

Project-Based Learning untuk Peningkatan Keterampilan Berpikir Komputasional dan Motivasi

Qoidatun Nikmah¹, Budi Lasono Putra², Yudi Wibisono³

^{1,2,3} Pendidikan Ilmu Komputer, Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia

Email: ¹qoida@upi.edu, ²budil@upi.edu, ³yudi@upi.edu

Abstrak - Keterampilan berpikir komputasional penting dalam pembelajaran abad ke-21, khususnya dalam mata pelajaran Informatika. Sayangnya, pendekatan konvensional belum efektif meningkatkan keterlibatan dan motivasi siswa. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi efektivitas *Project-Based Learning* (PjBL) berbasis e-learning terhadap keterampilan berpikir komputasional dan motivasi belajar siswa SMA. Menggunakan desain kuasi-eksperimen, dua kelas dibandingkan: satu menerapkan PjBL berbasis e-learning dan satu menggunakan metode konvensional. Instrumen yang digunakan adalah tes berpikir komputasional dan angket motivasi belajar. Hasil menunjukkan peningkatan signifikan dalam skor posttest dan motivasi belajar pada kelas eksperimen. Platform e-learning yang dirancang memberikan pengalaman belajar interaktif dan kolaboratif. Integrasi proyek digital terbukti mendorong siswa untuk mengeksplorasi konsep algoritma secara lebih aktif. Penelitian ini merekomendasikan penerapan luas model PjBL berbasis e-learning sebagai strategi pembelajaran efektif dalam memperkuat kompetensi digital dan logika siswa di era teknologi.

Kata Kunci - *Project Based Learning, Computational Thinking Skills, E-Learning, Motivasi, Pembelajaran Informatika.*

Abstract - Computational thinking is essential in 21st-century education, especially in computer science. However, conventional teaching approaches often fail to foster student engagement and motivation. This study aims to evaluate the effectiveness of e-learning-based *Project-Based Learning* (PjBL) in improving high school students' computational thinking skills and learning motivation. A quasi-experimental design was employed, involving two classes: one using e-learning-based PjBL and another using traditional instruction. The instruments included computational thinking tests and motivation questionnaires. Results revealed significant improvements in posttest scores and motivation among students in the experimental group. The custom-designed e-learning platform enabled an interactive and collaborative learning experience. Digital project integration effectively encouraged students to actively explore algorithmic concepts. This study recommends the broader adoption of e-learning-based PjBL as an effective instructional strategy to strengthen digital competencies and logical reasoning in secondary education.

Keywords - *Computational Thinking Skills; Computer Science Learning; E-Learning; Motivation; Project Based Learning.*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi abad ke-21 mendorong kebutuhan akan keterampilan berpikir tingkat tinggi [1], salah satunya keterampilan berpikir komputasional (*computational thinking skills* atau CTS), yang sangat penting dalam pembelajaran Informatika, khususnya pada topik algoritma dan pemrograman [2], [3]. Pendekatan pembelajaran konvensional, seperti ceramah satu arah, dinilai kurang efektif dalam mendorong pengembangan CTS dan motivasi belajar siswa secara optimal [4], [5].

Di Indonesia, penguasaan CTS masih tergolong rendah. Hasil PISA 2022 menunjukkan bahwa kemampuan siswa Indonesia dalam menyelesaikan masalah berbasis sains dan matematika berada di peringkat 62 dari 70 negara peserta [6]. Kondisi ini mencerminkan perlunya model pembelajaran yang mampu meningkatkan keterlibatan siswa dalam pembelajaran secara aktif, kolaboratif, dan kontekstual. *Project-Based Learning* (PjBL) menjadi salah satu pendekatan yang relevan karena menempatkan siswa sebagai subjek utama dalam menyelesaikan permasalahan nyata [7], [8].

Integrasi PjBL dengan *e-learning* memberikan peluang untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran melalui fleksibilitas waktu dan tempat [9], [10], pemantauan proses belajar yang lebih sistematis [11], serta akses terhadap sumber daya digital yang kaya [12], [13]. Sejumlah studi telah mengonfirmasi bahwa implementasi *Project-Based Learning* (PjBL) berkontribusi positif terhadap pengembangan *computational thinking skills* (CTS) siswa. Misalnya, Wang [14] melaporkan bahwa penggunaan model *Computer-Supported Project-Based Learning* (CSPBL) melalui proyek berbasis robotika secara signifikan meningkatkan kemampuan berpikir komputasional. Temuan akhir dalam studi tersebut menunjukkan bahwa penerapan CSPBL secara signifikan lebih efektif dibandingkan metode pembelajaran tradisional, khususnya dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan pemahaman algoritmik siswa. Berdasarkan hasil tersebut, penelitian ini mengadaptasi model *Project-Based Learning* dengan tujuan utama untuk mengembangkan *Computational Thinking Skills* melalui penggunaan platform *Scratch* yang diintegrasikan dalam lingkungan *e-learning*. Selain itu, penelitian Wahyudi [5] menunjukkan bahwa integrasi PjBL dengan teknologi digital dapat memperkuat keterampilan pemecahan masalah, meningkatkan kreativitas, serta

