

Integrasi ChatGPT Sebagai Asisten Virtual Untuk Meningkatkan Efektivitas Pembelajaran Pemrograman Web Berbasis Project Based Learning

Nisa Dwi Septiyanti^{*1}, Muhammad Irfan Luthfi², Monica Cinthya³, Rifqi Abdillah⁴

¹Pendidikan Teknologi Informasi, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia

²Graduate Network Learning Technology, National Central University Taiwan, Taiwan

³Sistem Informasi, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia

⁴Teknik Informatika, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia

Email: ¹nisaseptiyanti@unesa.ac.id, ²m.irfanluthfi@g.ncu.edu.tw, ³monicacinthya@unesa.ac.id,
⁴rifqiabdillah@unesa.ac.id

Abstrak

Metode pengajaran konvensional sering kali menekankan aktivitas yang berpusat pada pengajar, sehingga membatasi mahasiswa untuk mengembangkan keterampilan profesional dan keterampilan interpersonal. Kesenjangan antara pengetahuan akademik dan kesiapan kerja ini menyoroti perlunya pendekatan inovatif dalam pendidikan. *Project-Based Learning* (PjBL) dipandang sebagai salah satu pendekatan pembelajaran yang relevan dan efektif dalam konteks pendidikan abad ke-21. Dalam penerapannya, perbedaan kemampuan awal mahasiswa sering menimbulkan ketimpangan pada hasil belajar. Penelitian mengeksplorasi integrasi *ChatGPT* ke dalam *project-based learning* (PjBL) pada mata kuliah Pemrograman Web serta menganalisis efektivitasnya terhadap hasil belajar dan penerimaan teknologi berdasarkan *Technology Acceptance Model* (TAM) yang dimodifikasi dengan variabel *self-efficacy*. Penelitian ini melibatkan 71 mahasiswa Pendidikan Teknologi Informasi semester dua, yang dibagi ke dalam kelompok beranggotakan empat orang dengan peran yang spesifik. Lulusan SMK RPL ditempatkan secara merata di setiap kelompok untuk mendukung kolaborasi. Data diperoleh melalui pre-test, post-test, dan kuesioner TAM. Hasil menunjukkan adanya peningkatan hasil belajar setelah penerapan *ChatGPT* dalam PjBL, nilai *post-test* mahasiswa lulusan non-RPL meningkat hingga mendekati mahasiswa lulusan RPL. Selain itu, analisis TAM menunjukkan *self-efficacy* berpengaruh terhadap persepsi kemudahan dan kegunaan, yang membentuk sikap positif serta niat penggunaan *ChatGPT*. Penelitian ini berkontribusi dalam memperluas pemahaman mengenai integrasi kecerdasan buatan dalam PjBL serta faktor psikologis yang memengaruhi penerimaan teknologi di pendidikan tinggi.

Kata kunci: *ChatGPT, Pemrograman Web, Project-Based Learning, Technology Acceptance Model*

Integrating ChatGPT as a Virtual Assistant in Project-Based Learning to Enhance the Effectiveness of Programming Instruction

Abstract

Conventional teaching methods often emphasize teacher-centered activities, limiting students' opportunities to develop professional and interpersonal skills. The gap between academic knowledge and workplace readiness highlights the need for innovative approaches in education. *Project-Based Learning* (PjBL) is considered a relevant and effective strategy in the context of 21st-century education. However, differences in students' initial abilities often lead to disparities in learning outcomes. This study explores the integration of *ChatGPT* into PjBL in a Web Programming course and analyzes its effectiveness in improving learning outcomes and technology acceptance based on a modified *Technology Acceptance Model* (TAM) incorporating *self-efficacy*. The study involved 71 second-semester students of Information Technology Education, divided into groups of four with specific roles. Graduates of vocational high schools majoring in software engineering (RPL) were evenly distributed across groups to support collaboration. Data were collected through pre-tests, post-tests, and a TAM questionnaire. The results showed an improvement in learning outcomes after the implementation of *ChatGPT* in PjBL, with post-test scores of non-RPL students approaching those of RPL students. Additionally, TAM analysis indicated that *self-efficacy* influenced perceived ease of use and perceived usefulness, which in turn shaped positive attitudes and intention to use *ChatGPT*. This study contributes to a deeper understanding of artificial intelligence integration in PjBL and the psychological factors influencing technology acceptance in higher education.

Keywords: *ChatGPT, Project-Based Learning, Technology Acceptance Model, Web Programming*

1. PENDAHULUAN

Dalam perkembangan pendidikan tinggi saat ini, pendekatan pembelajaran yang menempatkan mahasiswa sebagai pusat proses belajar (*student center learning*) semakin banyak diimplementasikan. Sejalan dengan tuntutan abad ke-21 yang menekankan pada kemampuan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan pemecahan masalah, salah satu strategi pembelajaran yang dinilai relevan adalah PjBL. Berbeda dengan pembelajaran konvensional yang hanya berfokus pada ceramah, PjBL memberikan kesempatan bagi mereka untuk mengaplikasikan pengetahuan secara nyata melalui proyek yang kontekstual [1]. Dalam PjBL, mahasiswa menjadi pusat utama dari seluruh proses pembelajaran, sedangkan dosen berperan sebagai fasilitator yang menyediakan sumber daya serta arahan untuk membantu mahasiswa menyelesaikan masalah yang diberikan. Metode PjBL telah banyak diimplementasikan dalam berbagai bidang ilmu [2] dan menjadi salah satu komponen penting dalam pembelajaran teknik [3]. Hasil penerapan PjBL di berbagai bidang teknik menunjukkan dampak yang positif [4], [5].

Namun demikian, tantangan masih dijumpai, terutama terkait kesenjangan hasil belajar akibat perbedaan kemampuan awal mahasiswa yang dapat menyebabkan kesenjangan capaian proyek. Kondisi ini juga terlihat pada mahasiswa program studi Pendidikan Teknologi Informasi yang memiliki latar belakang pendidikan yang beragam. Kesenjangan ini semakin nyata, khususnya antara lulusan SMK jurusan Rekayasa Perangkat Lunak (RPL) yang sudah memiliki dasar pemrograman dan lulusan SMK non RPL/SMA yang relatif minim pengalaman pemrograman. Mahasiswa dengan kemampuan pemrograman yang rendah kerap kesulitan memahami konsep fundamental, sedangkan mahasiswa dengan kemampuan tinggi membutuhkan tantangan yang lebih kompleks. Perbedaan awal ini berdampak pada kecepatan adaptasi, kualitas kontribusi, serta tingkat pemahaman dalam pengerjaan proyek.

Perkembangan teknologi kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*), khususnya model bahasa generatif seperti ChatGPT membuka peluang baru dalam mendukung pembelajaran pemrograman berbasis proyek. ChatGPT mampu memahami bahasa alami, memberikan penjelasan konseptual, membantu perancangan ide, menulis serta memperbaiki kode, hingga mendukung pengujian perangkat lunak. Integrasi ChatGPT diharapkan dapat mengurangi kesenjangan capaian antar mahasiswa dengan latar belakang pendidikan yang berbeda serta meningkatkan efektivitas kolaborasi dalam tim proyek. Penelitian terbaru menemukan bahwa integrasi ChatGPT dalam pembelajaran pemrograman dapat meningkatkan kualitas hasil software, keterampilan teknis, serta kepuasan mahasiswa [6]. Studi lain meneliti kompetisi pengembangan perangkat lunak berbasis PjBL yang mengintegrasikan ChatGPT selama empat minggu menunjukkan peningkatan penyelesaian proyek dan kualitas hasil ketika AI dimanfaatkan di seluruh siklus proyek (ideasi, dokumentasi, pengembangan, dan QA) [7].

