



# **PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN GAMIFIKASI BERBASIS WEB UNTUK MATERI INPUT-PROCESS-OUTPUT DAN ARSITEKTUR KOMPUTER VON NEUMANN PADA INFORMATIKA KELAS X**

Nur Kholis Wakhid<sup>1)</sup>, Ramadhan Cakra Wibawa<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Pendidikan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia  
Email: [nur.22075@mhs.unesa.ac.id](mailto:nur.22075@mhs.unesa.ac.id)

<sup>2)</sup> Pendidikan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia  
Email: [ramadhanwibawa@unesa.ac.id](mailto:ramadhanwibawa@unesa.ac.id)

## **Abstract**

Learning Input-Process-Output (IPO) and Von Neumann computer architecture is often challenging for tenth-grade students due to its abstract nature. This study aimed to develop a web-based gamified learning media for Informatics Grade X using the ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation) development model. The media, named ArchiLogic, integrates gamification elements such as points, levels, leaderboards, and problem-based learning missions. Feasibility was assessed through expert validation: media experts gave a score of 90% and learning experts gave 92.14%, both categorized as "Very Feasible". Effectiveness was tested on 35 Grade X students at SMK Negeri 1 Lamongan using a one-group pretest-posttest design. Average scores improved from 46.34 (pretest) to 87.11 (posttest). The Paired Sample t-Test showed a significant difference ( $p$ -value  $< 0.001$ ), and the N-Gain score reached 0.758 (High category). These results confirm that web-based gamification effectively facilitates better conceptual understanding and increases active student engagement in Informatics.

**Keywords:** Gamification; Web-Based Learning Media; Input-Process-Output; Von Neumann Architecture; ADDIE Model.

## **Abstrak**

Materi Input-Process-Output (IPO) dan arsitektur komputer Von Neumann sering menjadi kendala bagi siswa kelas X karena karakteristiknya yang abstrak. Penelitian ini bertujuan mengembangkan media pembelajaran gamifikasi berbasis web pada mata pelajaran Informatika kelas X menggunakan model pengembangan ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). Media yang dikembangkan, bernama ArchiLogic, mengintegrasikan elemen gamifikasi berupa poin, level, leaderboard, dan misi berbasis Problem-Based Learning. Kelayakan diuji melalui validasi ahli: ahli media memperoleh skor 90% dan ahli pembelajaran 92,14%, keduanya dikategorikan "Sangat Layak". Efektivitas diuji kepada 35 siswa kelas X SMK Negeri 1 Lamongan menggunakan desain one-group pretest-posttest. Nilai rata-rata meningkat dari 46,34 (pretest) menjadi 87,11 (posttest). Paired Sample t-Test menunjukkan perbedaan signifikan ( $p$ -value  $< 0,001$ ), dan skor N-Gain mencapai 0,758 (kategori Tinggi). Hasil ini membuktikan bahwa gamifikasi berbasis web mampu memfasilitasi pemahaman konseptual yang lebih baik dan meningkatkan keterlibatan aktif siswa dalam mata pelajaran Informatika.

**Kata Kunci:** Gamifikasi; Media Pembelajaran Berbasis Web; Input-Process-Output; Arsitektur Von Neumann; Model ADDIE.



## PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi yang semakin pesat membawa perubahan signifikan dalam dunia pendidikan. Era digital menuntut peserta didik yang tidak hanya terampil menggunakan teknologi, tetapi juga memiliki kemampuan berpikir logis, sistematis, dan kritis sebagai fondasi literasi digital abad ke-21 (Istofany et al., 2025). Mata pelajaran Informatika memiliki peran strategis dalam membekali peserta didik dengan kompetensi berpikir komputasional (Falloon, 2024).

Kurikulum Merdeka menetapkan Capaian Pembelajaran (CP) Informatika Fase E yang menekankan kemampuan memahami dan menyimulasikan dinamika Input-Process-Output (IPO) dalam komputer dengan arsitektur Von Neumann (BSKAP, 2025). Namun dalam praktiknya, materi ini masih tergolong sulit dipahami karena konsepnya yang abstrak, sehingga siswa cenderung hanya menghafal istilah tanpa memahami alur kerja komputer secara menyeluruh (Kyriakou et al., 2023).

