



The effectiveness of augmented reality-based e-modules in improving computer system learning outcomes

Vivi Gesilanda¹, Nurkhamid²

^{1,2}Universitas Negeri Yogyakarta, Kota Yogyakarta, Indonesia

vivigesilanda.2023@student.uny.ac.id¹, nurkhamid@uny.ac.id²

ABSTRACT

Conventional learning on computer systems material in informatics often makes students passive, making it difficult for them to understand abstract concepts and leading to suboptimal learning outcomes. This study aims to analyze the effect of applying the Problem-Based Learning (PBL) model, assisted by Augmented Reality (AR), on the informatics learning outcomes of Grade 10 students. The research method used was a quasi-experiment with a pretest-posttest control group design. The sample consisted of several students divided into two groups: an experimental class that received the PBL-AR treatment and a control class that used conventional learning. Learning outcome tests were used as instruments, and data were analyzed using the N-Gain test after passing normality tests. The results showed a significant difference. The average posttest score of the experimental class significantly exceeded that of the control class, despite both groups having relatively comparable pretest scores. N-Gain analysis confirmed that the experimental class achieved improvement within the 'moderately effective' category, whereas the control class only reached the 'ineffective' category. It was concluded that the PBL model assisted by AR is significantly more effective in improving student learning outcomes on computer systems material. This innovative approach successfully increased active engagement and understanding of abstract concepts through interactive visualizations, thereby motivating students in the learning process.

ARTICLE INFO

Article History:

Received: 1 Jul 2025

Revised: 21 Oct 2025

Accepted: 7 Nov 2025

Publish online: 17 Nov 2025

Keywords:

AR; augmented reality; computer systems; learning outcomes

Open access

Inovasi Kurikulum is a peer-reviewed open-access journal.

ABSTRAK

Pembelajaran konvensional pada materi sistem komputer informatika seringkali membuat murid pasif dan sulit memahami konsep abstrak, sehingga berdampak pada hasil belajar yang kurang optimal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penerapan model Problem Based Learning (PBL) berbantuan Augmented Reality (AR) terhadap hasil belajar informatika murid kelas X. Metode penelitian yang digunakan adalah kuasi-eksperimen dengan desain pretest-posttest control group. Sampel terdiri dari sejumlah murid yang dibagi menjadi dua kelompok: kelas eksperimen yang menerima perlakuan PBL-AR dan kelas kontrol yang menggunakan pembelajaran konvensional. Instrumen penelitian menggunakan tes hasil belajar, dan data dianalisis menggunakan uji N-Gain setelah lolos uji normalitas. Hasil penelitian menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan. Rata-rata nilai posttest kelas eksperimen jauh melampaui kelas kontrol, setelah sebelumnya kedua kelompok memiliki nilai pretest yang relatif setara. Analisis N-Gain mengonfirmasi bahwa kelas eksperimen mencapai peningkatan dalam kategori cukup efektif, sedangkan kelas kontrol hanya mencapai kategori tidak efektif. Disimpulkan bahwa model PBL berbantuan AR secara signifikan lebih efektif meningkatkan hasil belajar murid pada materi sistem komputer. Pendekatan inovatif ini berhasil meningkatkan keterlibatan aktif dan pemahaman konsep abstrak melalui visualisasi interaktif, menjadikan murid lebih termotivasi dalam proses pembelajaran.

Kata Kunci: AR; hasil belajar; realitas tertambah; sistem komputer

How to cite (APA 7)

Gesilanda, V., & Nurkhamid, N. (2025). The effectiveness of augmented reality-based e-modules in improving computer system learning outcomes. *Inovasi Kurikulum*, 22(4), 2382-2394.

Peer review

This article has been peer-reviewed through the journal's standard double-blind peer review, where both the reviewers and authors are anonymised during review.