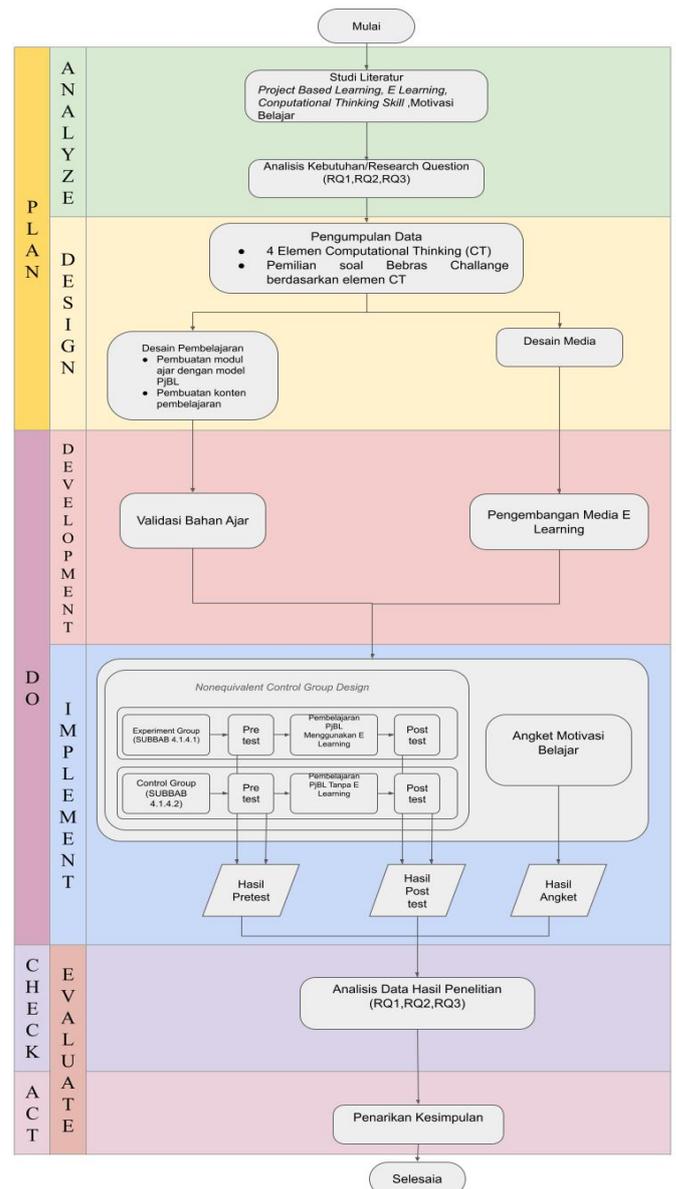
mendorong kolaborasi yang lebih efektif di antara peserta didik.

Meskipun memiliki potensi besar, penerapan model *Project-Based Learning* (PjBL) berbasis *e-learning* masih belum menjadi fokus utama dalam pengembangan kurikulum Informatika di tingkat Sekolah Menengah Atas (SMA), khususnya pada topik algoritma dan pemrograman. Berdasarkan observasi awal di SMA Tadabbur Qur'an AQL Islamic School, sebagian besar siswa kelas X mengalami kesulitan dalam memahami materi Informatika serta menunjukkan tingkat motivasi belajar yang rendah, diperburuk oleh latar belakang akademik siswa yang umumnya belum memiliki pengalaman sebelumnya dalam pembelajaran Informatika. Menanggapi kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas implementasi model PjBL berbasis *e-learning* dalam meningkatkan *computational thinking skills* (CTS) dan motivasi belajar siswa secara signifikan dibandingkan dengan metode pembelajaran konvensional. Rumusan masalah dalam penelitian ini difokuskan pada efektivitas penerapan model PjBL berbasis *e-learning* terhadap pencapaian kognitif dan afektif siswa pada mata pelajaran Informatika. Studi ini diharapkan dapat memberikan kontribusi empiris dalam pengembangan strategi pembelajaran berbasis proyek yang inovatif dan relevan dengan kebutuhan pembelajaran abad ke-21, sekaligus memberikan rekomendasi praktis bagi pendidik, institusi pendidikan, dan pemangku kepentingan dalam mengembangkan kurikulum digital yang adaptif dan kolaboratif di tingkat pendidikan menengah.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuasi-eksperimental dengan desain *nonequivalent control group design*, yang melibatkan dua kelompok siswa kelas X di SMA AQL Islamic School. Kelompok eksperimen mendapatkan perlakuan berupa pembelajaran berbasis *Project-Based Learning* (PjBL) dengan dukungan media *e-learning*, sedangkan kelompok kontrol mengikuti pembelajaran konvensional tanpa media digital. Pemilihan sampel dilakukan secara purposif berdasarkan kriteria siswa yang belum mempelajari materi algoritma dan pemrograman serta menunjukkan kesulitan dalam pembelajaran Informatika.