Berdasarkan wawancara dengan guru Informatika di SMK Negeri 1 Lamongan, pembelajaran masih didominasi metode ceramah dan media konvensional. Siswa mengalami kesulitan membedakan konsep input, proses, dan output serta memahami keterkaitan komponen arsitektur Von Neumann. Di sisi lain, siswa menunjukkan ketertarikan lebih tinggi terhadap pembelajaran yang visual, interaktif, dan berbentuk permainan (Maryono et al., 2025).

Gamifikasi dalam pembelajaran merupakan pendekatan yang mengintegrasikan elemen-elemen permainan, seperti poin, level, leaderboard, dan umpan balik langsung, ke dalam konteks pembelajaran non-permainan dengan tujuan meningkatkan motivasi dan keterlibatan peserta didik (Kapp, 2019; Herlina et al., 2025). Media berbasis web memiliki keunggulan aksesibilitas tinggi karena dapat diakses melalui berbagai perangkat tanpa instalasi khusus (Yuliana & Anistyasari, 2023).

Beberapa penelitian terdahulu telah membuktikan potensi gamifikasi dalam pembelajaran teknologi informasi. Pasha et al. (2025) menemukan bahwa media interaktif berbasis web dengan elemen gamifikasi mampu meningkatkan pemahaman konsep teknis siswa secara signifikan dibandingkan metode konvensional. Namun, sebagian besar penelitian tersebut masih berfokus pada materi pemrograman

atau jaringan komputer, sementara penelitian yang secara spesifik mengembangkan media gamifikasi untuk materi IPO dan arsitektur Von Neumann pada jenjang SMK masih sangat terbatas. Kesenjangan inilah yang mendasari urgensi penelitian ini.

Pemilihan SMK Negeri 1 Lamongan sebagai lokasi penelitian didasarkan pada observasi awal yang menunjukkan bahwa siswa Jurusan Desain Komunikasi Visual (DKV) memiliki karakteristik belajar visual yang kuat, namun nilai rata-rata pada materi IPO dan arsitektur komputer berada di bawah Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM). Kondisi ini diperkuat oleh hasil studi pendahuluan berupa pra-tes sederhana yang menunjukkan bahwa lebih dari 60% siswa belum mampu menjelaskan alur kerja CPU secara runtut. Oleh karena itu, dibutuhkan media pembelajaran yang tidak hanya menyampaikan informasi secara linear, tetapi juga melibatkan siswa secara aktif melalui simulasi dan tantangan berjenjang.

Sebagai solusi, dikembangkan media pembelajaran gamifikasi berbasis web menggunakan model ADDIE yang sistematis, terdiri atas tahapan Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation (Anggraeni et al., 2022). Media ini diberi nama ArchiLogic, yang merepresentasikan perpaduan antara konsep arsitektur komputer (Architecture) dan logika berpikir komputasional (Logic) yang ingin dibangun pada diri siswa. Penelitian ini bertujuan: (1) mengetahui tingkat kelayakan media berdasarkan penilaian ahli media dan ahli pembelajaran, dan (2) mengetahui efektivitas media dalam meningkatkan hasil belajar siswa pada materi IPO dan arsitektur Von Neumann.

Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi baik secara teoritis maupun praktis. Secara teoritis, hasil penelitian dapat memperkaya kajian mengenai penerapan gamifikasi dan Problem-Based Learning pada materi yang bersifat abstrak dalam mata pelajaran Informatika. Secara praktis, media ArchiLogic dapat dimanfaatkan langsung oleh guru sebagai alternatif media ajar yang interaktif, serta dapat dikembangkan lebih lanjut untuk materi Informatika lain yang memiliki karakteristik serupa.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Gamifikasi dalam Pembelajaran

Gamifikasi didefinisikan sebagai penggunaan mekanisme, estetika, dan pola pikir permainan



untuk melibatkan peserta didik, memotivasi tindakan, mendorong pembelajaran, serta membantu pemecahan masalah dalam konteks pendidikan (Kapp, 2019). Efektivitasnya didukung oleh teori motivasi intrinsik, self-determination theory, dan flow theory, yang memungkinkan siswa belajar secara aktif dan reflektif (Herlina et al., 2025).

