

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS WEB MELALUI INTEGRASI PLATFORM SIPEJAR PADA MATA KULIAH CAD DENGAN PENDEKATAN *PROJECT BASED LEARNING*

Saifuddin Karim^{*1}, Yayi Febdia Pradani², Imam Muhtarom³, Dian Julianto Wahyudi⁴, Harlin⁵

^{1,2,3,4} Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Negeri Malang

⁵ Prodi Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Sriwijaya

*E-mail: saifuddin.karim.ft@um.ac.id

Abstrak: Penelitian ini bertujuan mengembangkan perangkat pembelajaran berbasis web melalui integrasi platform SIPEJAR pada mata kuliah Computer Aided Design (CAD) di Universitas Negeri Malang dengan pendekatan *Project Based Learning* (PjBL) dan konstruktivisme sosial. Model pengembangan ADDIE digunakan melalui tahapan analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Validasi ahli materi dan media menunjukkan perangkat berada pada kategori sangat layak dengan skor di atas 85%. Implementasi dilakukan dalam perkuliahan berbasis *blended learning*, menghasilkan peningkatan signifikan pada pemahaman materi (16,7% menjadi 73,3%), keterlibatan mahasiswa (10% menjadi 83,3%), kepuasan belajar (16,7% menjadi 76,7%), serta motivasi belajar yang meningkat pada seluruh responden. Hasil penelitian menegaskan bahwa perangkat ini tidak hanya efektif secara teknis, tetapi juga memperkuat interaksi kolaboratif, keterampilan berpikir kritis, dan kesiapan mahasiswa menghadapi tuntutan industri. Penelitian ini berkontribusi pada pengembangan model pembelajaran digital kontekstual di pendidikan teknik dan merekomendasikan perluasan ke mata kuliah serupa dengan integrasi *learning analytics* untuk perbaikan berkelanjutan.

Kata Kunci: perangkat pembelajaran, SIPEJAR, CAD, Project Based Learning, ADDIE, pembelajaran teknik

Abstract: This study aims to develop a web-based instructional package integrated with the SIPEJAR platform for the Computer Aided Design (CAD) course at Universitas Negeri Malang, employing a Project Based Learning (PjBL) approach grounded in social constructivism. The development process followed the ADDIE model through the stages of analysis, design, development, implementation, and evaluation. Validation by content and media experts indicated high feasibility with scores above 85%. Implementation in a blended learning setting revealed significant improvements in students' comprehension (from 16.7% to 73.3%), engagement (from 10% to 83.3%), learning satisfaction (from 16.7% to 76.7%), and motivation, which increased among all respondents. Findings highlight that the developed package is not only technically feasible but also enhances collaborative interaction, critical thinking skills, and student readiness for industry demands. This study contributes to contextual digital learning design in technical education and recommends broader application to similar courses along with the integration of learning analytics for continuous improvement.

Keywords: instructional package, SIPEJAR, CAD, Project Based Learning, ADDIE, technical education

PENDAHULUAN

Pendidikan pada hakikatnya merupakan proses yang menekankan pada transformasi individu melalui pembelajaran yang bermakna. Transformasi ini tidak sekadar mencakup perubahan pengetahuan semata, tetapi juga menyentuh ranah sikap dan keterampilan yang diinternalisasi secara mendalam. Pembelajaran yang efektif harus mampu melibatkan dimensi kognitif, afektif, dan psikomotorik dalam interaksi dinamis antara peserta didik dengan lingkungannya. Konteks inilah, tantangan dan peluang penggunaan teknologi informasi dalam proses pembelajaran semakin relevan, khususnya di era digital yang menuntut adaptasi cepat dan inovasi berkelanjutan.

Bidang pendidikan teknik, terutama pada mata kuliah seperti Computer Aided Design (CAD), integrasi teknologi menjadi keharusan. CAD tidak hanya merupakan alat bantu teknis, tetapi juga sebuah media yang memungkinkan mahasiswa untuk mentransformasikan ide menjadi representasi visual dan teknis yang presisi. Sayangnya, penguasaan perangkat lunak CAD sering kali belum optimal. Hal ini berakibat pada munculnya berbagai kendala dalam proses pembelajaran dan penurunan kualitas hasil belajar. Seperti yang dikemukakan oleh (Otey dkk., 2019), pemahaman yang terbatas terhadap fitur perangkat lunak CAD dapat menimbulkan kesalahan dalam representasi desain, yang berimplikasi pada inefisiensi produksi dan risiko keselamatan kerja. Masalah serupa juga diidentifikasi oleh (Robertson dkk., 2007), yang menemukan bahwa mahasiswa teknik memerlukan bimbingan intensif dalam penggunaan CAD agar mampu mengaplikasikannya secara tepat dan efisien dalam konteks industri.

Penguasaan CAD tidak hanya penting dari segi teknis, tetapi juga merupakan representasi kesiapan mahasiswa menghadapi tuntutan dunia kerja yang semakin kompleks. Dalam penelitian terbaru, (Schmid dkk., 2024) menegaskan bahwa keterampilan dalam perangkat lunak CAD memberikan keunggulan kompetitif di pasar kerja karena tuntutan digitalisasi di bidang teknik terus meningkat. Pengembangan keterampilan ini perlu didukung oleh perangkat pembelajaran yang relevan dan *up-to-date*. Banyak perangkat pembelajaran masih berbasis pendekatan tradisional, kurang adaptif terhadap perkembangan teknologi dan gaya belajar mahasiswa yang semakin beragam (Rati, 2023).