Pengembangan media *e-learning* dalam penelitian ini mengacu pada model *Smart Learning Environment Establishment Guideline* (SLEEG) yang mengintegrasikan siklus PDCA (Plan, Do, Check, Act) dan model instruksional ADDIE (Analyze, Design, Develop, Implement, Evaluate) [15]. SLEEG dikembangkan berdasarkan kerangka ISO 21001:2018 untuk sistem manajemen pendidikan, yang mendukung pengembangan lingkungan belajar cerdas berbasis teknologi. Platform *e-learning* dikembangkan menggunakan framework Laravel dan dirancang dengan fitur pembelajaran interaktif seperti video, LKPD digital, fitur coding, live chat, dan penilaian otomatis.

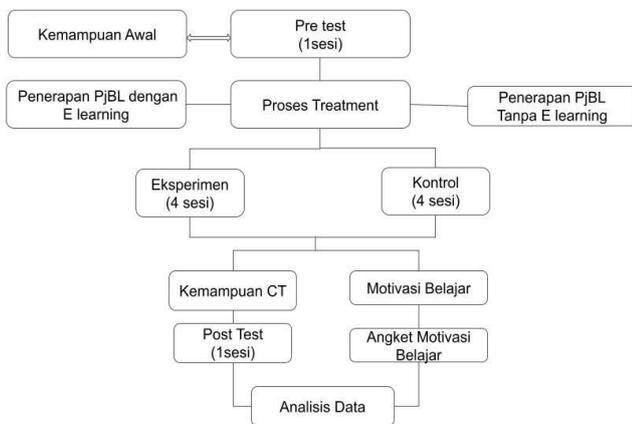


Gambar 1. Model Pengembangan SLEEG [15]

Instrumen utama dalam penelitian ini mencakup dua aspek: (1) tes keterampilan berpikir komputasional yang disusun berdasarkan kerangka *Bebras Challenge* untuk mengukur indikator dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, dan algoritma [16], [17]; dan (2) kuesioner motivasi belajar yang diadaptasi dari *Motivated Strategies for Learning Questionnaire* (MSLQ) [18]. Validasi instrumen dilakukan melalui penilaian oleh ahli konten dan media menggunakan *Learning Object Review Instrument* (LORI) untuk memastikan kualitas, keterbacaan, dan kesesuaian materi [19].

Pengumpulan data dilakukan melalui tes *pretest* dan *posttest* untuk keterampilan berpikir komputasional, serta angket motivasi belajar yang diisi siswa setelah perlakuan. Data juga diperoleh dari observasi pembelajaran dan wawancara semi-terstruktur dengan guru. Seluruh data dianalisis menggunakan pendekatan kuantitatif. Uji normalitas dilakukan menggunakan Kolmogorov-Smirnov, diikuti oleh uji homogenitas dengan Levene's Test, dan uji

beda menggunakan *independent sample t-test* untuk mengetahui efektivitas perlakuan antar kelompok. Selain itu, perhitungan *normalized gain (n-gain)* digunakan untuk mengevaluasi peningkatan keterampilan dari *pretest* ke *posttest* [5], [14].



Gambar 2. Peta Konsep Penelitian

Penelitian dimulai dengan *pre-test* untuk mengukur kemampuan awal siswa di kedua kelompok. Kelompok eksperimen menerima pembelajaran PjBL berbasis *e-learning*, sedangkan kelompok kontrol menggunakan PjBL tanpa *e-learning*, masing-masing selama empat sesi. Setelah perlakuan, dilakukan *post-test* untuk menilai kemampuan *computational thinking* dan pengisian angket motivasi belajar. Data dianalisis secara statistik untuk mengevaluasi efektivitas model pembelajaran. Alur proses ini digambarkan dalam peta konsep penelitian pada Gambar 2.

Dengan pendekatan kuantitatif ini, penelitian bertujuan menguji secara empiris efektivitas model *Project-based Learning* berbasis *e-learning* terhadap peningkatan keterampilan *Computational Thinking* dan motivasi belajar siswa, serta menyediakan landasan pengembangan media pembelajaran yang adaptif terhadap kebutuhan siswa SMA berbasis *digital learning*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan hasil temuan yang diperoleh berdasarkan data yang dikumpulkan selama proses penelitian. Hasil yang disampaikan mencakup proses analisis data dan interpretasi yang dilakukan secara sistematis untuk menjawab rumusan tujuan penelitian yang telah ditetapkan.

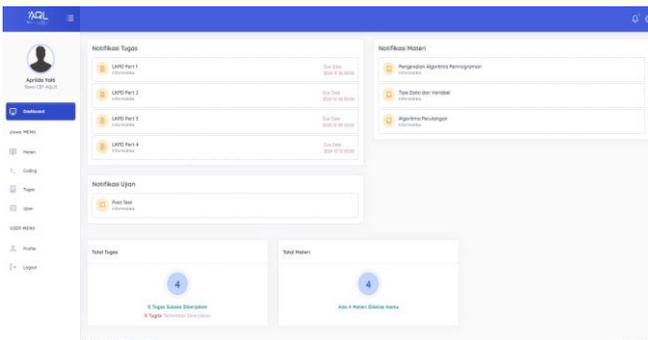
Dalam tahap analisis awal, kami melakukan kajian literatur dan studi lapangan untuk merumuskan masalah serta menetapkan arah penelitian. Kajian literatur digunakan untuk mengidentifikasi teori dan pendekatan yang relevan, sedangkan data lapangan diperoleh melalui wawancara dengan guru dan penyebaran angket kepada siswa kelas X di SMA AQL Islamic School Bogor. Hasil wawancara dengan guru mata pelajaran Informatika menunjukkan bahwa materi Informatika dinilai penting karena menuntut kemampuan berpikir kritis dan algoritmik. Namun, guru mengamati bahwa siswa mengalami kesulitan dalam memahami topik seperti Teknologi Informasi dan Komunikasi serta Algoritma Pemrograman. Hal ini diperparah oleh rendahnya