Elemen gamifikasi umumnya dikelompokkan menjadi tiga lapisan, yaitu mekanika (mechanics), dinamika (dynamics), dan estetika (aesthetics) atau dikenal dengan kerangka MDA. Mekanika mencakup komponen konkret seperti poin, level, badge, dan leaderboard; dinamika merujuk pada interaksi yang muncul akibat penggunaan mekanika tersebut, misalnya kompetisi sehat dan rasa pencapaian; sedangkan estetika berkaitan dengan respons emosional pengguna terhadap pengalaman bermain. Dalam media ArchiLogic, ketiga lapisan ini diimplementasikan melalui sistem poin yang terakumulasi pada setiap misi, level yang merepresentasikan tahapan siklus IPO, serta papan peringkat (leaderboard) yang dapat dipantau secara langsung oleh guru maupun siswa.

Penelitian-penelitian terdahulu juga menegaskan bahwa gamifikasi tidak hanya berdampak pada aspek kognitif, tetapi juga afektif siswa. Saputra et al. (2024) menemukan bahwa penerapan elemen game pada platform pembelajaran pemrograman mampu menurunkan tingkat kecemasan belajar (learning anxiety) sekaligus meningkatkan rasa percaya diri siswa dalam menyelesaikan tugas-tugas teknis yang kompleks.

### Media Pembelajaran Berbasis Web

Media pembelajaran berbasis web merupakan salah satu bentuk pemanfaatan teknologi informasi yang memungkinkan proses belajar mengajar dilakukan secara fleksibel tanpa terikat ruang dan waktu. Keunggulan utama media berbasis web dibandingkan media berbasis aplikasi desktop atau mobile native adalah aksesibilitasnya yang tinggi, karena dapat diakses melalui berbagai jenis perangkat (komputer, laptop, maupun smartphone) hanya dengan menggunakan peramban (browser) tanpa memerlukan proses instalasi maupun pembaruan manual (Yuliana & Anistyasari, 2023). Karakteristik ini sangat relevan dengan kondisi sekolah menengah kejuruan yang umumnya memiliki keterbatasan dalam hal keseragaman perangkat siswa.

### Model Pembelajaran Berbasis Masalah (PBL)

Problem-Based Learning (PBL) adalah strategi pembelajaran yang berpusat pada masalah autentik. Siswa bertanggung jawab menemukan dan menggunakan sumber pembelajaran melalui proses kolaboratif dan reflektif (Hmelo-Silver, 2004). Sintaks PBL secara umum terdiri atas lima tahapan, yaitu orientasi siswa pada masalah, mengorganisasikan siswa untuk belajar, membimbing penyelidikan individu maupun kelompok, mengembangkan dan menyajikan hasil karya, serta menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah.

Dalam penelitian ini, sintaks PBL tersebut diadaptasi ke dalam struktur misi berjenjang pada media ArchiLogic. Setiap level dimulai dengan penyajian skenario permasalahan terkait kinerja sistem komputer, misalnya kasus komputer yang mengalami hang akibat kesalahan pada salah satu komponen siklus IPO. Siswa kemudian diarahkan untuk menyelidiki penyebab masalah melalui simulasi interaktif, mendiskusikan temuan dengan rekan satu kelompok pada fitur kolaboratif, dan pada akhirnya menyusun solusi yang divalidasi secara otomatis oleh sistem. Pendekatan ini diharapkan dapat mendorong siswa aktif menemukan konsep IPO secara mandiri, bukan sekadar menghafal definisi yang disampaikan guru.

### Konsep IPO dan Arsitektur Von Neumann

Model Input-Process-Output (IPO) menjelaskan bahwa komputer bekerja dengan menerima data sebagai input, mengolahnya melalui serangkaian instruksi, dan menghasilkan output berupa informasi (Zhao & Lertlit, 2025). Konsep ini diimplementasikan secara nyata dalam arsitektur Von Neumann yang menyatukan penyimpanan data dan instruksi dalam satu memori, kemudian diproses oleh Central Processing Unit (CPU) melalui siklus instruksi yang dikenal dengan istilah fetch-decode-execute (Stallings, 2010).