Universitas Negeri Malang (UM) telah mengimplementasikan Sistem Informasi Pengembangan dan Evaluasi Pembelajaran (SIPEJAR), sebuah Learning Management System (LMS) berbasis Moodle, sebagai upaya adaptasi terhadap kebutuhan pembelajaran berbasis teknologi. SIPEJAR mendukung berbagai fitur pembelajaran daring seperti pengunggahan materi, diskusi interaktif, kuis, serta integrasi pembelajaran campuran (*blended learning*). Pembelajaran model ini terbukti memberikan fleksibilitas, meningkatkan motivasi belajar, dan memperluas akses terhadap sumber belajar (Garrison & Vaughan, 2008). Pemanfaatan SIPEJAR di lapangan masih menghadapi tantangan dari sisi pedagogi, keterampilan dosen, serta keterlibatan aktif mahasiswa. Banyak dosen hanya menggunakan platform ini sebagai tempat unggah materi, bukan sebagai ruang interaksi pembelajaran yang bermakna (Putra dkk., 2019).

Masalah lain yang tidak kalah penting adalah belum terintegrasinya pendekatan pembelajaran berbasis proyek secara optimal dalam Rancangan Pembelajaran Semester (RPS). Padahal, pendekatan *team-based project* telah terbukti efektif meningkatkan kolaborasi, keterampilan berpikir kritis, serta kesiapan kerja mahasiswa (Putra dkk., 2019). Pembelajaran berbasis proyek yang diterapkan melalui platform LMS dapat mendorong mahasiswa untuk terlibat secara aktif dan reflektif dalam proses belajar, serta memperkuat keterkaitan antara teori dan praktik industri (Dabbagh & Kitsantas, 2012).

Seiring dengan tuntutan era Revolusi Industri 4.0 dan perkembangan *Society 5.0*, pembelajaran tidak lagi dapat bergantung pada metode konvensional yang berpusat pada dosen. Pendidikan saat ini menuntut adanya integrasi antara pedagogi konstruktivis dan teknologi digital yang memungkinkan proses pembelajaran berlangsung secara kolaboratif, fleksibel, dan personal (Goldie, 2016; Tondeur dkk., 2019). Pengembangan perangkat pembelajaran berbasis web melalui SIPEJAR bukan sekadar pembaruan teknis, melainkan langkah strategis untuk mentransformasikan cara belajar mahasiswa, menciptakan lingkungan belajar yang lebih inklusif dan adaptif terhadap perubahan.

Permasalahan keterbatasan penguasaan CAD, minimnya pemanfaatan optimal SIPEJAR oleh dosen, serta belum terintegrasinya pendekatan berbasis proyek secara menyeluruh dalam pembelajaran telah menegaskan adanya kesenjangan yang perlu diatasi. Kondisi tersebut menjadi dasar perlunya solusi berupa pengembangan perangkat pembelajaran yang mampu menggabungkan kekuatan teknologi digital dengan strategi pedagogis yang relevan. Dengan demikian, inovasi yang ditawarkan bukan hanya menjawab kendala teknis yang ada, tetapi juga diarahkan untuk meningkatkan kualitas pengalaman belajar mahasiswa.

Penelitian ini memfokuskan diri pada pengembangan perangkat pembelajaran berbasis web yang terintegrasi dalam SIPEJAR dengan pendekatan berbasis proyek untuk mata kuliah CAD. Penelitian ini menawarkan kebaruan melalui integrasi pembelajaran berbasis proyek ke dalam LMS lokal institusi yang sebelumnya belum dikembangkan dalam konteks pendidikan teknik. Berbeda dari penelitian sebelumnya yang lebih menitikberatkan pada efisiensi sistem atau aspek teknis semata, penelitian ini mengedepankan desain pembelajaran yang menggabungkan aspek teknologi, pedagogi, dan substansi konten CAD secara harmonis. Pendekatan ini diharapkan dapat menjembatani kesenjangan antara tuntutan industri dan kesiapan lulusan.

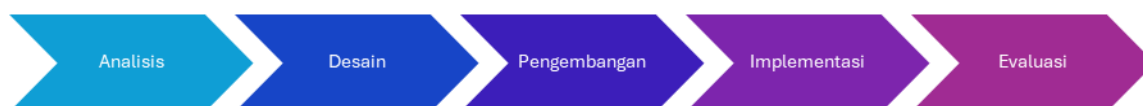
Pengembangan perangkat ini tidak hanya memperhatikan kebutuhan kurikulum, tetapi juga memberikan ruang bagi mahasiswa untuk berpartisipasi aktif, mengeksplorasi, dan berkolaborasi dalam proyek-proyek nyata. Dengan memperkuat elemen interaktif, kolaboratif, dan berbasis masalah dalam pembelajaran CAD, penelitian ini juga berkontribusi pada peningkatan literasi digital dan kesiapan mahasiswa menghadapi dunia kerja yang semakin terdigitalisasi (El Shafei, 2020; Tondeur dkk., 2019).

METODE

Penelitian ini dikategorikan sebagai penelitian pengembangan (*developmental research*) yang difokuskan pada penciptaan solusi praktis terhadap persoalan pembelajaran, khususnya keterbatasan perangkat pembelajaran CAD serta belum optimalnya pemanfaatan platform SIPEJAR sebagai sistem pengelolaan pembelajaran. Pendekatan kualitatif dan kuantitatif (*mixed method*) digunakan dalam penelitian ini, dengan dominasi pada aspek pengembangan. Pendekatan tersebut dipilih karena proses pengembangan perangkat tidak hanya menuntut analisis deskriptif pada tahap awal, tetapi juga membutuhkan evaluasi kuantitatif guna mengukur efektivitas dari produk yang dikembangkan.