Penerapan ChatGPT dalam PjBL sejalan dengan pendekatan *Personalized Project-based Learning* (P-PjBL), yang menekankan adaptasi pembelajaran berdasarkan kemampuan awal dan kebutuhan mahasiswa. ChatGPT dapat berperan sebagai asisten virtual yang memberikan dukungan personal sesuai peran mahasiswa dalam tim proyek, misalnya membantu analis menyusun kebutuhan sistem, mendukung desainer UI/UX dengan ide antarmuka, memberikan contoh kode untuk *full stack developer*, serta menyusun skenario pengujian bagi tester. Temuan ini didukung oleh penelitian Lee et al. [8] yang menunjukkan bahwa P-PjBL mampu meningkatkan kinerja akademik dengan memberikan aktivitas yang dipersonalisasi sesuai tingkat pengetahuan awal siswa, serta studi Rasul et al. [9] menyoroti potensi ChatGPT dalam mendukung pembelajaran adaptif, memfasilitasi kolaborasi, dan memperkecil kesenjangan capaian antar mahasiswa. Integrasi ChatGPT dapat dipandang sebagai inovasi yang memperkuat konsep P-PjBL melalui dukungan pembelajaran yang lebih kontekstual dan responsif terhadap kebutuhan individu. Selain itu, pendekatan pembelajaran yang dibantu AI dengan scaffolding terstruktur meningkatkan keterampilan praktis dan persepsi *self-efficacy* [10].

Pemanfaatan AI dalam pembelajaran tidak hanya berdampak pada aspek kognitif seperti peningkatan keterampilan berpikir kritis, tetapi juga pada aspek afektif dan psikologis mahasiswa [11]. Salah satu faktor penting yang berhubungan dengan keberhasilan adopsi teknologi pembelajaran adalah *self-efficacy*, yaitu keyakinan mahasiswa terhadap kemampuan dirinya dalam memanfaatkan teknologi untuk menyelesaikan tugas belajar [12]. Tingkat *self-efficacy* yang baik mendorong mahasiswa lebih percaya diri menggunakan ChatGPT sebagai asisten virtual, sehingga mereka lebih aktif mengeksplorasi pengetahuan, mencoba strategi pemrograman baru, serta lebih gigih menghadapi tantangan dalam proyek. Dengan demikian, integrasi ChatGPT tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu teknis, tetapi juga sebagai sarana untuk memperkuat keyakinan diri mahasiswa dalam proses belajar.

Self-efficacy pertama kali diperkenalkan oleh Bandura dalam *Social Cognitive Theory* [13]. Menurut Mojavazi et al. individu dipandang sebagai agen yang proaktif dan memiliki rasa percaya diri, sehingga mampu mengendalikan pikiran, perasaan, dan tindakannya. Dengan kata lain, apa yang diyakini, dipikirkan, dan dirasakan

seseorang akan memengaruhi cara individu mengambil keputusan dan bertindak [14]. Tingkat *self-efficacy* yang tinggi terbukti memberikan dampak positif pada berbagai aspek, seperti fungsi kognitif, motivasi, ketekunan, kepuasan diri, serta sikap terhadap tantangan. Faktor yang memengaruhi *self-efficacy* berasal dari empat sumber utama: pengalaman keberhasilan, pengalaman vikarius, persuasi verbal, serta kondisi fisiologis [13].

Sementara itu, TAM yang dikembangkan Davis [15] berasal dari *Theory of Reasoned Action* (TRA). Jika TRA lebih umum digunakan untuk menjelaskan hubungan persepsi dan perilaku, TAM lebih spesifik pada konteks penerimaan teknologi. Dalam TAM, persepsi individu seperti *Perceived Usefulness* (PU) dan *Perceived Ease of Use* (PEOU) memengaruhi sikap terhadap teknologi, niat untuk menggunakan (*Behavioral Intention*), dan pada akhirnya penggunaan aktual (*Actual Use*).

Intervensi pedagogis juga dapat menggeser perilaku mahasiswa dari perilaku yang sepenuhnya mengandalkan AI untuk menghasilkan kode dari nol (*AI-reliant code generator*) menjadi kolaborasi antara manusia dan AI untuk menyempurnakan atau memperbaiki kode yang sudah ada (*AI-collaborative code refiner*), yang terkait dengan hasil belajar yang lebih baik dan kemandirian yang lebih tinggi. Ini menegaskan bahwa dampak ChatGPT tidak hanya ditentukan oleh alatnya, tetapi juga oleh desain aktivitas dan bimbingan instruksional.

Studi-studi terdahulu umumnya memanfaatkan ChatGPT sebagai alat bantu pembelajaran yang bersifat individual, dengan fokus pada peningkatan pemahaman konsep dan efisiensi belajar secara mandiri. Berbeda dari pendekatan tersebut, penelitian ini menempatkan ChatGPT sebagai asisten virtual kolaboratif dalam konteks Project-Based Learning (PjBL). Pendekatan ini memungkinkan mahasiswa untuk bekerja dalam tim dengan pembagian peran yang spesifik, sehingga proses pembelajaran tidak hanya menekankan pada hasil akhir proyek, tetapi juga pada dinamika kolaborasi dan pemanfaatan teknologi cerdas dalam penyelesaian tugas.

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi integrasi ChatGPT sebagai asisten virtual dalam pembelajaran berbasis proyek pada mata kuliah Pemrograman Web. Penelitian ini tidak hanya berfokus pada peningkatan hasil belajar mahasiswa melalui pengukuran pre-test dan post-test, tetapi juga menelaah penerimaan teknologi menggunakan kerangka TAM yang dilengkapi dengan dimensi *self-efficacy* (SE). Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran komprehensif mengenai efektivitas ChatGPT dalam mendukung keterampilan teknis pemrograman sekaligus membangun keyakinan diri mahasiswa dalam menggunakan teknologi sebagai bagian dari proses pembelajaran kolaboratif.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Subject Penelitian

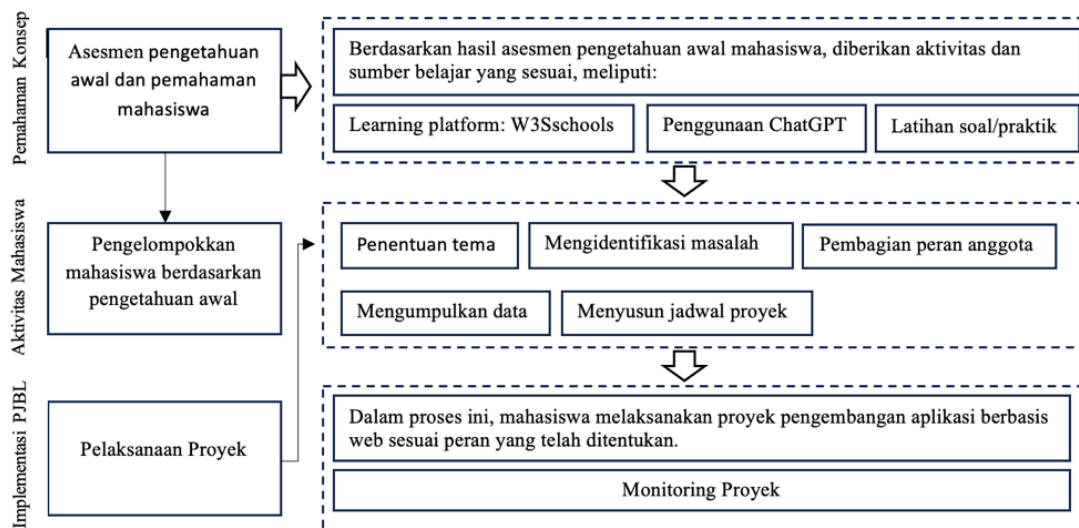
Subjek penelitian terdiri atas 71 mahasiswa tahun kedua Program Studi Pendidikan Teknologi Informasi yang sedang menempuh mata kuliah Pemrograman Web. Berdasarkan karakteristik demografis, jumlah mahasiswa laki-laki dan perempuan relatif seimbang, yaitu 35 orang (49%) laki-laki dan 36 orang (51%) perempuan, sehingga tidak terdapat dominasi yang mencolok dari sisi jenis kelamin. Dari sisi latar belakang pendidikan, sebagian besar mahasiswa berasal dari SMA sebanyak 32 orang (45%), diikuti oleh lulusan SMK non-RPL sebanyak 21 orang (30%), dan lulusan SMK RPL sebanyak 18 orang (25%).