Tahap fetch merupakan proses pengambilan instruksi dari memori utama menuju register pada CPU; tahap decode merupakan proses penjerjemahan kode instruksi tersebut ke dalam bentuk sinyal kontrol yang dapat dieksekusi; sedangkan tahap execute merupakan proses pelaksanaan instruksi oleh Arithmetic Logic Unit (ALU) yang hasilnya dapat dikembalikan ke register atau memori. Pemahaman terhadap siklus ini menjadi krusial karena menjadi dasar bagi



siswa untuk memahami bagaimana perangkat lunak berinteraksi dengan perangkat keras pada tingkat yang paling fundamental, sekaligus menjadi fondasi bagi pembelajaran konsep komputasi lanjutan di jenjang berikutnya.

### Model Pengembangan ADDIE

Model ADDIE terdiri atas lima tahapan: Analysis (analisis kebutuhan pembelajaran dan karakteristik pengguna), Design (perancangan struktur dan alur media), Development (pengembangan serta pengujian produk), Implementation (penerapan media di kelas), dan Evaluation (penilaian kelayakan dan efektivitas produk). Model ini dipilih karena kemampuannya menghasilkan produk yang valid, praktis, dan efektif melalui proses validasi yang berkelanjutan pada setiap tahapan, sehingga risiko kegagalan produk di lapangan dapat diminimalkan sejak tahap awal pengembangan (Mertayasa et al., 2025).

Salah satu kekuatan utama model ADDIE dibandingkan model pengembangan lain seperti Four-D atau Borg and Gall terletak pada sifatnya yang siklikal dan fleksibel, memungkinkan pengembang melakukan revisi pada tahap sebelumnya apabila ditemukan kekurangan pada tahap evaluasi. Karakteristik ini menjadikan ADDIE sangat sesuai untuk pengembangan media pembelajaran digital yang membutuhkan iterasi cepat berdasarkan masukan dari ahli maupun pengguna akhir (Sugiyono, 2013).

### METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan jenis Research and Development (R&D) dengan model pengembangan ADDIE. Subjek penelitian adalah 35 siswa kelas X Desain Komunikasi Visual (DKV) SMK Negeri 1 Lamongan, dipilih menggunakan teknik purposive sampling dengan pertimbangan bahwa kelas tersebut belum pernah menerima pembelajaran materi IPO dan arsitektur Von Neumann dengan media interaktif sebelumnya. Penelitian dilaksanakan pada semester genap Tahun Ajaran 2025/2026, terhitung sejak tahap analisis kebutuhan hingga tahap evaluasi efektivitas produk.

Instrumen pengumpulan data terdiri atas tiga jenis. Pertama, angket validasi ahli media dengan tiga indikator (efektivitas dan efisiensi, kegunaan/usability, dan daya tarik/attractiveness) menggunakan skala Likert 1-5. Kedua, angket validasi ahli pembelajaran dengan 14 indikator

yang mencakup kejelasan tujuan pembelajaran, kesesuaian materi, strategi pembelajaran, aktivitas belajar, penyajian contoh dan simulasi, instrumen penilaian, serta kelengkapan perencanaan pembelajaran. Ketiga, soal tes pilihan ganda sebanyak 30 butir berbasis Taksonomi Bloom ranah kognitif C2 (memahami) hingga C4 (menganalisis) yang digunakan sebagai instrumen pretest dan posttest untuk mengukur peningkatan hasil belajar siswa.

Sebelum digunakan, instrumen tes terlebih dahulu melalui uji validitas dan reliabilitas pada kelompok terbatas di luar subjek penelitian utama. Butir soal yang dinyatakan valid dan reliabel selanjutnya digunakan sebagai instrumen pretest pada pertemuan pertama sebelum siswa menggunakan media ArchiLogic, dan instrumen posttest pada pertemuan terakhir setelah seluruh rangkaian pembelajaran menggunakan media selesai dilaksanakan.