Penelitian ini melibatkan beberapa subjek utama. Mahasiswa program studi Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Malang yang mengikuti mata kuliah CAD dijadikan sebagai responden utama. Dosen pengampu mata kuliah CAD dilibatkan sebagai informan ahli dalam tahap validasi dan implementasi perangkat. Selain itu, proses validasi dilakukan oleh dua orang ahli materi dan dua orang ahli media pembelajaran digital. Pemilihan subjek mahasiswa dilakukan dengan teknik *purposive sampling*, dengan kriteria mahasiswa semester III atau IV yang telah menempuh mata kuliah pendukung seperti Gambar Teknik dan Dasar-Dasar Komputer.

Prosedur pengembangan perangkat dilakukan berdasarkan tahapan dalam model ADDIE, yang terdiri dari: analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi.



Gambar 1. Tahapan model ADDIE

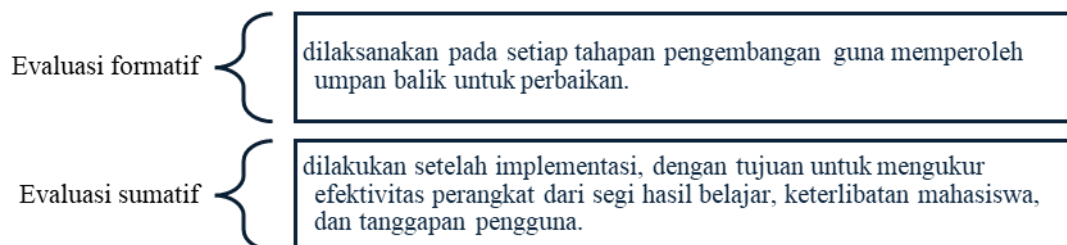
Pada tahap analisis, kebutuhan pengguna serta kesenjangan perangkat pembelajaran yang tersedia sebelumnya dianalisis melalui wawancara terhadap dosen, penyebaran angket kepada mahasiswa, serta telaah dokumen Rencana Pembelajaran Semester (RPS).

Pada tahap desain, struktur perangkat pembelajaran dirancang agar sesuai dengan prinsip pembelajaran berbasis proyek dan pendekatan konstruktivisme sosial. Modul digital interaktif, lembar kerja proyek, instrumen evaluasi, dan aktivitas kolaboratif dirancang dan ditanamkan ke dalam platform SIPEJAR.

Pada tahap pengembangan, perangkat pembelajaran berbasis web dikembangkan dan diintegrasikan ke dalam sistem SIPEJAR. Validasi dilakukan oleh para ahli untuk memastikan kelayakan dari segi isi, desain instruksional, serta aspek teknis.

Tahap implementasi dilakukan dengan menerapkan perangkat dalam perkuliahan CAD selama empat hingga enam pertemuan. Kegiatan pembelajaran dilakukan secara *blended learning*, yang mengombinasikan pertemuan tatap muka dan aktivitas daring melalui SIPEJAR.

Tahap evaluasi dilakukan dalam dua bentuk, yaitu:



Gambar 2. Jenis Evaluasi

Beberapa teknik digunakan dalam pengumpulan data. Persepsi mahasiswa terhadap kebutuhan dan kepuasan pembelajaran dikumpulkan melalui angket. Wawancara terstruktur

dilakukan terhadap dosen untuk memperoleh tanggapan mengenai kelayakan dan kebermanfaatan perangkat. Aktivitas pembelajaran diobservasi untuk mengidentifikasi keterlibatan mahasiswa. Pengukuran peningkatan pemahaman dilakukan melalui tes hasil belajar sebelum dan sesudah penggunaan perangkat. Selain itu, dokumentasi aktivitas dalam SIPEJAR dianalisis untuk melihat interaksi mahasiswa selama pembelajaran daring.

Data kualitatif dianalisis dengan pendekatan tematik berdasarkan langkah reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan sebagaimana yang diuraikan oleh Miles, Huberman, dan Saldaña (2014). Data kuantitatif dianalisis secara deskriptif dengan menghitung nilai rata-rata, persentase, dan standar deviasi. Uji gain score diterapkan untuk mengetahui peningkatan hasil belajar mahasiswa setelah perangkat berbasis SIPEJAR digunakan.

Keberhasilan perangkat pembelajaran dinyatakan apabila beberapa kriteria terpenuhi, yaitu:

- Skor validasi dari para ahli mencapai minimal 80% dan dikategorikan sangat layak.
- Respons positif diberikan oleh minimal 80% dosen maupun mahasiswa.
- Nilai rata-rata hasil belajar mencapai minimal 75 atau terjadi peningkatan skor $\geq 0,3$ dalam uji gain (kategori sedang hingga tinggi).
- Tingkat partisipasi mahasiswa dalam aktivitas daring melalui SIPEJAR mencapai minimal 75%.

HASIL DAN DISKUSI

Penelitian ini menghasilkan pengembangan perangkat pembelajaran berbasis web yang terintegrasi dengan platform SIPEJAR pada mata kuliah Computer Aided Design (CAD). Hasil dari pengembangan perangkat dianalisis melalui lima tahapan dalam model ADDIE dan difokuskan pada tiga aspek utama, yaitu kelayakan perangkat berdasarkan penilaian ahli, implementasi dalam proses pembelajaran, serta tanggapan pengguna dan peningkatan hasil belajar mahasiswa.

Hasil Validasi Ahli

Perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan telah melalui proses validasi oleh dua orang ahli materi dan dua orang ahli media pembelajaran digital. Validasi tersebut dilakukan terhadap beberapa aspek, antara lain isi materi, penyajian konten, penggunaan bahasa, serta integrasi teknologi ke dalam platform SIPEJAR.