Tabel 1. Karakteristik demografi subjek penelitian

Karakteristik	Frekuensi	Presentase
Jenis Kelamin		
Laki-laki	35	49%
Perempuan	36	51%
Pendidikan		
SMK RPL	18	25%
SMK non RPL	21	30%
SMA	32	45%

2.2. Desain penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan quasi-eksperimen dengan model PjBL yang diintegrasikan dengan ChatGPT sebagai asisten virtual. Pendekatan ini dipilih untuk menguji efektivitas penggunaan ChatGPT dalam mendukung pembelajaran pemrograman berbasis proyek dan membandingkan hasil capaian mahasiswa pada konteks kolaboratif. Melalui desain quasi-eksperimen, penelitian ini memungkinkan adanya kontrol terhadap variabel tertentu tanpa mengabaikan dinamika alami dalam proses pembelajaran di kelas. Integrasi ChatGPT dalam PjBL diharapkan dapat memberikan dukungan adaptif selama proses belajar.



Gambar 1. Desain penelitian

Proses penelitian diawali dengan asesmen pengetahuan awal dan pemahaman mahasiswa (*pre-test*). Asesmen ini bertujuan untuk mengidentifikasi tingkat kemampuan awal mahasiswa, baik yang berasal dari latar belakang SMK RPL yang relatif sudah memiliki pengalaman dasar pemrograman, maupun dari SMA yang umumnya belum pernah terpapar materi pemrograman secara formal. Hasil *pre-test* menjadi dasar dalam memberikan aktivitas pembelajaran dan sebagai dasar dalam pembagian kelompok.

Aktivitas pembelajaran yang diberikan meliputi pemanfaatan platform pembelajaran daring W3Schools sebagai referensi teknis, penggunaan ChatGPT sebagai asisten virtual untuk memberikan penjelasan dan bantuan teknis, serta latihan soal/praktik untuk memperkuat penguasaan konsep. Selanjutnya, strategi pembagian kelompok dilakukan secara merata dengan menempatkan mahasiswa yang memiliki pengetahuan awal tinggi ke dalam masing-masing kelompok yang terdiri dari empat anggota. Strategi ini bertujuan untuk menciptakan komposisi kelompok yang heterogen, di mana mahasiswa dengan kompetensi lebih tinggi dapat berperan sebagai penggerak sekaligus mentor bagi anggota lainnya.

Dalam konteks PjBL, heterogenitas kelompok dinilai mampu meningkatkan efektivitas pembelajaran karena terjadi proses *peer tutoring*, berbagi pengalaman, serta saling melengkapi keterampilan dalam menyelesaikan proyek. Selain itu, penyebaran mahasiswa berkompentensi tinggi ke dalam seluruh kelompok diharapkan dapat mencegah terjadinya kesenjangan hasil belajar yang signifikan antar kelompok. Setelah itu, dilakukan pembagian peran anggota kelompok secara spesifik, yaitu analis, desainer UI/UX, full stack developer, dan tester. Aktivitas dilanjutkan dengan pengumpulan data sebagai dasar kebutuhan sistem, serta penyusunan jadwal proyek agar pengerjaan lebih terstruktur dan sesuai dengan alur perkuliahan.

Pada tahap berikutnya, mahasiswa memasuki fase implementasi PjBL dalam bentuk pelaksanaan proyek pengembangan aplikasi berbasis web. Setiap anggota kelompok menjalankan peran yang telah ditentukan dengan dukungan ChatGPT, baik untuk penyusunan dokumen analisis, desain antarmuka, penulisan serta debugging kode, maupun penyusunan skenario pengujian. Pembimbing berperan dalam melakukan monitoring proyek guna memastikan pelaksanaan sesuai tujuan pembelajaran. Selain itu, pembimbing juga menentukan *teachable moments*, yaitu momen penting ketika diperlukan intervensi berupa bimbingan tambahan, klarifikasi konsep, maupun arahan teknis, sehingga mahasiswa dapat menghubungkan pengalaman praktik mereka dengan teori yang dipelajari.

2.3. Prosedur Penelitian

Penelitian berlangsung selama satu semester dengan tahapan yang mengacu pada sintaks PjBL yang kemudian dimodifikasi dengan mengintegrasikan ChatGPT sebagai asisten virtual untuk mendukung setiap tahapannya. Sintaks PjBL tersebut meliputi: (1) penentuan pertanyaan mendasar (*start with the essential question*), (2) perencanaan proyek (*design a plan for the project*), (3) penyusunan jadwal (*create a schedule*), (4) pemantauan pelaksanaan proyek (*monitor the students and the progress of the project*), (5) pengujian hasil (*assess the outcome*), dan (6) evaluasi pengalaman belajar (*evaluate the experience*). Pada penelitian ini, ChatGPT berperan sebagai

pendamping virtual yang membantu mahasiswa dalam menganalisis masalah, merancang solusi, mengembangkan kode program, serta melakukan refleksi hasil pembelajaran.

Tabel 2. Integrasi ChatGPT dalam Sintaks PJBL

No	Fase	Aktivitas	Peran ChatGPT
1.	Start With the Essential Question Menentukan Pertanyaan/Permasalahan Dasar	Dosen memberikan <i>driving question</i> terkait pengembangan aplikasi web.	ChatGPT digunakan untuk membantu mahasiswa memahami lingkup masalah dan memberikan referensi awal.
2.	Design a Plan for the Project Menyusun Perencanaan Proyek	Mahasiswa dibagi ke dalam kelompok kecil (4 orang) dengan peran: analis, desainer UI/UX, full stack developer, dan tester. Setiap kelompok menetapkan timeline pengerjaan.	ChatGPT dimanfaatkan untuk menyusun requirement, ide desain, rencana teknis, serta strategi pengujian.
3.	Create a Schedule Menyusun Jadwal Pelaksanaan Proyek	Setiap anggota menjalankan perannya	ChatGPT digunakan untuk membantu merancang alur kerja dan membagi tahapan coding, desain, serta testing.
4.	Monitor the Students and the Progress of the Project Melaksanakan Proyek dengan Monitoring	Dosen memantau proses dan memastikan ChatGPT digunakan secara tepat, bukan sebagai pengganti total kreativitas mahasiswa.	ChatGPT mendukung peran setiap anggota, misalnya: Analis: menyusun dokumen kebutuhan dengan ChatGPT Desainer: meminta ide desain antarmuka Developer: memanfaatkan ChatGPT untuk <i>coding</i> dan <i>debugging</i> Tester: menghasilkan skenario pengujian
5.	Assess the Outcome Penyusunan laporan dan presentasi/publikasi hasil proyek	Setiap kelompok mempresentasikan hasil proyek akhir. Penilaian dilakukan dengan rubrik (produk, kolaborasi, kreativitas, dan pemanfaatan ChatGPT).	ChatGPT dimanfaatkan untuk menyusun kerangka presentasi
6.	Evaluate the Experience evaluasi terhadap pengalaman belajar	Mahasiswa melakukan refleksi penggunaan ChatGPT dalam pembelajaran berbasis proyek.	

2.4. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan dalam studi ini terdiri atas dua jenis utama, yaitu instrumen hasil belajar dan instrumen penerimaan teknologi (TAM). Instrumen hasil belajar digunakan untuk menilai peningkatan penguasaan konsep pemrograman mahasiswa setelah penerapan PjBL yang diintegrasikan dengan ChatGPT sebagai asisten virtual. Pengukuran dilakukan melalui *pre-test* dan *post-test* yang berbentuk soal pilihan ganda. Setiap butir soal dirancang secara sistematis berdasarkan indikator capaian pembelajaran mata kuliah *Pemrograman Web* dengan tujuan mengukur pemahaman konseptual dan kemampuan aplikatif mahasiswa dalam konteks pemrograman. Total terdapat 25 butir soal yang dibagi ke dalam empat aspek utama kemampuan pemrograman, yaitu: (1) dasar pemrograman, (2) logika dan algoritma, (3) modularisasi dan struktur program, serta (4) kualitas dan pengembangan aplikasi.