Desain penelitian menggunakan Pre-Experimental: One Group Pretest-Posttest Design (O1 X O2), di mana O1 merupakan hasil pretest, X merupakan perlakuan berupa penggunaan media ArchiLogic, dan O2 merupakan hasil posttest. Teknik analisis data meliputi empat tahap. Pertama, persentase kelayakan media dihitung menggunakan rumus  $P = (\sum x / \sum xi) \times 100\%$ , dengan  $\sum x$  adalah jumlah skor yang diperoleh dan  $\sum xi$  adalah jumlah skor maksimal, kemudian hasil persentase diinterpretasikan ke dalam kategori kelayakan mulai dari Sangat Tidak Layak hingga Sangat Layak. Kedua, uji normalitas data pretest dan posttest dilakukan menggunakan Shapiro-Wilk dengan taraf signifikansi 0,05. Ketiga, uji hipotesis dilakukan menggunakan Paired Sample t-Test untuk mengetahui signifikansi perbedaan rata-rata sebelum dan sesudah perlakuan. Keempat, peningkatan hasil belajar dianalisis menggunakan uji Normalized Gain (N-Gain) dengan formula:  $N-Gain = (\text{Skor Posttest} - \text{Skor Pretest}) / (\text{Skor Maksimal} - \text{Skor Pretest})$ , yang hasilnya diinterpretasikan ke dalam kategori Rendah ( $g < 0,3$ ), Sedang ( $0,3 \leq g \leq 0,7$ ), dan Tinggi ( $g > 0,7$ ) mengacu pada kriteria Wahab et al. (2021).

### HASIL DAN PEMBAHASAN Tahap Pengembangan (ADDIE)

Tahap analisis mengidentifikasi bahwa materi IPO dan arsitektur Von Neumann bersifat abstrak, dominasi metode ceramah, dan ketertarikan siswa terhadap pembelajaran visual-interaktif. Analisis



kurikulum mengacu pada CP Informatika Fase E (BSKAP, 2025). Analisis karakteristik siswa juga menunjukkan bahwa mayoritas siswa kelas X DKV terbiasa menggunakan smartphone dan media sosial dalam keseharian, sehingga antarmuka media perlu dirancang dengan pola interaksi yang familiar bagi mereka, seperti sistem navigasi berbasis kartu (card-based) dan umpan balik visual instan.

Tahap perancangan (Design) menghasilkan beberapa dokumen perancangan, di antaranya use case diagram yang menggambarkan interaksi siswa dan guru dengan sistem, flowchart alur penggunaan untuk masing-masing peran, serta wireframe sebanyak delapan halaman aplikasi yang mencakup halaman beranda, registrasi, dashboard level, gameplay/level, login guru, dashboard guru, leaderboard live, dan halaman error 404. Pada tahap ini juga dirancang struktur konten pembelajaran yang dipecah ke dalam beberapa level progresif, dimulai dari pengenalan komponen dasar komputer, dilanjutkan dengan simulasi alur data pada siklus IPO, hingga level puncak berupa studi kasus troubleshooting yang mengintegrasikan seluruh konsep yang telah dipelajari.

Tahap pengembangan (Development) menghasilkan media pembelajaran berbasis web bernama ArchiLogic yang terdiri atas halaman publik siswa (Welcome/Splash Screen, Registrasi, Dashboard Level, Game/Level), halaman guru/admin (Login Guru, Dashboard Guru, Leaderboard Live), dan halaman sistem (404 Not Found). Setiap level pada media dilengkapi dengan animasi visual yang menggambarkan pergerakan data secara dinamis antar komponen CPU, memori, dan perangkat input/output, sehingga siswa dapat mengamati secara langsung proses yang sebelumnya bersifat abstrak. Media dikembangkan menggunakan teknologi berbasis web agar dapat diakses lintas perangkat tanpa instalasi tambahan.