Dari hasil validasi, diperoleh skor rata-rata sebesar 88% dari ahli materi, yang menunjukkan bahwa perangkat dinilai sangat layak dari segi substansi dan relevansi dengan capaian pembelajaran pada mata kuliah CAD. Sementara itu, skor rata-rata sebesar 85% diperoleh dari ahli media, yang mengindikasikan bahwa perangkat sudah dinilai baik dari segi navigasi, antarmuka pengguna, serta keterpaduan elemen multimedia yang disematkan dalam modul SIPEJAR.

Selain itu, masukan tambahan juga diberikan oleh para validator, yang mencakup saran untuk menambahkan studi kasus nyata dan memperkuat elemen kolaboratif, seperti forum diskusi serta tugas berbasis proyek kelompok. Saran-saran tersebut telah diakomodasi dalam proses revisi perangkat pembelajaran hingga versi akhir.

Implementasi Perangkat Pembelajaran

Perangkat pembelajaran berbasis web yang telah divalidasi selanjutnya diintegrasikan ke dalam platform SIPEJAR dan diimplementasikan selama empat pertemuan dalam satu siklus perkuliahan CAD. Dalam setiap pertemuan, materi pembelajaran disajikan dalam bentuk digital yang mencakup teks, video tutorial, dan simulasi desain. Kegiatan pembelajaran dilaksanakan dengan pendekatan proyek berbasis tim yang didukung oleh fitur-fitur *assignment* dan *group discussion*. Pemecahan masalah juga difasilitasi melalui forum diskusi tematik, sedangkan proses evaluasi formatif dilaksanakan melalui kuis interaktif dan peer review sederhana.

Selama implementasi, fitur-fitur dalam SIPEJAR, seperti quiz, assignment, announcement, dan forum telah dioptimalkan penggunaannya oleh dosen pengampu. Keterlibatan aktif mahasiswa dalam proses pembelajaran tercermin dari partisipasi mereka dalam forum diskusi yang mencapai 78%, pengumpulan tugas proyek yang dilakukan tepat waktu oleh 91% mahasiswa, serta keterlibatan penuh (100%) dalam kuis interaktif pada dua sesi evaluasi. Interaksi antara mahasiswa dan dosen juga mengalami peningkatan, sebagaimana ditunjukkan oleh aktivitas diskusi daring yang intensif dan pengumpulan umpan balik yang konsisten selama proses pembelajaran berlangsung.

Tanggapan Pengguna (Mahasiswa dan Dosen)

Tanggapan dari mahasiswa terhadap perangkat pembelajaran diukur melalui angket kepuasan. Dari data yang diperoleh, diketahui bahwa:

- Sebanyak 87% mahasiswa menyatakan bahwa perangkat membantu dalam memahami materi CAD secara lebih baik.
- Sebanyak 81% mahasiswa menilai bahwa pembelajaran berbasis SIPEJAR memberikan fleksibilitas dan meningkatkan motivasi belajar.
- Sebanyak 85% mahasiswa mengungkapkan bahwa tugas berbasis proyek memudahkan mereka dalam mengaitkan konsep teori dengan praktik desain nyata.

Dari sisi dosen, perangkat ini dinilai memberikan kemudahan dalam pengelolaan materi dan pelaksanaan evaluasi. Interaksi dengan mahasiswa secara daring juga dinyatakan mengalami peningkatan, dan asesmen terhadap kinerja mahasiswa dapat dilakukan dengan cara yang lebih sistematis melalui sistem SIPEJAR.

Peningkatan Hasil Belajar

Untuk mengukur efektivitas perangkat, telah dilakukan *pre-test* dan *post-test* kepada sebanyak 30 mahasiswa. Hasil *pre-test* menunjukkan adanya kebutuhan mendesak untuk penyediaan perangkat pembelajaran berbasis web guna mengatasi keterbatasan akses dan pemahaman materi. Setelah perangkat diimplementasikan, peningkatan yang signifikan dapat diamati, baik dalam hal pemahaman materi, kepuasan belajar, keterlibatan aktif, maupun motivasi. Peningkatan ini mengindikasikan bahwa perangkat pembelajaran yang dikembangkan berhasil menciptakan pengalaman belajar yang lebih interaktif, fleksibel, dan relevan dengan tuntutan industri.

- *Pre-test*
Hasil dari monitoring melalui angket sebelum adanya penggunaan perangkat pembelajaran berbasisweb menunjukan kecenderungan bahwa harus segera mengintergrasikan perangkat pembelajaran kedalam SIPEJAR, agar dapat mengakses materi dimanapun kapanpun.
- *Post-test*
Respon menunjukan kecenderungan bahwa mengintergrasikan perangkat pembelajaran kedalam SIPEJAR sangat bagus. Kegiatan ini mencakup langkah-langkah terintegrasi yang dimulai dari telaah perangkat pembelajaran, pengembangan RPS, penyusunan bahan ajar, pengembangan jobsheet, perbaikan form penilaian, hingga monitoring dan evaluasi. Seluruh proses dirancang untuk meningkatkan kualitas pembelajaran mata kuliah CAD, menciptakan lingkungan belajar yang lebih modern, efisien, dan relevan dengan kebutuhan mahasiswa serta dunia industri. Implementasi ini juga mendukung pembelajaran yang mandiri, kolaboratif, dan berbasis teknologi, sejalan dengan visi dan misi Universitas Negeri Malang

Penggunaan SIPEJAR mendukung pencapaian keterampilan literasi digital mahasiswa. Mahasiswa terbiasa menggunakan platform *e-learning* untuk mengelola waktu belajar, mengakses materi multimedia, dan berdiskusi secara produktif. Selain itu, integrasi pendekatan konstruktivis sosial dalam aktivitas SIPEJAR—melalui diskusi, proyek kelompok, dan refleksi individu—menjadikan mahasiswa lebih aktif membangun makna secara mandiri dan kolaboratif. Hal ini sejalan dengan gagasan (Duffy & Cunningham, 1996) mengenai pentingnya interaksi sosial dalam pembentukan pemahaman.