Tabel 3. Aspek dan Indikator Kemampuan Pemrograman

No.	Aspek Kemampuan Pemrograman	Indikator
1.	Dasar Pemrograman	Sintaks dasar (variabel, operator, tipe data, struktur kontrol, input/output)
2.	Logika & Algoritma	Perancangan alur logika, algoritma dasar (sorting, searching, problem solving sederhana)

3.	Modulasiasi & Struktur Program	Fungsi/prosedur, array/list, dictionary, OOP dasar (kelas, objek, inheritance)
4.	Pengembangan Aplikasi	Debugging, error handling, clean code, dokumentasi, testing

Selanjutnya, kuesioner berbasis TAM digunakan untuk mengetahui tingkat penerimaan mahasiswa terhadap penggunaan ChatGPT dalam PjBL, yang mencakup dimensi persepsi kegunaan (*PU*), kemudahan penggunaan (*PEOU*), sikap terhadap penggunaan (*ATU*), niat menggunakan (*BI*), penggunaan aktual (*AU*) serta kepercayaan diri (*SE*). Kombinasi ketiga instrumen ini memungkinkan penelitian memperoleh data yang komprehensif mengenai efektivitas pembelajaran sekaligus persepsi penerimaan teknologi oleh mahasiswa.

Tabel 4. Instrumen Kuesioner Technology Acceptance Model (TAM)

Dimensi	Pertanyaan
Perceived Usefulness (PU)	ChatGPT membantu saya mempelajari pemrograman dengan lebih efisien ChatGPT meningkatkan kinerja pemrograman saya ChatGPT membuat pembelajaran pemrograman saya lebih efektif ChatGPT memudahkan pembelajaran pemrograman
Perceived Ease of Use (PEOU)	ChatGPT membantu saya dalam menyelesaikan tugas proyek secara keseluruhan Saya dapat dengan mudah untuk mendapatkan materi dari ChatGPT Saya dapat dengan cepat terbiasa menggunakan ChatGPT tanpa kesulitan. Menggunakan ChatGPT tidak memerlukan usaha yang berlebihan.
Attitude Toward Using (ATU)	Menggunakan ChatGPT adalah ide yang baik untuk mendukung pembelajaran saya Saya memiliki sikap positif terhadap penggunaan ChatGPT dalam proses belajar. Saya percaya bahwa ChatGPT layak digunakan sebagai asisten virtual dalam pembelajaran.
Behavioral Intention (BI)	Saya mempercayai jawaban ChatGPT tanpa melakukan konfirmasi lebih lanjut. Saya akan menggunakan ChatGPT di masa mendatang Saya berencana menjadikan ChatGPT sebagai salah satu sumber utama dalam mempelajari pemrograman.
Actual Use (AU)	Saya bersedia mencoba ChatGPT di berbagai bidang Saya menggunakan ChatGPT secara rutin untuk membantu mempelajari pemrograman. Saya sering menggunakan ChatGPT untuk mencari solusi ketika mengalami kesulitan pemrograman. Saya memanfaatkan ChatGPT untuk mendukung pengerjaan tugas proyek pemrograman. Saya menggunakan ChatGPT pada berbagai tahapan pengerjaan proyek (analisis, desain, coding, testing, dokumentasi).
Self-Efficacy (SE)	Saya merasa percaya diri dapat menggunakan ChatGPT untuk mendukung pembelajaran pemrograman web. Saya yakin mampu memanfaatkan ChatGPT untuk menyelesaikan tugas-tugas proyek pemrograman. Saya mampu menggunakan berbagai fitur ChatGPT tanpa memerlukan bantuan orang lain. Saya merasa mampu mengajukan pertanyaan yang tepat agar ChatGPT memberikan jawaban yang relevan.

3.5. Analisis Data

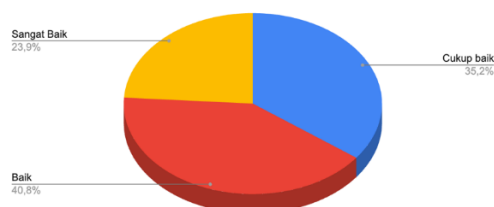
Analisis data dalam penelitian ini dilakukan secara kuantitatif dengan dua pendekatan utama, yaitu analisis peningkatan hasil belajar dan analisis penerimaan teknologi. Analisis peningkatan hasil belajar dilakukan untuk mengukur efektivitas integrasi ChatGPT dalam PjBL pada mata kuliah Pemrograman Web. Data hasil belajar mahasiswa ($n = 71$) diperoleh melalui *pre-test* dan *post-test* yang mencakup empat aspek kemampuan pemrograman: dasar pemrograman, logika dan algoritma, modularisasi dan struktur program, serta pengembangan aplikasi. Analisis dilakukan menggunakan uji paired sample t-test dengan bantuan perangkat lunak SPSS untuk mengetahui perbedaan rata-rata antara nilai *pre-test* dan *post-test*. Uji ini digunakan untuk menentukan signifikansi peningkatan hasil belajar mahasiswa setelah mengikuti pembelajaran berbasis proyek dengan dukungan ChatGPT. Selanjutnya, analisis penerimaan teknologi dilakukan menggunakan pendekatan *Structural Equation Modeling*–

Partial Least Squares (SEM-PLS). Model yang digunakan mengacu pada model TAM yang dimodifikasi dengan penambahan variabel *Self-Efficacy* (SE). Analisis meliputi tiga tahap:

- Uji reliabilitas dan validitas konstruk, melalui perhitungan nilai Cronbach's Alpha, Composite Reliability (CR), dan Average Variance Extracted (AVE) untuk memastikan konsistensi internal dan validitas konvergen dari setiap konstruk.
- Uji validitas diskriminan, menggunakan kriteria Fornell–Larcker Criterion untuk menilai sejauh mana setiap konstruk dapat dibedakan dari konstruk lain dalam model.
- Analisis model struktural (inner model), untuk menilai hubungan antarvariabel laten, meliputi pengaruh *Self-Efficacy* terhadap *Perceived Usefulness* (PU) dan *Perceived Ease of Use* (PEOU), serta pengaruh kedua variabel tersebut terhadap *Attitude Toward Use* (ATU), *Behavioral Intention* (BI), dan *Actual Use* (AU).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kehadiran ChatGPT sebagai teknologi baru telah banyak digunakan dalam proses pendidikan dan pembelajaran untuk meningkatkan hasil belajar. Sebagai langkah awal, peneliti menyelidiki pengalaman mahasiswa dalam menggunakan ChatGPT. Gambar 2 menunjukkan diagram pengalaman siswa dalam menggunakan ChatGPT.



Gambar 2. Pengalaman penggunaan ChatGPT

Dari total 71 mahasiswa, sebanyak 29 mahasiswa (40,8%) menilai pengalaman mereka berada pada kategori Baik, diikuti oleh 25 mahasiswa (35,2%) yang menilai pada kategori Cukup Baik, serta 17 mahasiswa (23,9%) yang menilai pada kategori Sangat Baik. Distribusi ini menunjukkan bahwa mayoritas mahasiswa memiliki pengalaman positif terhadap penggunaan ChatGPT, meskipun masih terdapat sebagian yang menilai cukup baik sehingga diperlukan peningkatan pendampingan dari pembimbing, disertai strategi penggunaan ChatGPT yang lebih optimal agar seluruh anggota dapat memperoleh manfaat pembelajaran yang seimbang.