motivasi belajar siswa dan keterbatasan media pembelajaran yang digunakan, yang umumnya hanya berupa presentasi PowerPoint dan metode ceramah. Guru belum pernah menerapkan model *Project-based Learning* (PjBL), dan media pembelajaran interaktif berbasis teknologi juga belum digunakan secara optimal. Guru menyampaikan perlunya pendekatan dan media baru yang dapat meningkatkan minat belajar serta mendukung pemahaman siswa terhadap materi algoritma. Berdasarkan temuan tersebut, peneliti memutuskan untuk menerapkan model PjBL dengan menggunakan *e-learning* berbasis Learning Management System (LMS) dengan kelas Xa sebagai kelas eksperimen dan kelas Xb sebagai kelas kontrol. Objek penelitian adalah peningkatan *Computational Thinking Skills* (CTS), yang dianggap sebagai salah satu kompetensi utama abad ke-21. Pemilihan model PjBL dilandaskan pada karakteristiknya yang menekankan keterlibatan siswa dalam pemecahan masalah nyata dan kolaboratif, sejalan dengan esensi CTS. Media *e-learning* dikembangkan menggunakan *framework* Laravel dengan fitur-fitur interaktif seperti video pembelajaran, aktivitas siswa (*student activity*), *live chat*, manajemen nilai, serta lembar kerja digital (LKPD), yang memungkinkan pembelajaran mandiri dan kolaboratif secara daring. Dalam tahap ini juga dilakukan analisis kebutuhan pengguna, perangkat lunak, dan perangkat keras untuk mendukung implementasi media pembelajaran. Peneliti berperan sebagai administrator sistem, sementara guru bertindak sebagai fasilitator yang memantau progres siswa. Kebutuhan perangkat lunak mencakup Windows 11, PHP, Laravel, HTML, MySQL, XAMPP, Visual Studio Code, Microsoft Visio, Canva, dan Balsamiq, sedangkan perangkat keras minimum meliputi prosesor, RAM, SSD, dan kartu grafis yang mendukung performa sistem. Platform *e-learning* yang dikembangkan dapat diakses melalui perangkat PC, laptop, atau *smartphone* dengan koneksi internet dan *browser* versi terbaru. Dengan demikian, seluruh tahap analisis ini menjadi fondasi dalam merancang dan mengimplementasikan strategi pembelajaran yang lebih efektif berbasis PjBL dan *e-learning* untuk meningkatkan kemampuan CTS siswa di era digital.

Pada tahap desain, kegiatan dibagi menjadi dua fokus utama, yaitu desain pembelajaran dan desain media *e-learning*. Desain pembelajaran dimulai dengan perancangan kegiatan belajar berdasarkan Capaian Pembelajaran (CP) yang berlaku pada kurikulum merdeka, khususnya untuk mata pelajaran Informatika Fase E pada elemen Algoritma Pemrograman. Materi yang dikembangkan mencakup empat topik utama: pengenalan algoritma dan pemrograman, tipe data dan variabel, struktur kontrol percabangan, serta struktur kontrol perulangan. Untuk mendukung pengukuran keterampilan berpikir komputasional (*Computational Thinking Skills*), instrumen soal disusun berdasarkan soal Bebras yang telah teruji secara internasional dan mencakup berbagai level kesulitan. Kami memilih total sembilan soal untuk *pretest* dan sembilan soal untuk *posttest*, masing-masing terdiri atas tiga soal tingkat mudah, sedang, dan sulit, yang dirancang mencerminkan aspek-aspek CT seperti dekomposisi, pengenalan pola, algoritma, dan abstraksi. Soal-soal ini bersumber dari edisi Bebras tahun 2016–2019,

dengan distribusi topik yang mewakili tantangan informatika dalam konteks yang relevan pada siswa SMA.

Pada sisi desain media, peneliti merancang sebuah platform *e-learning* berbasis *web* menggunakan *framework* Laravel, yang dibangun dengan mengikuti alur proses bisnis dan *use case diagram* untuk tiga aktor utama: administrator, guru, dan siswa. Administrator bertugas mengelola sistem secara teknis, guru merancang dan mengelola konten pembelajaran, serta siswa sebagai pengguna utama yang berinteraksi dengan materi, tugas, dan penilaian. Untuk memvisualisasikan desain sistem, disusun *storyboard* (rancangan antarmuka pengguna) yang terdiri dari halaman *login*, *dashboard* admin, *dashboard* guru, dan *dashboard* siswa.