Pengujian Black Box Testing terhadap 59 kasus uji pada tujuh modul (Beranda, Registrasi Siswa, Login Guru, Dashboard Siswa, Gameplay, Leaderboard, dan Keamanan) menghasilkan 100% keberhasilan dari dua orang tester independen. Pengujian non-fungsional menunjukkan skor performa Google Lighthouse sebesar 94 dengan First Contentful Paint (FCP) 0,6 detik, kompatibilitas lintas browser (Chrome, Firefox, dan Edge), responsivitas pada berbagai resolusi layar mulai dari smartphone hingga desktop, serta

stabilitas sistem tanpa crash selama pengujian beban berlangsung. Pada tahap implementasi (Implementation), media diujicobakan secara langsung di kelas selama beberapa pertemuan, sedangkan tahap evaluasi (Evaluation) mencakup evaluasi formatif berupa masukan dari ahli pada setiap iterasi pengembangan dan evaluasi sumatif berupa pengukuran efektivitas melalui pretest-posttest yang dipaparkan pada subbagian berikut.

### Kelayakan Media Pembelajaran

Uji validasi melibatkan empat validator: ahli media (Ersha Aisyah Elfaiz dan Mohammad Taufiq) dan ahli pembelajaran (Dr. Yeni Anistiyasari dan Mohammad Taufiq).

**Tabel 1.** Hasil Validasi Ahli Media

Indikator	Skor	Maks	%
Efektif dan Efisien	33	40	82,5%
Kegunaan (Usability)	36	40	90%
Daya Tarik (Attractiveness)	39	40	97,5%
<b>Total</b>	<b>108</b>	<b>120</b>	<b>90%</b>

Sumber: Data Penelitian (2025)

Berdasarkan Tabel 1, validasi ahli media memperoleh persentase 90% (Sangat Layak). Aspek daya tarik memperoleh nilai tertinggi (97,5%), menunjukkan bahwa desain visual, animasi, dan fitur permainan interaktif mampu meningkatkan minat belajar siswa. Sementara itu, aspek efektif dan efisien memperoleh nilai sedikit lebih rendah (82,5%), yang menurut catatan validator disebabkan oleh waktu pemuatan (loading time) pada beberapa aset animasi yang masih dapat dioptimalkan lebih lanjut.

**Tabel 2.** Hasil Validasi Ahli Pembelajaran

Indikator	Skor	Maks	%
Kejelasan Tujuan Pembelajaran	18	20	90%
Materi Pembelajaran	20	20	100%
Media dan Strategi Pembelajaran	18	20	90%
Aktivitas dan Langkah Pembelajaran	19	20	95%
Contoh dan Simulasi	8	10	80%
Instrumen Penilaian dan Umpan Balik	18	20	90%
Kelengkapan Perencanaan	9	10	90%
<b>Total</b>	<b>129</b>	<b>140</b>	<b>92,14%</b>

Sumber: Data Penelitian (2025)

Berdasarkan Tabel 2, validasi ahli pembelajaran memperoleh persentase 92,14%



(Sangat Layak). Indikator materi pembelajaran memperoleh skor sempurna (100%), mengonfirmasi kesesuaian konten dengan CP Informatika Fase E. Sebaliknya, indikator penyajian contoh dan simulasi memperoleh nilai terendah (80%), dengan catatan validator agar jumlah variasi studi kasus pada level simulasi dapat ditambah pada pengembangan selanjutnya.

**Tabel 3.** Rekapitulasi Hasil Validasi

Validator	Skor	Maks	%	Kategori
Ahli Media	108	120	90%	Sangat Layak
Ahli Pembelajaran	129	140	92,14%	Sangat Layak
<b>Rata-rata</b>	<b>237</b>	<b>260</b>	<b>91,15%</b>	<b>Sangat Layak</b>

Sumber: Data Penelitian (2025)

Rata-rata kelayakan keseluruhan sebesar 91,15% menunjukkan bahwa media pembelajaran ArchiLogic dinyatakan Sangat Layak digunakan dalam pembelajaran Informatika kelas X. Validasi ahli pembelajaran mencatat aspek materi memperoleh skor sempurna (100%), mengonfirmasi kesesuaian konten dengan CP Informatika Fase E dan pendekatan PBL yang terintegrasi secara efektif.

### Peningkatan Hasil Belajar Siswa

Uji normalitas Shapiro-Wilk menghasilkan p-value pretest 0,981 dan posttest 0,515 (keduanya > 0,05), sehingga data dinyatakan berdistribusi normal. Uji Paired Sample t-Test menghasilkan t hitung = -25,81 dengan p-value < 0,001, sehingga  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima. Terdapat peningkatan pemahaman konsep yang signifikan.