Tabel 1. Kemudahan Mengakses Materi

Kategori	Pre-test (%)	Post-test (%)
Sangat Mudah	23.3	73.3
Cukup Mudah	70	16.7
Sulit	6.7	10
Sangat Sulit	0	0

Setelah penggunaan LMS, persentase peserta yang menyatakan "sangat mudah mengakses materi" meningkat lebih dari tiga kali lipat, menunjukkan efektivitas media digital dalam meningkatkan aksesibilitas pembelajaran, hal ini mendukung pendapat Mayer (2009) mengenai pentingnya keterjangkauan akses dalam multimedia learning.

Tabel 2. Pemahaman terhadap Materi

Kategori	Pre-test (%)	Post-test (%)
Sangat Paham	16.7	73.3
Cukup Paham	46.7	23.3
Kurang Paham	30	3.3
Tidak Paham	6.7	0

LMS berhasil meningkatkan pemahaman materi secara signifikan. Persentase yang menyatakan “Sangat Paham” melonjak dari 16.7% menjadi 73.3% menjadi indikator bahwa integrasi teknologi mendukung model constructivist learning (Piaget, 1950; Vygotsky, 1978), di mana mahasiswa lebih aktif membangun pengetahuan melalui sumber digital.

Tabel 3. Tingkat kepuasan terhadap metode pembelajaran

Kategori	Pre-test (%)	Post-test (%)
Sangat Puas	16.7	76.7
Cukup Puas	26.7	20
Kurang Puas	56.7	3.3
Tidak Puas	0	0

Kepuasan meningkat drastis setelah penerapan platform pembelajaran berbasis web. Data ini memperkuat temuan dari Cheng (2012) yang menyatakan bahwa kepuasan belajar meningkat bila peserta merasa materi mudah diakses, relevan, dan interaktif.

Tabel 4. Keterlibatan dalam pembelajaran

Kategori	Pre-test (%)	Post-test (%)
Sangat Terlibat	10	83.3
Cukup Terlibat	33.3	16.7
Kurang Terlibat	43.3	0
Tidak Terlibat	13.3	0

Platform berbasis web mendorong partisipasi aktif dalam pembelajaran. Keterlibatan meningkat pesat dari hanya 10% menjadi 83.3%. Ini menunjukkan keberhasilan platform dalam membangun lingkungan belajar yang lebih kolaboratif dan inklusif (Anderson, 2004).

Tabel 5. Motivasi untuk belajar

Kategori	Pre-test	Post-test
Meningkatkan	-	70
Sangat Meningkatkan	-	30

Secara umum, mahasiswa merespon sangat positif terhadap platform pembelajaran berbasis web. Namun, hambatan teknis seperti kualitas jaringan masih menjadi tantangan utama yang harus diperbaiki untuk memastikan pengalaman belajar yang konsisten dan lancar.

Diskusi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengembangan perangkat pembelajaran berbasis web melalui platform SIPEJAR secara signifikan meningkatkan kualitas proses dan hasil pembelajaran mata kuliah CAD. Temuan ini menegaskan bahwa integrasi teknologi dalam pembelajaran teknik bukan hanya soal penyediaan infrastruktur digital, tetapi lebih dari itu, berkaitan dengan bagaimana perangkat tersebut dirancang secara

pedagogis agar sejalan dengan kebutuhan mahasiswa dan tuntutan industri.

Peningkatan hasil belajar mahasiswa yang tercermin dari gain score yang signifikan serta tingginya partisipasi dalam aktivitas daring mengindikasikan bahwa pendekatan berbasis proyek dan kolaboratif yang diterapkan dalam SIPEJAR mampu menciptakan pengalaman belajar yang lebih bermakna. Hal ini sejalan dengan prinsip pembelajaran konstruktivis sosial yang menempatkan peserta didik sebagai aktor aktif dalam membangun pengetahuan melalui interaksi sosial dan pemecahan masalah nyata (Duffy & Cunningham, 1996). Model pembelajaran seperti ini terbukti memperkuat motivasi intrinsik dan mendorong refleksi mendalam.

Hasil pada Tabel 3 menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan dalam tingkat kepuasan belajar mahasiswa setelah penerapan perangkat pembelajaran berbasis SIPEJAR. Kategori “Sangat Puas” mengalami kenaikan drastis dari 16,7% pada saat pre-test menjadi 76,7% pada saat post-test. Sebaliknya, kategori “Kurang Puas” yang semula cukup tinggi pada pre-test (56,7%) menurun secara tajam menjadi hanya 3,3% setelah implementasi. Perubahan ini mengindikasikan bahwa pengalaman belajar mahasiswa menjadi lebih positif ketika perangkat berbasis web diterapkan.