Gambar 3. Tampilan Halaman *Dashboard* Siswa

Dashboard siswa dilengkapi dengan fitur-fitur interaktif seperti notifikasi tugas dan ujian, akses ke materi pembelajaran, serta fitur *coding* untuk latihan pemrograman. Desain antarmuka ini bertujuan menciptakan pengalaman belajar digital yang terstruktur, efisien, dan mendukung penerapan model *Project-based Learning* (PjBL) secara optimal. Sistem ini tidak hanya dirancang untuk meningkatkan keterlibatan dan motivasi belajar siswa, tetapi juga mempermudah guru dalam mengelola pembelajaran dan memantau aktivitas siswa. Pendekatan ini memungkinkan integrasi aspek pedagogis dan teknologi dalam satu kesatuan pembelajaran berbasis proyek yang mendorong peningkatan keterampilan berpikir komputasional secara signifikan.

Pada tahap pengembangan (*development*), fokus utama penelitian ini adalah merancang dan memvalidasi materi serta media pembelajaran yang mendukung tercapainya tujuan pembelajaran yang telah ditentukan sebelumnya. Materi pembelajaran dikembangkan dalam bentuk modul ajar dan kemudian divalidasi oleh guru mata pelajaran Informatika dengan menggunakan instrumen *Learning Object Review Instrument* (LORI). Validasi tersebut mencakup empat aspek penting, yaitu aspek kualitas materi, aspek pembelajaran, aspek umpan balik dan adaptasi, serta aspek motivasi. Pada tabel 1 disajikan salah satu aspek penilaian LORI mengenai kualitas materi. Hasil validasi menunjukkan bahwa seluruh aspek memperoleh rata-rata skor sebesar 90% yang dikategorikan “Sangat Baik”, sehingga modul ajar dinyatakan layak untuk digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Selain materi, media pembelajaran berbasis *e-learning* juga dikembangkan dengan memanfaatkan *framework* Laravel untuk

pengkodean dan aplikasi Canva untuk desain konten visual. Media ini dirancang memiliki fitur-fitur yang mendukung proses belajar mengajar, antara lain halaman *login*, daftar akun, manajemen pengguna (admin), pengelolaan materi, tugas, ujian, bank soal (untuk guru), serta akses materi, ujian, dan *coding* (untuk siswa). Pengujian media dilakukan menggunakan metode *black box* untuk memastikan semua fitur bekerja sesuai harapan. Hasil pengujian menunjukkan seluruh skenario berhasil dijalankan dengan output yang sesuai, baik untuk fitur admin, guru, maupun siswa. Selanjutnya, media pembelajaran divalidasi oleh dua ahli, yaitu guru Informatika dan dosen Pendidikan Ilmu Komputer.

Tabel 1. Aspek penilaian LORI pada Materi

No.	Kriteria Penilaian	Penilaian				
		1	2	3	4	5
Kualitas Isi/Materi (Content Quality)						
1	Ketelitian materi					
2	Ketepatan materi					
3	Keteraturan dalam penyajian materi					
4	Ketepatan dalam tingkatan detail materi					
Pembelajaran (Learning Goal Alignment)						
5	Kesesuaian antara materi dan tujuan pembelajaran					
6	Kesesuaian dengan aktivitas pembelajaran					
7	Kesesuaian dengan penilaian dalam Pembelajaran					
8	Kelengkapan dan kualitas bahan ajar					
Umpan balik dan adaptasi (Feedback and Adaptation)						
9	Pemberitahuan umpan balik terhadap hasil evaluasi					
Motivasi (Motivation)						
10	Kemampuan memotivasi dan menarik perhatian banyak pelajar					

Proses validasi media juga menggunakan instrumen LORI dengan empat aspek penilaian: desain presentasi, kemudahan interaksi, aksesibilitas, dan reusabilitas. Rata-rata keseluruhan skor validasi media mencapai 86%, yang juga termasuk dalam kategori “Sangat Baik”. Temuan ini menegaskan bahwa baik materi maupun media yang dikembangkan telah memenuhi standar kualitas dan siap digunakan dalam proses pembelajaran eksperimen. Validasi dan pengujian menyeluruh ini merupakan bagian integral untuk menjamin efektivitas dan kesiapan instrumen sebelum diterapkan dalam tahap implementasi.

Pada tahap implementasi, penelitian ini melibatkan dua kelas berbeda: kelas eksperimen (Xa) dan kelas kontrol (Xb). Kelas eksperimen menerima perlakuan pembelajaran menggunakan model *Project-Based Learning* (PjBL) berbasis media *e-learning*, sementara kelas kontrol mengikuti pembelajaran PjBL tanpa media digital tersebut. Implementasi dilakukan dalam empat pertemuan, di mana pada pertemuan awal dilakukan *pretest* untuk mengukur kemampuan awal siswa dalam *computational thinking* melalui soal-soal Bebras, dan pada pertemuan akhir dilakukan *posttest* untuk menilai peningkatan kemampuan setelah intervensi pembelajaran. Model PjBL yang diterapkan berfokus pada aktivitas berbasis proyek, dengan siswa diminta menyelesaikan *Lembar Kerja Peserta Didik* (LKPD) melalui tahapan mendefinisikan masalah, merencanakan, melaksanakan, mengevaluasi, hingga mengoptimalkan solusi. Di kelas eksperimen, proses

pembelajaran diperkaya dengan interaksi melalui media *e-learning* yang mendukung fitur *live chat*, *student activity*, dan *interactive coding*. Hasil implementasi menunjukkan bahwa terdapat peningkatan skor *posttest* yang lebih tinggi secara signifikan pada kelas eksperimen dibandingkan kelas kontrol, yang menunjukkan efektivitas penggunaan *e-learning* dalam menunjang pembelajaran berbasis proyek untuk meningkatkan *Computational Thinking Skills* siswa. Adapun ringkasan hasil *pretest* dan *posttest* dari kedua kelas disajikan pada Tabel berikut.