**Tabel 4.** Hasil Uji N-Gain

Keterangan	Nilai
Rata-rata Pretest	46,34
Rata-rata Posttest	87,11
Rata-rata N-Gain	0,758
<b>Kategori</b>	<b>Tinggi</b>

Sumber: Data Penelitian (2025)

Rata-rata N-Gain sebesar 0,758 berada pada kategori Tinggi ( $g > 0,7$ ). Peningkatan ini terjadi karena media menyajikan materi secara interaktif melalui visualisasi, kuis, simulasi, dan permainan edukatif sehingga konsep abstrak menjadi lebih konkret. Penerapan PBL melalui misi bertahap mendorong siswa berpikir kritis, sementara elemen gamifikasi (poin, level, reward, leaderboard)

meningkatkan motivasi belajar secara berkelanjutan. Jika ditinjau dari distribusi nilai N-Gain individual, sebagian besar siswa (28 dari 35 siswa atau sekitar 80%) berada pada kategori Tinggi, enam siswa berada pada kategori Sedang, dan hanya satu siswa yang berada pada kategori Rendah, yang menurut catatan observasi disebabkan oleh tingkat kehadiran siswa tersebut yang kurang konsisten selama sesi pembelajaran berlangsung.

Selain peningkatan hasil belajar kognitif, observasi selama implementasi juga mencatat peningkatan keterlibatan (engagement) siswa secara afektif. Siswa terlihat lebih antusias ketika namanya muncul pada papan peringkat (leaderboard), serta lebih banyak berinisiatif mengulang level yang belum berhasil diselesaikan dengan sempurna untuk memperbaiki skor. Fenomena ini sejalan dengan prinsip flow theory yang menyatakan bahwa keseimbangan antara tantangan dan kemampuan dapat mendorong keterlibatan optimal siswa dalam aktivitas belajar.

Hasil penelitian ini sejalan dengan Baihaqi et al. (2023) yang menyatakan gamifikasi berbasis web mampu meningkatkan minat dan keterlibatan belajar siswa dengan tingkat kelayakan sangat baik. Saputra et al. (2024) juga menunjukkan integrasi mekanisme game meningkatkan hasil belajar secara signifikan pada platform pembelajaran pemrograman berbasis website. Jika dibandingkan dengan kedua penelitian tersebut, nilai N-Gain pada penelitian ini (0,758) berada pada rentang yang relatif setara dengan temuan Saputra et al. (2024), yang turut melaporkan kategori N-Gain Tinggi pada implementasi gamifikasinya. Hal ini memperkuat indikasi bahwa pendekatan gamifikasi berbasis web secara konsisten efektif diterapkan pada berbagai materi teknis dalam mata pelajaran Informatika, tidak terbatas pada satu topik tertentu saja.

Kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan media yang secara khusus dirancang untuk materi IPO dan arsitektur Von Neumann pada Informatika kelas X, dengan integrasi simulasi visual dinamis yang menggambarkan siklus fetch-decode-execute secara bertahap. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang umumnya menasar materi pemrograman atau jaringan, penelitian ini berfokus pada materi yang berkaitan langsung dengan konsep dasar arsitektur komputer, sehingga dapat menjadi referensi tambahan bagi pengembangan media pembelajaran pada topik-topik fundamental



komputer lainnya, seperti sistem bilangan atau representasi data digital.

Meskipun hasil penelitian menunjukkan capaian yang positif, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Pertama, penelitian ini hanya melibatkan satu kelompok subjek tanpa kelompok kontrol pembanding, sehingga peningkatan hasil belajar belum sepenuhnya dapat dipisahkan dari kemungkinan pengaruh faktor lain seperti efek pengulangan tes (testing effect). Kedua, durasi implementasi yang terbatas pada beberapa pertemuan belum dapat mengukur retensi pemahaman siswa dalam jangka panjang. Oleh karena itu, penelitian lanjutan dengan desain eksperimen semu (quasi-experimental) yang melibatkan kelompok kontrol serta pengukuran retensi pasca-implementasi sangat disarankan untuk memperkuat validitas temuan pada penelitian berikutnya.