3.1. Hasil

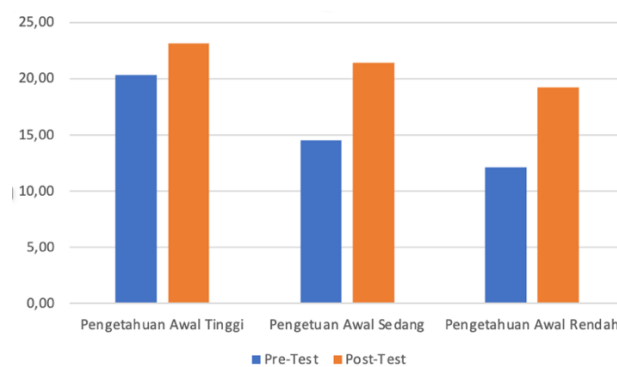
a. Hasil Belajar Mahasiswa

Untuk mengevaluasi efektivitas integrasi ChatGPT dalam pembelajaran berbasis proyek pada mata kuliah pemrograman web, penelitian ini mengukur hasil belajar mahasiswa pendidikan teknologi informasi ($n = 71$) melalui *pre-test* dan *post-test*. *Pre-test* diberikan sebelum perlakuan untuk mengetahui kemampuan awal mahasiswa, sedangkan *post-test* dilaksanakan setelah pembelajaran untuk menilai capaian akhir. Sebanyak 25 soal diberikan, meliputi aspek kemampuan pemrograman yang meliputi dasar pemrograman, logika & algoritma, serta modularisasi & struktur program. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan uji *paired sample t-test* untuk mengetahui perbedaan rata-rata nilai *pre-test* dan *post-test*. Penggunaan uji *paired sample t-test* dipilih karena data yang dianalisis berasal dari dua pengukuran yang dilakukan pada subjek yang sama, yaitu nilai *pre-test* dan *post-test* dari mahasiswa yang sama. Uji ini sesuai untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antara hasil belajar sebelum dan sesudah perlakuan.

Tabel 5. Hasil uji *paired sample t-test*.

No	Aspek kemampuan pemrograman	Rata-rata pretest	Rata-rata posttest	t	df	sig.
1.	Dasar Pemrograman	15.66	21.92	9.47	70	<.001
2.	Logika & Algoritma	14.37	21.59	14.81		
3.	Modularisasi & Struktur Program	15.83	20.51	12.43		
4.	Pengembangan Aplikasi	13.63	17.92	9.422		

Hasil uji *paired sample t-test* pada 71 mahasiswa pada tabel 5 menunjukkan adanya peningkatan pada seluruh aspek kemampuan pemrograman setelah penerapan pembelajaran berbasis proyek dengan integrasi ChatGPT. Pada aspek Dasar Pemrograman, rata-rata nilai mahasiswa meningkat dari 15,66 pada pre-test menjadi 21,92 pada post-test dengan nilai $t(70) = 9,47$ dan $p < .001$, yang menandakan ada perbedaan yang signifikan. Aspek Logika dan Algoritma menunjukkan peningkatan paling tinggi, dengan rata-rata pre-test 14,37 naik menjadi 21,59 pada post-test. Hasil uji $t(70) = 14,81$, $p < .001$, mengindikasikan peningkatan dalam keterampilan berpikir logis dan algoritmik mahasiswa. Pada aspek Modularisasi dan Struktur Program, nilai rata-rata meningkat dari 15,83 menjadi 20,51 dengan $t(70) = 12,43$, $p < .001$, yang menunjukkan adanya peningkatan pemahaman mahasiswa dalam menyusun program secara terstruktur dan modular. Sementara itu, pada aspek Pengembangan Aplikasi, mahasiswa juga menunjukkan kemajuan, dari rata-rata pre-test 13,63 menjadi 17,92 pada post-test, dengan hasil uji $t(70) = 9,42$, $p < .001$. Temuan ini menegaskan bahwa ChatGPT berperan dalam membantu mahasiswa menyelesaikan proyek pengembangan aplikasi berbasis web dengan baik. Hal ini menunjukkan integrasi ChatGPT dalam PjBL efektif meningkatkan kemampuan pemrograman mahasiswa pada berbagai aspek fundamental maupun aplikatif, dengan peningkatan signifikan yang konsisten di seluruh area keterampilan pemrograman yang diukur.



Gambar 3. Perbandingan nilai berdasarkan pengetahuan awal

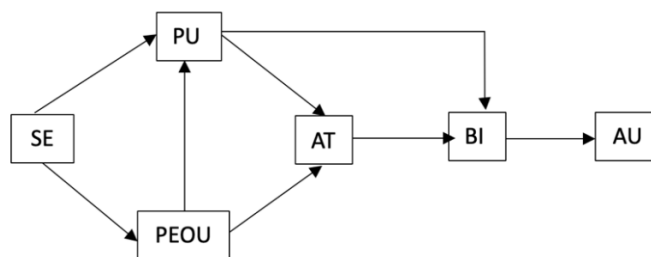
Lebil lanjut, analisis perbandingan nilai *pre-test* dan *post-test* mahasiswa berdasarkan pengetahuan awal disajikan pada gambar 3. Pada tahap *pre-test*, mahasiswa dengan pengetahuan awal tinggi memiliki nilai yang lebih baik dibandingkan dengan kelompok sedang dan rendah. Hal ini sejalan dengan latar belakang pendidikan mereka, lulusan SMK RPL umumnya telah memiliki pengalaman belajar pemrograman sebelumnya sehingga menunjukkan hasil awal yang lebih tinggi. Setelah penerapan model PiBL dengan integrasi ChatGPT, nilai *post-test* seluruh kelompok mengalami peningkatan yang signifikan. Peningkatan yang paling menonjol terlihat pada kelompok dengan pengetahuan awal rendah dan sedang. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan model PiBL dengan dukungan ChatGPT mampu membantu mahasiswa yang semula memiliki kemampuan rendah untuk mengejar ketertinggalan dan mendekati capaian kelompok berpengetahuan tinggi.

Integrasi ChatGPT sebagai asisten virtual dalam PjBL memberikan dampak positif terhadap efektivitas pembelajaran. Hal ini didukung oleh penelitian [7]. Mahasiswa tidak hanya memperoleh pemahaman konseptual yang lebih baik, tetapi juga mampu menyelesaikan proyek secara lebih sistematis dan kolaboratif. Pertama, penggunaan ChatGPT pada tahap analisis kebutuhan membantu mahasiswa yang berperan sebagai analis dalam merumuskan *requirement* secara lebih jelas dan terdokumentasi dengan baik. ChatGPT mampu memberikan contoh *user stories*, diagram kebutuhan, hingga rekomendasi fungsionalitas, sehingga mahasiswa dapat memulai proyek dengan landasan yang kuat. Integrasi ChatGPT pada tahap awal proyek dapat meningkatkan kualitas perencanaan dan dokumentasi. Kedua, mahasiswa yang berperan sebagai desainer UI/UX memperoleh dukungan signifikan dari ChatGPT dalam menghasilkan ide desain, rekomendasi antarmuka, serta pedoman *user experience* [5]. Integrasi ini membantu mahasiswa yang awalnya kurang percaya diri dengan keterampilan desain, menjadi lebih terarah dalam menghasilkan wireframe maupun prototipe. Jaber et al. [16] menegaskan bahwa ChatGPT efektif sebagai mitra kolaboratif dalam requirement engineering dan perancangan antarmuka. Ketiga, pada tahap implementasi kode, mahasiswa berperan sebagai full stack developer terbantu oleh ChatGPT dalam menulis boilerplate code, debugging, hingga optimasi algoritma. Sebagian besar kelompok melaporkan bahwa waktu pengerjaan kode menjadi lebih singkat karena ChatGPT dapat menghasilkan alternatif solusi ketika mahasiswa menemui kendala. Temuan ini memperkuat studi Purnama et al. yang menerangkan bahwa integrasi ChatGPT dalam PjBL pemrograman mampu meningkatkan kecepatan dan kualitas produk akhir [17]. Keempat, pada tahap pengujian, mahasiswa yang bertindak sebagai tester memanfaatkan ChatGPT untuk menyusun test case dan melakukan simulasi kesalahan. Hal ini meningkatkan pemahaman mahasiswa tentang software quality assurance

serta memperkaya pengalaman belajar mereka. Namun, sebagaimana dicatat dalam penelitian Sun et al. penggunaan ChatGPT sebagai alat debugging tidak selalu mendorong mahasiswa untuk berpikir kritis, sehingga dosen tetap perlu memberikan arahan agar mahasiswa tidak bergantung sepenuhnya pada AI [18].