Tabel 2. Hasil *Pretest* dan *Posttest*

Kelas	Jumlah Siswa	Rata-rata <i>Pretest</i>	Rata-rata <i>Posttest</i>
Eksperimen (X _a)	30 siswa	48.87	66.43
Kontrol (X _b)	30 siswa	48.87	50.77

Tabel 2 menggambarkan hasil perbandingan rata-rata nilai *pretest* dan *posttest* pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Tabel ini memperlihatkan adanya peningkatan yang signifikan pada kelas eksperimen setelah penerapan model *Project-based Learning* berbasis *e-learning* dibandingkan dengan kelas kontrol.

Pada tahap evaluasi, kami menganalisis data dari *pretest*, *posttest*, dan angket motivasi belajar siswa untuk menilai efektivitas penerapan model pembelajaran *Project-based Learning* (PjBL) berbasis *e-learning* terhadap peningkatan kemampuan *computational thinking*. Analisis dilakukan melalui serangkaian uji statistik, termasuk uji normalitas, homogenitas, dan *independent sample t-test* untuk mengetahui kesetaraan kemampuan awal serta perbedaan signifikan setelah perlakuan. Uji normalitas Kolmogorov-Smirnov menunjukkan bahwa data *pretest* dan *posttest* pada kedua kelas terdistribusi normal ($p > 0,05$), dan uji homogenitas Levene juga mengonfirmasi bahwa data bersifat homogen ($p > 0,05$). Hasil uji t pada nilai *pretest* menghasilkan $p = 0,994$, yang berarti tidak terdapat perbedaan signifikan antara kelas kontrol dan eksperimen sebelum perlakuan. Namun, hasil uji t pada *posttest* menunjukkan $p = 0,002$, yang menandakan terdapat perbedaan signifikan dalam pencapaian *computational thinking* antara kedua kelas setelah implementasi pembelajaran, dengan rerata nilai *posttest* kelas eksperimen sebesar 66,43 lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol sebesar 50,77.

Selanjutnya, uji *normalized gain* (*n-gain*) dilakukan untuk mengukur peningkatan efektivitas pembelajaran. Pada kelas eksperimen, rata-rata skor *n-gain* sebesar 0,3435 termasuk dalam kategori “sedang”, sedangkan kelas kontrol hanya mencapai 0,0365 yang masuk dalam kategori “rendah”. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan media *e-learning* dalam pembelajaran berbasis proyek secara signifikan lebih efektif dalam meningkatkan kemampuan *computational thinking* siswa dibandingkan pembelajaran tanpa media.

Selain itu, hasil analisis angket motivasi belajar yang diadaptasi dari *Motivated Strategies for Learning Questionnaire* (MSLQ) mengungkapkan bahwa siswa kelas eksperimen menunjukkan motivasi belajar yang tinggi setelah mengikuti pembelajaran berbasis PjBL dengan *e-learning*. Komponen-komponen motivasi seperti *intrinsic* dan *extrinsic goal orientation*, *task value*, *control of learning beliefs*, serta *self-efficacy* berada dalam kategori tinggi, sedangkan komponen *test anxiety* menunjukkan skor relatif lebih rendah. Uji korelasi Pearson menunjukkan hubungan yang kuat dan signifikan antara berbagai komponen motivasi tersebut, seperti antara *task value* dan *self-efficacy* ($r = 0,813$, $p < 0,001$), yang mendukung keberhasilan penerapan strategi pembelajaran ini dalam membangun motivasi internal dan kepercayaan diri siswa. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa model *Project-based Learning* berbasis *e-learning* tidak hanya efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir komputasional tetapi juga berkontribusi positif terhadap aspek afektif berupa motivasi belajar siswa.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh bahwa penerapan model pembelajaran *Project-based Learning* (PjBL) berbasis media *e-learning* memberikan dampak positif terhadap peningkatan keterampilan berpikir komputasional (*Computational Thinking Skills*) dan motivasi belajar siswa pada mata pelajaran Informatika. Implementasi PjBL dengan dukungan *e-learning* dirancang untuk melibatkan siswa dalam menyelesaikan proyek berbasis masalah yang mencakup enam tahapan utama—mendefinisikan masalah, merencanakan, melaksanakan, mengevaluasi, mendiskusikan, dan mengoptimalkan solusi—sebagaimana dikembangkan dari kerangka kerja Wang [14]. Media *e-learning* yang digunakan menyediakan berbagai fitur, termasuk materi pembelajaran, lembar kerja peserta didik (LKPD), fitur ujian, dan fitur coding, yang semuanya telah divalidasi sebelum digunakan.

