelayakan sistem terbukti melalui validasi ahli dengan predikat "Sangat Valid", yang ditunjukkan oleh persentase ahli media sebesar 86,1%, ahli modul ajar sebesar 88,7%, dan ahli soal *pretest-posttest* sebesar 92,2%.

Secara fungsional, implementasi LMS ProCode mampu mengatasi permasalahan keterbatasan perangkat keras siswa melalui integrasi *Java Online Compiler*. Selain itu, sistem juga menekan fragmentasi pembelajaran melalui fitur catatan aktivitas (*logbook*) proyek. Keberhasilan intervensi teknologi ini dibuktikan oleh peningkatan hasil belajar yang signifikan, ditandai dengan perolehan skor rata-rata **N-Gain sebesar 0,46** pada kategori peningkatan sedang. Temuan ini diperkuat secara statistik melalui uji hipotesis *paired sample t-test* yang menghasilkan nilai $p \text{ value}$ sebesar 0,001 ($p \text{ value} < 0,05$). Hal tersebut mengonfirmasi secara meyakinkan bahwa terdapat peningkatan kompetensi kognitif antara sebelum dan sesudah siswa menggunakan LMS ProCode.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmetya, A. R., Setyaningrum, I., & Tanaya, O. (2023). Era Baru Keteneakerjaan: Fleksibilitas Pekerja Digital Pada Era Revolusi Industri 4.0. *Jurnal Ilmiah Universitas Muhammadiyah Buton*, 9(4), 1001–1015. <https://doi.org/10.35326/pencerah.v8i4.4495>
- Apsoh, S., Setiawan, A., & Marsela, M. (2023). Pengaruh Model Project Based Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *JUPEIS: Jurnal Pendidikan dan Ilmu Sosial*, 2(3), 174–185. <https://doi.org/10.57218/jupeis.Vol2.Iss3.783>
- Fannan, M. I. K., & Susanti, M. D. E. (2026). Rancang Bangun Jismart Berbasis Website Dengan Model PjBL Untuk Meningkatkan Kompetensi Dasar Pemrograman dan Algoritma. *IT-Edu: Jurnal Information Technology & Education*, 11(1), 24–35. <https://doi.org/10.26740/it-edu.v11i01.72133>
- Gayatri, G., Jaya, I. G. N. M., & Rumata, V. M. (2023). The Indonesian Digital Workforce Gaps in 2021–2025. *Sustainability (Switzerland)*, 15(1). <https://doi.org/10.3390/su15010754>
- Jaya, D. J., Saputra, T. W., Sudira, P., Triyono, M. B., Sutarto, S., Arifah, S., Rahmah, N. L., Yusuf, A. M., & Diella, S. K. (2024). Komparasi Keterserapan Kerja Lulusan SMK Kompetensi Keahlian TGB di DIY. *Indonesian Journal Of Civil Engineering Education*, 10(1), 38. <https://doi.org/10.20961/ijcee.v10i1.94394>
- Marisa, A., Dumeva Putri, A., Agustiani, R., & Zahra, A. (2024). Proses Validasi Pengembangan Media Pembelajaran dengan iSpring 11. *Wahana Matematika dan Sains: Jurnal Matematika, Sains, dan Pembelajarannya*, 17(2), 45–55. <https://doi.org/10.23887/wms.v17i2.75130>
- Muchtar, T., Syahrul, S., & Saputra, A. M. A. (2025). Pengaruh dan Permasalahan Pembelajaran Project Based Learning (PjBL). *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran*, 8(1), 2904–2915. <https://doi.org/10.31004/jrpp.v8i1.43017>
- Munir, R. S., & Yuliana, I. (2025). Implementasi Learning Management System Berbasis Moodle dengan Project Based Learning pada Mata Pelajaran TIK Siswa Sekolah Menengah Kejuruan. *JIIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 8(3), 2542–2551. <https://doi.org/10.54371/jiip.v8i3.7212>
- Panyili, A. S., Sukardi, & Alfonsius, E. (2025). Pengembangan Learning Management System (LMS) Berbasis Website Untuk Meningkatkan Efektivitas dan Efisiensi Pembelajaran. *Riau Jurnal Teknik Informatika*, 4(1), 24. <https://doi.org/10.30606/rjti.v4i1.3254>
- Pratama, S. P., & Sujatmiko, B. (2024). Pengembangan Aplikasi Goop Untuk Meningkatkan Kompetensi Object Oriented Programming Menggunakan Project Based Learning Pada Mata Pelajaran Pemrograman Berorientasi Objek. *IT-Edu: Jurnal Information Technology and Education*, 9(2), 1–8. <https://doi.org/10.26740/it-edu.v9i2.61262>
- Restu Kurnia, I., & Titin Sunaryati. (2023). Media Pembelajaran Video Berbasis Aplikasi Canva Untuk Meningkatkan Minat Belajar Siswa. *Jurnal Educatio FKIP UNMA*, 9(3), 1357–1363. <https://doi.org/10.31949/educatio.v9i3.5579>

- Sugiarto, R., & Musyafa, A. (2024). Learning Management System (LMS) pada SMK 1 Barunawati Jakarta. *Jurnal Teknologi Informatika dan Komputer*, 10(2), 768–789. <https://doi.org/10.37012/jtik.v10i2.2422>
- Sugiyono. (2022). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Torang Siregar, Abadi, A. M., Andayani, S., Rangkuti, A. N., & Sungkono, J. (2025). Uji Normalitas Gain untuk Pemantapan dan Modul Dengan One Group Pre And Post Test di SMP Negeri 1 Padangsidempuan. *Dedikasi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(2), 499–504. <https://doi.org/10.53276/dedikasi.v3i2.206>
- Wardah, N. N., Yunita, A. M., & Yusta, A. (2023). Pemanfaatan Aplikasi Learning Management System untuk Kebutuhan Pembelajaran Daring Melalui Kegiatan Mini Workshop bagi Guru Tingkat Sekolah Menengah. *Jurnal Dhamabakti Nagri*, 1(1). <https://doi.org/10.32524/jusitik.v2i2.551>
- Wicaksana, T. I., Ambiyar, A., Maksum, H., & Irfan, D. (2022). Penerapan Model (PJBL) Untuk Meningkatkan Kreativitas dan Hasil Belajar dalam Mata Pelajaran Pemrograman Berorientasi Objek. *JRTI (Jurnal Riset Tindakan Indonesia)*, 7(3), 470. <https://doi.org/10.29210/30032058000>
- Yeni Nuraeni, Wanda Adwi Kurnia, Vriska Nadilla Handayani, Kezia Citra Kirana, Siti Nailatus Syifa, & Zelena Putri Dinata. (2025). Strategi Implementasi PJBL untuk Meningkatkan Motivasi dan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Nakula: Pusat Ilmu Pendidikan, Bahasa dan Ilmu Sosial*, 3(6), 193–199. <https://doi.org/10.61132/nakula.v3i6.2330>