#### KESIMPULAN

Media pembelajaran gamifikasi berbasis web ArchiLogic yang dikembangkan menggunakan model ADDIE telah teruji kelayakannya dengan rata-rata validasi 91,15% (Sangat Layak): ahli media 90% dan ahli pembelajaran 92,14%. Media ini terbukti efektif meningkatkan hasil belajar siswa kelas X SMK Negeri 1 Lamongan, ditunjukkan dari peningkatan nilai rata-rata dari 46,34 (pretest) menjadi 87,11 (posttest),  $p$ -value < 0,001, dan N-Gain 0,758 (kategori Tinggi). Integrasi gamifikasi berbasis web mampu memfasilitasi pemahaman konseptual yang lebih baik, mendorong kemandirian belajar, dan meningkatkan keterlibatan aktif siswa dalam mata pelajaran Informatika, khususnya pada materi Input-Process-Output dan arsitektur Von Neumann yang selama ini dianggap abstrak dan sulit dipahami.

Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk mengembangkan variasi studi kasus pada level simulasi guna memperkaya pengalaman belajar siswa, menambah fitur kolaborasi multi-pemain secara real-time, serta melakukan pengujian dengan desain eksperimen yang melibatkan kelompok kontrol untuk memperkuat validitas internal hasil penelitian. Pengembangan lebih lanjut juga dapat diarahkan pada perluasan cakupan materi ke topik fundamental komputer lainnya yang memiliki karakteristik abstrak serupa.

#### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Ramadhan Cakra Wibawa, S.Pd., M.Kom. selaku dosen pembimbing, Dr. Yeni Anistasari dan Mohammad Taufiq selaku validator, Bapak I Gusti Lanang Putra Eka Prisma dan Rizky Basatha selaku dosen penguji, serta seluruh siswa kelas X DKV SMK Negeri 1 Lamongan yang telah berpartisipasi dalam penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, W., Sulasteri, S., Sriyanti, A., & Yulianty, N. (2022). Pengembangan Bahan Ajar Gamifikasi pada Limit Fungsi dan Turunan Kelas XI SMAN 12 Gowa. *Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, 5(4), 1129–1140.
- Baihaqi, A., Bahar, H., & Angriawan, R. (2023). Pemanfaatan Media Pembelajaran Menggunakan Metode Gamifikasi untuk Meningkatkan Minat Siswa SMKN 1 Kendari Berbasis Website.
- BSKAP. (2025). Capaian Pembelajaran Informatika Fase E. Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan.
- Falloon, G. (2024). Computational thinking and digital technologies in education. *Education and Information Technologies*.
- Herlina, Surur, M., & Adawaiyah, R. (2025). Gamifikasi dalam Pembelajaran Modern: Strategi Inovatif Meningkatkan Motivasi Belajar.
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235–266.
- Istofany, et al. (2025). Digital Literacy and Computational Thinking in 21st Century Education.
- Kapp, K. M. (2019). *The Gamification of Learning and Instruction: Game-Based Methods and Strategies for Training and Education*. Pfeiffer.
- Kyriakou, A., et al. (2023). Challenges in Teaching Abstract Computer Science Concepts to Secondary Students. *Journal of Computers in Education*.
- Maryono, D., et al. (2025). Gamification in Vocational Education: Engaging Students in Contextual Learning.



- Mertayasa, I. K., et al. (2025). Systematic Application of ADDIE Model in Educational Technology Research.
- Saputra, P. Y., et al. (2024). Implementasi Gamifikasi dalam Platform Pembelajaran Pemrograman Bahasa Java Berbasis Website.
- Stallings, W. (2010). *Computer Organization and Architecture: Designing for Performance* (8th ed.). Prentice Hall.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Wahab, A., et al. (2021). Interpretasi N-Gain dalam Pengukuran Efektivitas Pembelajaran.
- Yuliana, & Anistyasari, Y. (2023). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Web pada Mata Pelajaran Informatika. *Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*.
- Zhao, X., & Lertlit, S. (2025). Input-Process-Output Model in Computer Science Education: A Review.