Dalam pelaksanaan pembelajaran, siswa di kelas eksperimen memanfaatkan media tersebut untuk mengakses materi dan mengerjakan proyek secara kolaboratif. Siswa difasilitasi untuk mengembangkan solusi digital terhadap permasalahan nyata, dan aktivitas ini didukung dengan fitur *live chat* serta umpan balik langsung dari guru. Evaluasi dilakukan secara berkelanjutan melalui refleksi dan diskusi, serta tahap optimalisasi memungkinkan siswa menyempurnakan solusi berdasarkan hasil evaluasi. Konteks pembelajaran yang otentik, kolaboratif, dan konstruktivistik terbukti meningkatkan keterlibatan aktif dan pemahaman konseptual siswa terhadap materi.

Dari sisi peningkatan kemampuan berpikir komputasional, analisis hasil *pretest* dan *posttest* menunjukkan bahwa siswa di kelas eksperimen mengalami peningkatan yang signifikan dibandingkan dengan kelas kontrol. Nilai rata-rata *posttest* kelas eksperimen adalah 66,43, lebih tinggi dari kelas kontrol yang hanya mencapai 50,77. Hasil uji-t independen menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan nilai signifikansi 0,002 ($p < 0,05$), yang menunjukkan bahwa penerapan PjBL berbasis *e-learning* efektif dalam meningkatkan *computational thinking skills*

siswa. Lebih lanjut, hasil uji *n-gain* pada kelas eksperimen menunjukkan skor peningkatan sebesar 0,3435 (kategori sedang), sedangkan kelas kontrol hanya mencapai 0,0365 (kategori rendah).

Selain itu, motivasi belajar siswa juga menunjukkan peningkatan yang signifikan. Berdasarkan hasil angket *Motivated Strategies for Learning Questionnaire* (MSLQ), sebagian besar subkomponen motivasi belajar seperti *Intrinsic Goal Orientation*, *Extrinsic Goal Orientation*, *Task Value*, *Control of Learning Beliefs*, dan *Self-Efficacy for Learning and Performance* berada pada kategori tinggi. Korelasi yang signifikan antara *Task Value* dan *Self-Efficacy* ($r = 0,813$), serta antara *Intrinsic Goal Orientation* dengan *Task Value* ($r = 0,771$), mengindikasikan bahwa model PjBL berbasis *e-learning* tidak hanya meningkatkan motivasi belajar secara keseluruhan, tetapi juga memperkuat keterkaitan antar subkomponen motivasi tersebut.

Dengan demikian, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa model *Project-based Learning* yang didukung oleh media pembelajaran *e-learning* terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir komputasional dan motivasi belajar siswa. Integrasi teknologi melalui media *e-learning* tidak hanya memperluas akses dan fleksibilitas pembelajaran, tetapi juga meningkatkan efektivitas dan kualitas proses pembelajaran secara menyeluruh.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini bertujuan menganalisis penerapan model *Project-Based Learning* (PjBL) berbasis *e-learning* dalam pembelajaran Informatika untuk meningkatkan *computational thinking skills* (CTS) dan motivasi belajar siswa. Hasil analisis menunjukkan bahwa implementasi PjBL didukung media *e-learning* secara signifikan meningkatkan kemampuan berpikir komputasional; rata-rata skor *post-test* kelas eksperimen mencapai 66,43, sedangkan kelas kontrol 50,77. Perhitungan *n-gain* mengonfirmasi peningkatan sedang pada kelas eksperimen (0,3435) dan rendah pada kelas kontrol (0,0365). Di sisi afektif, angket *Motivated Strategies for Learning Questionnaire* (MSLQ) menempatkan sebagian besar subkomponen motivasi pada kategori tinggi, dengan nilai tertinggi pada *Extrinsic Goal Orientation* (79 %) dan *Control of Learning Beliefs* (76 %).

Hasil penelitian menegaskan bahwa integrasi PjBL dan *e-learning* bukan hanya meningkatkan hasil belajar, tetapi juga menciptakan lingkungan pembelajaran yang memotivasi siswa secara internal maupun eksternal. Pendekatan tersebut layak direkomendasikan sebagai strategi pembelajaran digital yang adaptif dan kolaboratif untuk memperkuat literasi teknologi serta keterampilan abad ke-21 dalam pengajaran Informatika di tingkat pendidikan menengah.