b. Penerimaan Mahasiswa dengan model TAM

Untuk mengetahui tingkat penerimaan mahasiswa terhadap penggunaan ChatGPT dalam pembelajaran berbasis proyek, penelitian ini mengadopsi kerangka TAM yang dimodifikasi untuk menjelaskan penerimaan dan penggunaan ChatGPT dalam pembelajaran berbasis proyek yang ditunjukkan pada Gambar 4. Variabel *Self-Efficacy* (SE) berperan penting dalam membentuk persepsi mahasiswa, di mana keyakinan terhadap kemampuan diri mendorong munculnya persepsi bahwa ChatGPT mudah digunakan (PEOU) sekaligus bermanfaat (PU). Selanjutnya, PEOU berpengaruh langsung terhadap PU, yang menunjukkan bahwa semakin mudah ChatGPT digunakan, semakin besar pula manfaat yang dirasakan mahasiswa. Baik PU maupun PEOU kemudian memengaruhi ATU, yaitu sikap mahasiswa terhadap penggunaan ChatGPT dalam pembelajaran. Sikap positif ini pada gilirannya memperkuat BI atau niat mahasiswa untuk menggunakan ChatGPT. Selain itu, PU juga memiliki jalur langsung menuju BI, menegaskan bahwa persepsi kegunaan dapat mendorong niat menggunakan tanpa harus melalui sikap terlebih dahulu. Akhirnya, BI terbukti berpengaruh pada AU, yaitu realisasi penggunaan ChatGPT secara nyata dalam proses pembelajaran. Analisis TAM memanfaatkan aplikasi SmartPLS.



Gambar 4. Model TAM yang ditambahkan dimensi *self-efficacy* (SE)

Tabel 6. Hasil Cronbach's Alpha, CR, and AVE

#	Cronbach's alpha	Composite reliability (rho_a)	Composite reliability (rho_c)	Average variance extracted (AVE)
ATU	0,724	0,748	0,827	0,546
AU	0,922	0,923	0,946	0,815
BI	0,820	0,843	0,892	0,733
PEOU	0,651	0,673	0,812	0,592
PU	0,848	0,877	0,892	0,627
SE	0,984	0,984	0,988	0,955

Hasil Reliabilitas dan validitas konstruk yang meliputi nilai Cronbach's Alpha disajikan dalam Tabel 6. Composite Reliability (rho_a dan rho_c), serta *Average Variance Extracted* (AVE) untuk setiap variabel penelitian, yaitu ATU, AU, BI, PEOU, PU, dan SE. Nilai Cronbach's Alpha seluruh konstruk berada di atas batas minimum 0,6, dengan rentang antara 0,651 (PEOU) hingga 0,984 (SE), yang menunjukkan konsistensi internal instrumen dapat diterima. Selanjutnya, nilai Composite Reliability (rho_a dan rho_c) juga menunjukkan hasil yang baik karena semuanya di atas 0,7. Misalnya, konstruk AU memiliki nilai tertinggi (rho_c = 0,946), sedangkan nilai terendah terdapat pada PEOU (rho_a = 0,673). Hal ini menegaskan bahwa semua konstruk memiliki reliabilitas yang memadai.

Sementara itu, hasil AVE juga memenuhi kriteria $> 0,5$, yang berarti setiap konstruk memiliki validitas konvergen yang baik. Nilai AVE tertinggi terdapat pada SE (0,955), menunjukkan bahwa indikatornya mampu menjelaskan hampir seluruh varians konstruk tersebut. Sebaliknya, nilai AVE terendah terdapat pada ATU (0,546), tetapi tetap berada di atas ambang batas 0,5 sehingga masih dapat diterima.

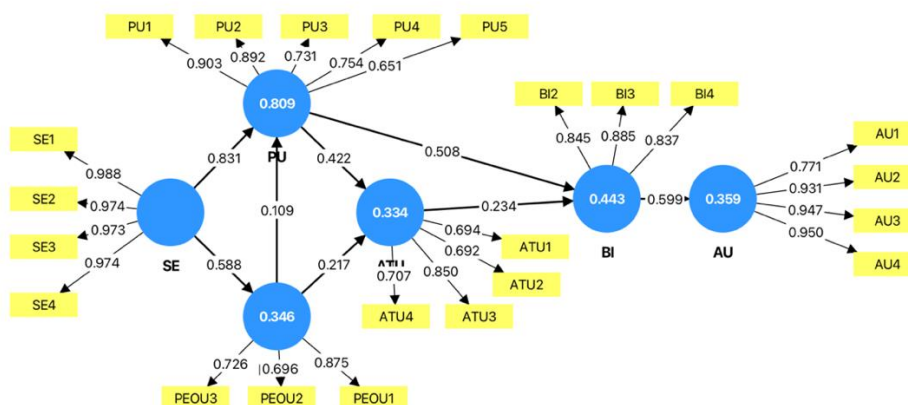
Uji validitas diskriminan dilakukan menggunakan pendekatan Fornell-Larcker Criterion, yang membandingkan nilai akar AVE dari setiap konstruk dengan korelasi antar konstruk lainnya. Suatu konstruk dinyatakan memenuhi validitas diskriminan apabila nilai akar AVE lebih besar daripada korelasi konstruk tersebut dengan konstruk lain. Hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh konstruk dalam model penelitian memiliki nilai akar AVE yang lebih tinggi dibandingkan nilai korelasi antar konstruk, sehingga dapat disimpulkan bahwa validitas diskriminan terpenuhi dan setiap konstruk mampu membedakan dirinya dari konstruk lain secara memadai.

Tabel 7. Hasil uji validitas diskriminan dengan pendekatan Fornell-Larcker Criterion

#	ATU	AU	BI	PEOU	PU	SE
ATU	0,739					
AU	0,579	0,903				
BI	0,514	0,599	0,856			
PEOU	0,469	0,649	0,545	0,769		
PU	0,551	0,886	0,636	0,598	0,792	
SE	0,490	0,934	0,510	0,588	0,895	0,977

Tabel 7 menampilkan hasil uji validitas diskriminan dengan pendekatan Fornell-Larcker Criterion, di mana nilai akar kuadrat AVE ditunjukkan pada diagonal, sedangkan nilai korelasi antar konstruk ditunjukkan pada sel lainnya. Suatu konstruk dinyatakan memiliki validitas diskriminan yang baik apabila nilai akar AVE pada diagonal lebih tinggi dibandingkan dengan korelasi antar konstruk pada baris atau kolom yang sama.

Hasil analisis menunjukkan bahwa setiap konstruk memiliki nilai akar AVE yang cukup tinggi, misalnya ATU (0,739), AU (0,903), BI (0,856), PEOU (0,769), PU (0,792), dan SE (0,977). Semua nilai diagonal tersebut lebih besar daripada nilai korelasi antar konstruk yang terkait, sehingga memenuhi kriteria validitas diskriminan. Sebagai contoh, nilai akar AVE untuk AU (0,903) lebih tinggi dibandingkan korelasi AU dengan konstruk lain, seperti dengan PU (0,886) maupun dengan SE (0,934). Demikian pula, konstruk SE memiliki nilai akar AVE tertinggi (0,977), menunjukkan bahwa indikatornya mampu membedakan konstruk ini dengan konstruk lainnya secara jelas.



Gambar 5. Hasil model PLS-SEM menggunakan SmartPLS 4

Hasil analisis model struktural menunjukkan bahwa SE memiliki pengaruh yang kuat terhadap PU (0,831) serta pengaruh positif terhadap PEOU (0,588). Hal ini mengindikasikan bahwa semakin tinggi keyakinan mahasiswa terhadap kemampuan diri, semakin besar pula persepsi mereka bahwa ChatGPT bermanfaat dan mudah digunakan. Namun, hubungan PEOU terhadap PU tercatat sangat rendah (0,109), sehingga dapat disimpulkan bahwa persepsi kemudahan tidak secara signifikan menentukan persepsi kegunaan dalam konteks ini. Lebih lanjut, PU berpengaruh cukup kuat terhadap ATU (0,422), sedangkan PEOU juga berpengaruh tetapi dengan nilai lebih rendah (0,217). Sikap penggunaan (ATU) kemudian memberikan pengaruh positif terhadap Behavioral Intention (BI) (0,234), meskipun relatif lebih kecil dibandingkan pengaruh langsung PU terhadap BI (0,508). Temuan ini menegaskan bahwa persepsi kegunaan merupakan faktor utama yang mendorong niat mahasiswa menggunakan ChatGPT. Akhirnya, niat menggunakan (BI) terbukti menjadi prediktor kuat terhadap AU (0,599), yang berarti mahasiswa yang memiliki niat tinggi untuk memanfaatkan ChatGPT cenderung benar-benar menggunakannya dalam praktik pembelajaran.