Fenomena tersebut dapat dijelaskan melalui perspektif teori motivasi belajar. Menurut (Deci dkk., 2017) dalam *Self-Determination Theory* (SDT), kepuasan belajar erat kaitannya dengan terpenuhinya tiga kebutuhan psikologis dasar mahasiswa, yaitu otonomi, kompetensi, dan keterhubungan. Studi empiris menunjukkan bahwa pemenuhan kebutuhan psikologis tersebut secara signifikan meningkatkan motivasi otonom, kenikmatan, dan persepsi nilai dalam belajar, sekaligus menurunkan tekanan yang dirasakan siswa (Wang dkk., 2019). Integrasi perangkat pembelajaran dalam SIPEJAR memungkinkan mahasiswa mengakses materi secara mandiri, sehingga kebutuhan akan otonomi belajar dapat terpenuhi. Selain itu, tersedianya modul digital, forum diskusi, serta proyek kolaboratif memberi kesempatan bagi mahasiswa untuk menunjukkan kompetensi mereka, yang pada gilirannya meningkatkan rasa percaya diri. Bahkan, penelitian dalam konteks pembelajaran kolaboratif berbasis digital juga menemukan bahwa pemenuhan kebutuhan otonomi, kompetensi, dan keterhubungan memperkuat minat situasional mahasiswa terhadap aktivitas belajar (Kyndt dkk., 2017). Interaksi yang terjadi dalam forum daring dan tugas kelompok juga memperkuat dimensi keterhubungan (*relatedness*), yang menjadi salah satu faktor kunci dalam membangun motivasi intrinsik.

Peningkatan kepuasan yang signifikan ini juga sejalan dengan pandangan Keller dalam ARCS Model of Motivation (*Attention, Relevance, Confidence, Satisfaction*), yang menekankan bahwa kepuasan merupakan indikator akhir dari pengalaman belajar yang efektif (Keller, 1983). Model ini menegaskan bahwa ketika desain pembelajaran berhasil menarik perhatian mahasiswa melalui media interaktif, menjaga relevansi dengan kebutuhan dunia industri, serta membangun rasa percaya diri melalui latihan berbasis proyek, maka kepuasan belajar yang lebih tinggi akan tercipta sebagai hasil akhirnya.

Dengan demikian, temuan pada Tabel 3 tidak hanya memperlihatkan efektivitas perangkat dari sisi teknis, tetapi juga memperkuat argumentasi teoretis bahwa pembelajaran berbasis web yang dirancang dengan prinsip konstruktivisme sosial dan didukung oleh teori motivasi belajar mampu meningkatkan kualitas pengalaman mahasiswa secara menyeluruh.

Lebih lanjut, keberhasilan integrasi perangkat ke dalam platform SIPEJAR tidak terlepas dari pendekatan sistematis dalam pengembangan. Model ADDIE memungkinkan proses iteratif yang memperhatikan analisis kebutuhan pengguna dan validasi dari para ahli, sehingga produk yang dihasilkan lebih adaptif dan sesuai konteks. Penelitian oleh (Fitriani dkk., 2020) menegaskan bahwa penggunaan model ADDIE dalam pengembangan perangkat digital menghasilkan perangkat yang tidak hanya layak secara isi, tetapi juga praktis digunakan oleh dosen dan mahasiswa dalam LMS berbasis Moodle.

Respons positif dari pengguna mengindikasikan bahwa perangkat pembelajaran ini telah memenuhi prinsip desain instruksional yang baik: kesesuaian materi, kemudahan navigasi, interaktivitas, dan integrasi fitur asesmen yang kuat. SIPEJAR sebagai LMS berbasis Moodle berperan penting sebagai medium yang memungkinkan pengembangan ini diimplementasikan secara efektif. Pemanfaatan fitur-fitur seperti forum diskusi, kuis, dan assignment, SIPEJAR tidak hanya menjadi repositori materi, tetapi juga ruang interaksi yang mendorong pembelajaran partisipatif. Penelitian dari (Diani dkk., 2021) menegaskan bahwa pemanfaatan LMS yang dirancang dengan pendekatan student-centered dapat meningkatkan engagement dan hasil belajar mahasiswa di berbagai mata kuliah teknik dan sains.

Pendekatan ini memfasilitasi pengembangan *higher-order thinking skills* (HOTS), keterampilan kolaboratif, dan kesiapan industri, yang merupakan dimensi penting dalam Kurikulum Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) dan strategi pendidikan di era Industri 4.0. Penelitian dari (Diani dkk., 2021)

menyatakan bahwa pendekatan berbasis proyek dalam LMS berpotensi meningkatkan soft skills dan keterampilan digital mahasiswa ketika dirancang dengan skenario pembelajaran kontekstual.

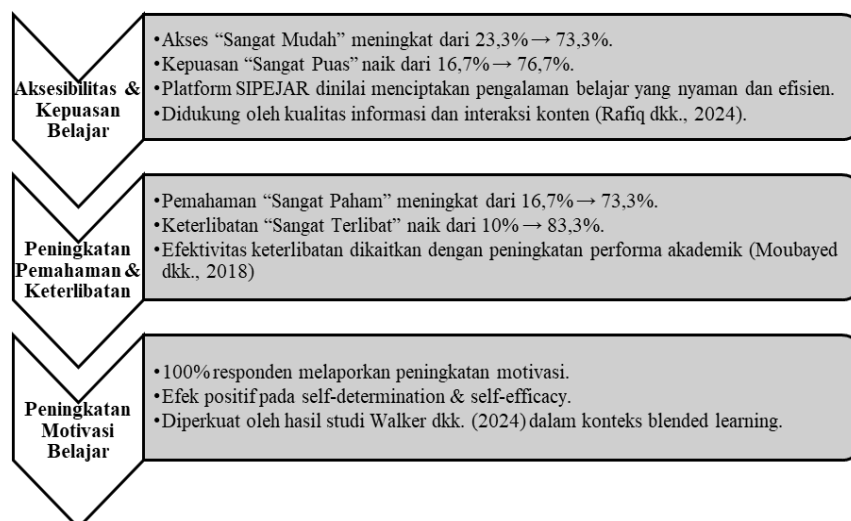
Dengan demikian, hasil penelitian ini memperkuat bahwa pengembangan perangkat berbasis web bukanlah sekadar pengganti metode konvensional, melainkan strategi pedagogis yang mampu mengubah kultur pembelajaran menjadi lebih adaptif, kolaboratif, dan relevan dengan kebutuhan masa depan. Dosen dan institusi pendidikan tinggi perlu merespons transformasi ini secara strategis melalui pelatihan, pembaruan kurikulum, serta dukungan terhadap infrastruktur digital agar implementasi LMS seperti SIPEJAR berjalan optimal.