Meskipun demikian, penelitian ini dibatasi oleh jumlah sampel dari satu sekolah dan durasi intervensi yang relatif singkat, serta belum mengeksplorasi aspek psikomotorik atau dinamika kolaborasi secara mendalam. Oleh karena itu, kedepannya dapat dilakukan penelitian lanjutan untuk memperluas partisipasi lintas sekolah atau wilayah, memperpanjang periode intervensi untuk melihat pengaruh

jangka panjang, dan menerapkan pendekatan *mixed methods* guna memperoleh gambaran komprehensif tentang efektivitas pembelajaran digital berbasis proyek dalam berbagai konteks pendidikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. T. Fuadah, I. M. Mudjenan, M. L. Hasan, N. A. Choerunnisa, S. T. Herniati, and G. Santoso, "Perspektif; Pemanfaatan Teknologi Informasi dan Komunikasi Dalam Pembelajaran Abad 21 di Sekolah Menengah Pertama," in *Jurnal Pendidikan Transformatif* (Jupetra), vol. 2, no. 2, pp. 154-164, 2023.
- [2] J. M. Wing, "Computational thinking," in *Communications of the ACM*, pp. 33–35, Mar 2006.
- [3] S. Grover, and R. Pea, "Computational Thinking in K–12: A Review of The State of The Field," *Educational researcher*, vol. 42, no. 1, pp.38-43, Jan 2013.
- [4] C. Santos, E. Rybska, M. Klichowski, B. Jankowiak, S. Jaskulska, N. Domingues, D. Carvalho, T. Rocha, H. Paredes, P. Martins, and J. Rocha, "Science Education Through Project-Based Learning: A case study," in *Procedia Computer Science*, vol. 219, pp. 1713–1720, Jan 2023. doi: 10.1016/j.procs.2023.01.465.
- [5] W. Wahyudi, A. Setiawan, A. Suhandi, and A. Samsudin, "Technology-Supported Project-Based Learning: Trends, Review and Future Research in Science, Technology and Engineering Education," in *ASEAN Journal of Science and Engineering*, vol. 4, no. 1, pp. 119-126, Feb 2024. doi: 10.17509/ajse.v4i1.67532
- [6] E. Simanjuntak, S. Saragih, and E. Napitupulu, "A Comparison of Computational Thinking Skills: PBL Model vs Traditional Learning," in *AXIOM: Jurnal Pendidikan dan Matematika*, vol. 14, no. 1, pp. 1–11, Feb 2025. doi: 10.30821/axiom.v14i1.13660.
- [7] J. G. LaPrad, and A. M. Hyde, "IDEAS: A Qualitative Inquiry into Project-Based Learning," in *IDEAS*, vol. 2, pp. 479-498, 2017. doi: 10.46743/2160-3715/2017.2463.
- [8] T. Shahrizoda, "Project-based learning as an effective teaching method," in *J Ethics Divers Int Commun*, vol. 2, no. 2, pp. 54–56, 2022.
- [9] J. del Olmo-Muñoz, A. Bueno-Baquero, R. Cózar-Gutiérrez, and J. A. González-Calero, "Exploring gamification approaches for enhancing computational thinking in young learners," in *Education Sciences*, vol. 13, no. 5, pp. 487, May 2023. doi: 10.3390/educsci13050487.
- [10] Z. Zen, and F. Ariani, "Academic achievement: the effect of project-based online learning method

- and student engagement,” in *Heliyon*, vol. 8, no. 11, Nov 2022.
- [11] O. Haatainen, and M. Aksela, “Project-based learning in integrated science education: Active teachers’ perceptions and practices,” in *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education*, vol. 9, no. 1, pp. 149-173, Mar 2021. doi: 10.31129/LUMAT.9.1.1392.
- [12] R. C. Clark, and R. E. Mayer, “E-learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning,” Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, 12 Dec, 2023.
- [13] Z. Akyol, and D. R. Garrison, “Understanding cognitive presence in an online and blended community of inquiry: Assessing outcomes and processes for deep approaches to learning,” in *British Journal of Educational Technology*, vol. 42, no. 2, pp. 233-250, Mar 2011. doi: [10.1111/j.1467-8535.2009.01029.x](https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2009.01029.x).
- [14] Y. Wang, “The role of computer supported project-based learning in students’ computational thinking and engagement in robotics courses,” in *Thinking Skills and Creativity*, vol. 48, pp. 101269, Jun 2023. doi: 10.1016/j.tsc.2023.101269.
- [15] Y. Rosmansyah, B. L. Putro, A. Putri, N. B. Utomo, and Suhardi, “A simple model of smart learning environment,” in *Interactive Learning Environments*, vol. 31, no. 9, pp. 5831-5852, Dec 2023. doi: 10.1080/10494820.2021.2020295.
- [16] J. Zagami, M. Boden, T. Keane, B. Moreton, and K. Schulz, “Girls and computing: Female participation in computing in schools,” in *Australian Educational Computing*, vol. 30, no. 2, Dec 2015.
- [17] V. Natali, “Computational Thinking Mata Kuliah Pilihan,” in *PPG Prajabatan 2022: Direktorat Pendidikan Profesi Guru Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi*, 2022.
- [18] J. D. Araujo, C. M. Gomes, and E. G. Jelihovschi, “The factor structure of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ): new methodological approaches and evidence,” in *Psicologia: Reflexão e Crítica.*, vol. 36, pp. 38, Dec 2023.
- [19] P. Topali, and T. A. Mikropoulos, “Digital learning objects for teaching computer programming in primary students,” in *Technology and Innovation in Learning, Teaching and Education: First International Conference, TECH-EDU 2018*, no. 1, pp. 256-266, Thessaloniki, Greece, Jun 2019. Springer International Publishing.