3.2. Diskusi

Integrasi kecerdasan buatan (AI) dalam dunia pendidikan, khususnya ChatGPT, telah membawa perubahan terhadap cara mahasiswa belajar dan berkolaborasi dalam konteks pembelajaran berbasis proyek (PjBL). ChatGPT berfungsi tidak hanya sebagai alat bantu informasi, tetapi juga sebagai mitra kolaboratif yang mampu memberikan umpan balik, solusi alternatif, dan panduan kontekstual selama proses penyelesaian proyek. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan ChatGPT dalam PjBL berkontribusi nyata terhadap peningkatan hasil belajar

pemrograman web, sekaligus memperkuat penerimaan mahasiswa terhadap penggunaan teknologi berbasis AI dalam lingkungan akademik.

a. Peningkatan Hasil Belajar Pemrograman Web

Temuan dari uji paired sample t-test menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada seluruh aspek kemampuan pemrograman mahasiswa setelah penerapan PjBL berbantuan ChatGPT. Peningkatan tertinggi terjadi pada aspek Logika dan Algoritma ($t(70) = 14,81$; $p < .001$), yang mengindikasikan bahwa dukungan ChatGPT membantu mahasiswa memperbaiki kemampuan berpikir logis, memahami alur program, serta menerapkan algoritma secara efektif. Hasil ini sejalan dengan temuan Rahman dkk. [19], yang menunjukkan bahwa penggunaan ChatGPT dapat mempercepat proses debugging, memberikan saran sintaksis yang relevan, serta meningkatkan efisiensi penulisan kode.

Selain itu, aspek Dasar Pemrograman dan Modularisasi & Struktur Program juga menunjukkan peningkatan signifikan, yang menandakan bahwa ChatGPT membantu mahasiswa memahami konsep fundamental sekaligus menerapkan prinsip rekayasa perangkat lunak secara sistematis. Pada aspek Pengembangan Aplikasi, peningkatan nilai menunjukkan bahwa ChatGPT mampu mendukung mahasiswa dalam tahap implementasi, khususnya dalam menyusun kode, memecahkan kesalahan, serta merancang solusi berbasis web. Hasil ini memperkuat pandangan Nathalia dkk. [21] dan Li Y dkk. [22] bahwa ChatGPT efektif digunakan pada tahap analisis kebutuhan, desain antarmuka, hingga pengembangan prototipe dalam proyek perangkat lunak.

Temuan lain yang menarik adalah peningkatan signifikan pada kelompok mahasiswa dengan pengetahuan awal rendah. Hal ini menegaskan bahwa integrasi ChatGPT dalam PjBL memiliki efek equalizing, di mana mahasiswa dengan kemampuan awal terbatas dapat terbantu untuk mengejar ketertinggalan melalui bimbingan adaptif dari AI. Dengan demikian, ChatGPT berperan sebagai scaffolding tool yang memperkuat pembelajaran diferensial dan memungkinkan mahasiswa belajar sesuai ritme dan gaya masing-masing.

b. Penerimaan Mahasiswa terhadap ChatGPT (Model TAM)

Analisis model penerimaan teknologi menggunakan pendekatan Technology Acceptance Model (TAM) yang diperluas dengan variabel Self-Efficacy (SE) memperlihatkan hubungan yang konsisten dengan teori sebelumnya. Nilai reliabilitas (Cronbach's Alpha $> 0,6$) dan validitas (AVE $> 0,5$) menunjukkan bahwa seluruh konstruk dalam model memiliki kualitas pengukuran yang baik. Hasil Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) mengonfirmasi bahwa Self-Efficacy berpengaruh kuat terhadap Perceived Usefulness (PU) (0,831) dan Perceived Ease of Use (PEOU) (0,588), menegaskan bahwa keyakinan diri mahasiswa merupakan faktor utama dalam membentuk persepsi positif terhadap penggunaan ChatGPT. Temuan ini konsisten dengan penelitian Yilmaz dkk. [23], yang menunjukkan bahwa self-efficacy berperan penting dalam memengaruhi sikap dan niat penggunaan teknologi pembelajaran.

Lebih lanjut, PU terbukti menjadi prediktor utama dalam menentukan Behavioral Intention (BI) mahasiswa (0,508), mengindikasikan bahwa semakin besar manfaat yang dirasakan, semakin tinggi pula niat mahasiswa untuk menggunakan ChatGPT secara berkelanjutan. Sebaliknya, pengaruh PEOU terhadap PU relatif kecil (0,109), menunjukkan bahwa kemudahan penggunaan tidak secara langsung menentukan persepsi kegunaan. Hal ini mengindikasikan bahwa mahasiswa lebih menghargai hasil dan manfaat konkret yang diberikan ChatGPT dibandingkan sekadar kenyamanan antarmuka atau kemudahan teknis.

Sementara itu, jalur antara Attitude Toward Use (ATU) dan Behavioral Intention (BI) menunjukkan hubungan positif (0,234), meskipun tidak sebesar pengaruh langsung PU terhadap BI. Hasil ini memperlihatkan bahwa sikap positif terhadap ChatGPT memang memperkuat niat penggunaan, tetapi persepsi manfaat tetap menjadi faktor yang paling dominan. Akhirnya, Behavioral Intention memiliki pengaruh kuat terhadap Actual Use (AU) (0,599), yang menegaskan bahwa niat yang tinggi tercermin dalam perilaku nyata penggunaan ChatGPT dalam proses pembelajaran.

Hasil penelitian ini memperkuat argumen bahwa integrasi ChatGPT dalam PjBL tidak hanya meningkatkan hasil belajar tetapi juga memperluas pengalaman belajar kolaboratif mahasiswa. ChatGPT mampu mendukung berbagai peran dalam proyek, mulai dari analisis sistem, desainer antarmuka, full-stack developer, hingga tester, dengan memberikan bantuan yang relevan sesuai tahap proyek. Namun, perlu diingat bahwa peningkatan hasil belajar tidak boleh diartikan sebagai ketergantungan penuh terhadap AI. Seperti diungkapkan Kim dkk [24], penggunaan ChatGPT sebagai alat bantu debugging dapat mengurangi kesempatan mahasiswa untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis apabila tidak diimbangi dengan bimbingan dan refleksi. Oleh karena itu, peran dosen tetap esensial dalam mengarahkan penggunaan ChatGPT agar tetap mendukung otonomi belajar dan penguatan keterampilan berpikir tingkat tinggi.

Integrasi ChatGPT dalam pembelajaran berbasis proyek dapat dianggap efektif apabila digunakan secara terarah, dengan desain instruksional yang menyeimbangkan dukungan AI dan partisipasi aktif mahasiswa.

Evaluasi longitudinal disarankan untuk menilai keberlanjutan dampak pembelajaran serta kemampuan mahasiswa dalam menerapkan keterampilan pemrograman secara mandiri di luar konteks perkuliahan.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi ChatGPT dalam model Project-Based Learning (PjBL) memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan hasil belajar pemrograman web sekaligus memperkuat penerimaan teknologi di kalangan mahasiswa. Hasil pengukuran menunjukkan adanya peningkatan yang nyata pada seluruh aspek kemampuan pemrograman, meliputi dasar pemrograman, logika dan algoritma, struktur dan modularisasi program, serta pengembangan aplikasi. Temuan ini menegaskan bahwa ChatGPT tidak hanya berperan sebagai alat bantu teknis, tetapi juga sebagai asisten virtual kolaboratif yang efektif dalam mendukung proses belajar berbasis proyek, sebagaimana juga diungkapkan dalam penelitian terdahulu [10], [19], [20].