Pengaruh penggunaan platform pembelajaran berbasis web terhadap pengalaman belajar mahasiswa telah ditunjukkan melalui peningkatan signifikan dalam aspek aksesibilitas dan kepuasan. Kategori “Sangat Mudah” dalam mengakses materi tercatat meningkat dari 23,3% menjadi 73,3%, sedangkan kategori “Sangat Puas” terhadap metode pembelajaran naik dari 16,7% menjadi 76,7%. Temuan ini mengindikasikan bahwa pengalaman belajar yang lebih nyaman dan memuaskan telah berhasil diciptakan melalui integrasi sistem digital. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Rafiq dkk. (2024), di mana peningkatan kepuasan belajar mahasiswa secara signifikan telah dikaitkan dengan kualitas informasi dan kemudahan interaksi pengguna terhadap konten pembelajaran (*user-content interaction*) pada platform daring.

Pemahaman materi dan keterlibatan mahasiswa juga mengalami peningkatan yang sangat signifikan. Kategori “Sangat Paham” meningkat dari 16,7% menjadi 73,3%, dan keterlibatan aktif dalam pembelajaran tercatat naik dari 10% menjadi 83,3%. Peningkatan tersebut memperlihatkan bahwa partisipasi mahasiswa dalam lingkungan pembelajaran daring telah berhasil ditingkatkan, sebagaimana telah dikonfirmasi oleh Moubayed dkk. (2018), yang menyatakan bahwa keterlibatan tinggi dalam *e-learning* berkorelasi positif dengan peningkatan performa akademik.

Selain itu, peningkatan motivasi belajar juga telah dilaporkan oleh seluruh responden (100%), yang menunjukkan bahwa platform *web-based learning* telah mampu memperkuat konsep self-determination dan persepsi efikasi diri dalam proses pembelajaran. Hal ini mendukung temuan Walker dkk. (2024), yang menyatakan bahwa persepsi terhadap kontrol diri, efikasi diri, dan orientasi tujuan berperan penting dalam memediasi kinerja akademik, terutama dalam konteks blended dan online learning.

Dukungan terhadap fleksibilitas akses juga telah diperoleh dari tanggapan mahasiswa, yang menunjukkan bahwa pembelajaran dapat dilakukan kapan saja dan di mana saja. Fleksibilitas tersebut telah dikonfirmasi sebagai faktor yang memberikan kenyamanan belajar, meskipun beberapa hambatan teknis seperti kualitas jaringan internet yang kurang stabil masih ditemukan sebagai kendala utama dalam optimalisasi pembelajaran daring, sebagaimana juga diungkapkan dalam berbagai kajian global.



Gambar 2 Hasil Penelitian

Secara teoretis, efektivitas model interaksi antara konten, instruktur, dan sistem pendukung telah dikuatkan oleh temuan Rafiq dkk. (2024), yang menyatakan bahwa interaksi antara peserta didik dan konten, serta pembelajaran yang dijalankan secara mandiri (*self-regulated learning*), sangat berpengaruh terhadap

kepuasan belajar. Selain itu, pendekatan blended atau hybrid learning telah dilaporkan sebagai strategi yang lebih efektif dalam meningkatkan keterlibatan mahasiswa dibandingkan dengan model tradisional maupun model pembelajaran yang sepenuhnya berbasis daring.

Gambar 2 menampilkan rangkuman hasil utama penelitian yang diperoleh dari analisis data pre-test dan post-test mahasiswa. Secara visual ditunjukkan tiga aspek utama yang mengalami peningkatan, yaitu aksesibilitas dan kepuasan belajar, pemahaman dan keterlibatan, serta motivasi belajar. Pada aspek aksesibilitas dan kepuasan, proporsi mahasiswa yang menilai akses materi sangat mudah meningkat dari 23,3% menjadi 73,3%, sementara kepuasan “sangat puas” naik dari 16,7% menjadi 76,7%. Pada aspek pemahaman dan keterlibatan, jumlah mahasiswa yang menyatakan “sangat paham” bertambah dari 16,7% menjadi 73,3%, dan keterlibatan aktif meningkat dari 10% menjadi 83,3%. Sementara itu, seluruh responden (100%) melaporkan adanya peningkatan motivasi belajar setelah perangkat berbasis SIPEJAR diimplementasikan. Temuan ini menguatkan bahwa integrasi teknologi dengan pendekatan konstruktivisme sosial mampu menghadirkan pengalaman belajar yang lebih efektif, efisien, dan memotivasi.

SIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa pengembangan perangkat pembelajaran berbasis web melalui platform SIPEJAR telah mencapai tujuan penelitian, yaitu menciptakan ekosistem belajar yang interaktif, adaptif, dan kontekstual dalam mata kuliah Computer Aided Design (CAD). Perangkat yang dikembangkan dinyatakan layak secara substansi maupun teknis, serta terbukti efektif meningkatkan pemahaman materi, keterlibatan, kepuasan, dan hasil belajar mahasiswa. Integrasi *Project-Based Learning* (PjBL) dalam desain perangkat terbukti memperkuat keterlibatan aktif mahasiswa, mengaitkan teori dengan praktik nyata, serta menumbuhkan kolaborasi dan keterampilan berpikir kritis. Temuan ini menegaskan bahwa pemanfaatan teknologi digital yang dipadukan dengan pendekatan pedagogis konstruktivisme sosial dan PjBL mampu memberikan perubahan nyata terhadap kualitas pembelajaran CAD di era digital.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, beberapa saran dapat diajukan untuk pengembangan lebih lanjut. Pertama, perangkat pembelajaran berbasis web melalui SIPEJAR yang telah terintegrasi dengan *Project-Based Learning* (PjBL) disarankan untuk diterapkan secara lebih luas pada mata kuliah teknik lain yang memiliki karakteristik serupa, sehingga manfaat peningkatan keterlibatan dan keterampilan kolaboratif mahasiswa dapat diperoleh secara lebih merata. Kedua, implementasi dalam skala kelas yang lebih besar perlu dilakukan agar konsistensi dampak terhadap hasil belajar dapat diuji secara komprehensif. Ketiga, penelitian lanjutan sebaiknya mengintegrasikan *learning analytics* untuk memantau aktivitas belajar mahasiswa secara real-time, sekaligus menyediakan umpan balik adaptif yang mendukung proses belajar mandiri. Keempat, eksplorasi pemanfaatan teknologi berbasis kecerdasan buatan (AI) direkomendasikan guna memperkuat personalisasi pembelajaran, terutama dalam memberikan rekomendasi materi dan penilaian berbasis performa mahasiswa. Dengan langkah-langkah tersebut, perangkat berbasis web yang dikembangkan tidak hanya mampu menjawab kebutuhan jangka pendek, tetapi juga berpotensi menjadi strategi jangka panjang dalam meningkatkan mutu pendidikan teknik di era digital.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan apresiasi dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Universitas Negeri Malang, khususnya Lembaga Pengembangan Pendidikan dan Penjaminan Mutu (LP3) yang telah memberikan kesempatan dan dukungan dalam pelaksanaan kegiatan aktualisasi ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada dosen pengampu mata kuliah *Computer Aided Design (CAD)* dan mahasiswa yang telah berpartisipasi aktif dalam proses implementasi perangkat pembelajaran berbasis SIPEJAR.

DAFTAR RUJUKAN

Dabbagh, N., & Kitsantas, A. (2012). Personal Learning Environments, social media, and self-regulated learning: A natural formula for connecting formal and informal learning. *The Internet and higher education*, 15(1), 3–8.

- Deci, E. L., Olafsen, A. H., & Ryan, R. M. (2017). Self-determination theory in work organizations: The state of a science. *Annual review of organizational psychology and organizational behavior*, 4, 19–43.
- Diani, R., Yanti, Y., Hartati, N. S., Fujiani, D., & Hasanah, I. F. (2021). *Islamic literacy-based physics e-module with STEM (science, technology, engineering, and mathematics) approach*. 1796(1), 012098.
- Duffy, T., & Cunningham, D. (1996). *Constructivism: Implications for the Design and Delivery of Instruction I*.
- El Shafei, R. A. (2020). *Perceptions of teachers' regarding barriers to using instructional technology in Egyptian schools*.
- Fitriani, A., Zubaidah, S., Susilo, H., & Al Muhdhar, M. H. I. (2020). PBLPOE: A Learning Model to Enhance Students' Critical Thinking Skills and Scientific Attitudes. *International Journal of Instruction*, 13(2), 89–106.
- Garrison, D. R., & Vaughan, N. D. (2008). *Blended learning in higher education: Framework, principles, and guidelines*. John Wiley & Sons.
- Goldie, J. G. S. (2016). Connectivism: A knowledge learning theory for the digital age? *Medical teacher*, 38(10), 1064–1069.
- Keller, J. M. (1983). Motivational design of instruction. *Instructional Design Theories and Models: An Overview of Their Current Status* (383-434).
- Kyndt, E., Donche, V., Trigwell, K., & Lindblom-Ylänne, S. (2017). *Higher education transitions*. Taylor & Francis New York.
- Otey, J., Contero, M., & Camba, J. D. (2019). Assessment of parametric assembly models based on CAD quality dimensions. *Computer-Aided Design and Applications*, 16(4), 628–653.
- Putra, B. T., Sulton, S., & Soepriyanto, Y. (2019). Pengembangan Screencast sebagai Electronic Performance Support System dalam Pemanfaatan Sipejar UM. *Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan*, 2(4), 252–260.
- Rati, N. W. (2023). *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Proyek Dalam Jaringan Berorientasi Hots Untuk Meningkatkan Keterampilan Abad Ke-21 Dan Hasil Belajar Ipa Pada Tema Ekosistem Kelas V Sekolah Dasar*.
- Robertson, B. F., Walther, J., & Radcliffe, D. F. (2007). *Creativity and the use of CAD tools: Lessons for engineering design education from industry*.
- Schmid, A., Ferdiánová, V., Hvorecký, J., Korenova, L., & Sk. (2024). *Integrating 3D Modelling into STEAM Education*.
- Tondeur, J., Scherer, R., Baran, E., Siddiq, F., Valtonen, T., & Sointu, E. (2019). Teacher educators as gatekeepers: Preparing the next generation of teachers for technology integration in education. *British Journal of Educational Technology*, 50(3), 1189–1209.
- Wang, C. J., Liu, W. C., Kee, Y. H., & Chian, L. K. (2019). Competence, autonomy, and relatedness in the classroom: Understanding students' motivational processes using the self-determination theory. *Heliyon*, 5(7).