Dari perspektif penerimaan teknologi, hasil analisis model TAM yang diperluas dengan variabel Self-Efficacy (SE) menunjukkan bahwa keyakinan diri mahasiswa memiliki pengaruh signifikan terhadap persepsi kemudahan dan kemanfaatan penggunaan ChatGPT. Temuan ini mendukung hasil studi sebelumnya [23] yang menekankan bahwa *self-efficacy* merupakan faktor psikologis kunci yang menentukan sikap dan niat individu dalam mengadopsi teknologi pembelajaran baru. Dengan demikian, penerapan ChatGPT dalam PjBL terbukti tidak hanya memperkuat kemampuan teknis mahasiswa, tetapi juga membangun kepercayaan diri dan kesiapan mereka dalam menghadapi lingkungan pembelajaran yang semakin terdigitalisasi.

Hasil penelitian ini menegaskan bahwa ChatGPT dapat diimplementasikan sebagai strategi pembelajaran adaptif dalam pendidikan vokasi maupun pendidikan tinggi berbasis teknologi. ChatGPT mendukung kolaborasi tim, mempercepat proses penyelesaian proyek, serta memperluas pemahaman mahasiswa terhadap seluruh siklus pengembangan perangkat lunak. Integrasi ini juga mendorong pembelajaran yang lebih mandiri, reflektif, dan kontekstual, sesuai dengan tuntutan keterampilan abad ke-21.

Namun demikian, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Keterbatasan pada ukuran sampel, konteks mata kuliah, serta belum adanya kontrol terhadap intensitas penggunaan ChatGPT menjadi faktor yang dapat memengaruhi generalisasi hasil. Selain itu, model penerimaan teknologi yang digunakan belum mempertimbangkan faktor eksternal lain seperti dukungan dosen atau motivasi belajar. Oleh karena itu, penelitian lanjutan disarankan untuk memperluas cakupan partisipan, menambahkan variabel seperti pengalaman teknologi, serta menggunakan desain longitudinal untuk menilai keberlanjutan dampak penggunaan ChatGPT terhadap hasil belajar dan penerimaan teknologi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Jalil and Y. Shobrun, "Pembelajaran Berbasis Proyek: Tinjauan Filosofi Pembelajaran Abad 21," *Jurnal Pendidikan Matematika*, vol. 4, no. 1, 2023, doi: 10.47650/elips.v4i1.918
- [2] P. Guo, N. Saab, L. S. Post, and W. Admiraal, "A review of project-based learning in higher education: Student outcomes and measures," *Int J Educ Res*, vol. 102, 2020, doi: 10.1016/j.ijer.2020.101586.
- [3] J. Macías-Guarasa, J. M. Montero, R. San-Segundo, Á. Araujo, and O. Nieto-Taladriz, "A project-based learning approach to design Electronic Systems Curricula," *IEEE Transactions on Education*, vol. 49, no. 3, 2006, doi: 10.1109/TE.2006.879784.
- [4] C. Gupta, "The Impact and Measurement of Today's Learning Technologies in Teaching Software Engineering Course Using Design-Based Learning and Project-Based Learning," *IEEE Transactions on Education*, vol. 65, no. 4, 2022, doi: 10.1109/TE.2022.3169532.
- [5] E. Ceh-Varela, C. Canto-Bonilla, and D. Duni, "Application of Project-Based Learning to a Software Engineering course in a hybrid class environment," *Inf Softw Technol*, vol. 158, 2023, doi: 10.1016/j.infsof.2023.107189.
- [6] B. Ma, L. Chen, and S. Konomi, "Enhancing Programming Education with ChatGPT: A Case Study on Student Perceptions and Interactions in a Python Course," Apr. 2024, doi: 10.48550/arXiv.2403.15472
- [7] S. Hwang, Y. Kim, and H. Lee, "ChatGPT and Its Educational Impact: Insights from a Software Development Competition," Aug. 2024, doi: 10.48550/arXiv.2409.03779
- [8] D. Lee, Y. Huh, C. Y. Lin, C. M. Reigeluth, and E. Lee, "Differences in personalized learning practice and technology use in high- and low-performing learner-centered schools in the United States," *Educational Technology Research and Development*, vol. 69, no. 2, 2021, doi: 10.1007/s11423-021-09937-y.

-
- [9] T. Rasul *et al.*, "The role of ChatGPT in higher education: Benefits, challenges, and future research directions," *Journal of Applied Learning and Teaching*, vol. 6, no. 1, 2023, doi: 10.37074/jalt.2023.6.1.29.
 - [10] S. Gomez-Jaramillo, O. Cardona-Zapata, M. Valbuena-Henao, and V. Poliche, "Guided Learning with AI: A Didactic Strategy Using Sequential Tutoring via ChatGPT for Object-Oriented Programming," *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, vol. 24, no. 7, pp. 717–736, Jul. 2025, doi: 10.26803/ijlter.24.7.35.
 - [11] M. M. Amin, E. Cambria, and B. W. Schuller, "Will Affective Computing Emerge From Foundation Models and General Artificial Intelligence? A First Evaluation of ChatGPT," *IEEE Intell Syst*, vol. 38, no. 2, 2023, doi: 10.1109/MIS.2023.3254179.
 - [12] X. Pan, "Technology Acceptance, Technological Self-Efficacy, and Attitude Toward Technology-Based Self-Directed Learning: Learning Motivation as a Mediator," *Front Psychol*, vol. 11, 2020, doi: 10.3389/fpsyg.2020.564294.
 - [13] A. Bandura, "Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change," *Psychol Rev*, vol. 84, no. 2, 1977, doi: 10.1037/0033-295X.84.2.191.
 - [14] A. Mojavezi and M. P. Tamiz, "The impact of teacher self-efficacy on the students' motivation and achievement," *Theory and Practice in Language Studies*, vol. 2, no. 3, 2012, doi: 10.4304/tpls.2.3.483-491.
 - [15] F. D. Davis, "Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology," *MIS Q*, vol. 13, no. 3, 1989, doi: 10.2307/249008.
 - [16] M. A. Jaber, A. Beganović, A. A. Almisreb, and A. Info, "Methods and Applications of ChatGPT in Software Development: A Literature Review," *Southeast Europe Journal of Soft Computing*, vol. 12, no. 1, 2023.
 - [17] M. M. Rahman and Y. Watanobe, "ChatGPT for Education and Research: Opportunities, Threats, and Strategies," *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 13, no. 9, 2023, doi: 10.3390/app13095783.
 - [18] D. Sun, A. Boudouaia, C. Zhu, and Y. Li, "Would ChatGPT-facilitated programming mode impact college students' programming behaviors, performances, and perceptions? An empirical study," *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, vol. 21, no. 1, 2024, doi: 10.1186/s41239-024-00446-5.
 - [19] M. M. Rahman and Y. Watanobe, "ChatGPT for Education and Research: Opportunities, Threats, and Strategies," *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 13, no. 9, 2023, doi: 10.3390/app13095783.
 - [20] S. Biswas, "Role of ChatGPT in Computer Programming,," *Mesopotamian Journal of Computer Science*, 2022, doi: 10.58496/mjcs/2022/004.
 - [21] N. Nathalia, A. Paulo, and C. Donald, "Artificial Intelligence vs. Software Engineers: An Empirical Study on Performance and Efficiency using ChatGPT," in *Proceedings of the 33rd Annual International Conference on Computer Science and Software Engineering*, 2023.
 - [22] Y. Li and X. Wang, "Application of Artificial Intelligence and Visual Programming Technologies in Digital Interactive Project Development," in *2023 4th International Conference on Big Data and Artificial Intelligence and Software Engineering, ICBASE 2023*, 2023. doi: 10.1109/ICBASE59196.2023.10303142.
 - [23] R. Yilmaz and F. G. Karaoglan Yilmaz, "The effect of generative artificial intelligence (AI)-based tool use on students' computational thinking skills, programming self-efficacy and motivation," *Computers and Education: Artificial Intelligence*, vol. 4, 2023, doi: 10.1016/j.caeai.2023.100147.
 - [24] T. W. Kim, "Application of artificial intelligence chatbots, including ChatGPT, in education, scholarly work, programming, and content generation and its prospects: a narrative review," 2023. doi: 10.3352/jeehp.2023.20.38.