Copyright

2025, Vivi Gesilanda, Nurkhamid. This an open-access is article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author, and source are credited. *Corresponding author: vivigesilanda.2023@student.uny.ac.id

INTRODUCTION

Pendidikan bertujuan menumbuhkan kesadaran murid untuk mengembangkan potensi, memperkuat kecerdasan, membentuk karakter, menanamkan akhlak mulia, serta membekali keterampilan yang bermanfaat bagi masyarakat, bangsa, dan negara, dengan guru berperan sebagai penggerak utama pembelajaran (Ramadhan *et al.*, 2021). Proses pembelajaran mencakup perencanaan atau perancangan (*design*) yang memungkinkan murid berinteraksi dengan guru maupun berbagai sumber belajar untuk mencapai tujuan pembelajaran. Di era globalisasi dan kemajuan teknologi informasi, peluang untuk mengembangkan pembelajaran inovatif melalui media digital semakin besar, meskipun metode konvensional seperti ceramah dan tanya jawab masih banyak digunakan, yang cenderung membuat murid pasif serta menurunkan partisipasi dan hasil belajar (Handayani, 2023; Rosyiddin *et al.*, 2023). Oleh karena itu, penggunaan bahan ajar interaktif seperti *e-book*, jurnal, dan *e-modul* menjadi penting untuk memperkaya pengalaman belajar murid.

Berdasarkan hasil wawancara, guru menyampaikan bahwa metode yang digunakan saat ini cenderung berfokus pada ceramah satu arah tanpa media interaktif. Akibatnya, murid kesulitan memahami konsep-konsep abstrak seperti komponen dan fungsi sistem komputer karena minimnya penyajian visual yang jelas. Guru juga mengungkapkan bahwa keterbatasan sarana laboratorium komputer menjadi kendala bagi murid untuk mengeksplorasi perangkat keras secara langsung. Hal ini menunjukkan bahwa metode konvensional kurang efektif dalam membantu murid memahami konsep sistem komputer secara menyeluruh karena kurang mampu memberikan gambaran yang nyata. Akibatnya, murid menjadi kurang optimal dalam proses pembelajaran.

Guru memegang peran penting dalam mengatasi kendala pembelajaran melalui pemilihan metode dan media yang tepat agar murid lebih mudah memahami materi dan meningkatkan hasil belajarnya. Namun, pembelajaran saat ini masih didominasi ceramah, terutama pada materi sistem komputer yang memerlukan visualisasi atau simulasi untuk menjelaskan hubungan antar komponen. Media visual interaktif membantu murid membentuk representasi mental konsep abstrak, sementara media di sekolah masih terbatas pada buku cetak yang kurang interaktif dan tidak menampilkan detail komponen sistem (Abdulrahman *et al.*, 2020; Khaira *et al.*, 2023; Nugraheni & Ansori, 2025). Keterbatasan ini menuntut solusi inovatif, apalagi murid sudah terbiasa menggunakan perangkat digital meski masih dominan untuk hiburan.

Hasil belajar merupakan salah satu aspek penting dalam evaluasi pembelajaran, namun pencapaian hasil belajar tidak hanya bergantung pada proses evaluasi saja, melainkan juga dipengaruhi oleh seluruh rangkaian pembelajaran, mulai dari perencanaan, pelaksanaan, hingga evaluasi. Dari ketiga aspek tersebut, proses pembelajaran memegang peranan paling signifikan, karena bagaimana guru mengelola aktivitas belajar akan sangat menentukan pemahaman konsep murid. Untuk murid SMA, pembelajaran perlu dirancang agar menantang dan menarik, namun tetap nyaman, sehingga dapat memotivasi mereka untuk aktif berpikir kritis dan mengeksplorasi konsep yang kompleks.

Salah satu pendekatan yang dapat dipertimbangkan yakni penggunaan model pembelajaran kooperatif. Model pembelajaran kooperatif dinilai efektif dalam menciptakan lingkungan belajar yang aktif, kolaboratif, dan menyenangkan. Di dalam pembelajaran, murid dapat saling bekerja sama, berbagi ide, dan membangun pemahaman yang lebih baik terhadap materi pelajaran. Salah satu solusi yang diusulkan untuk mengatasi hambatan ini adalah dengan penggunaan teknologi, khususnya *Augmented Reality* (AR) dengan model pembelajaran *Problem-Based Learning* (PBL) yang dapat memberikan pengalaman belajar yang interaktif dan visual. Pemanfaatan AR efektif mendukung pembelajaran interaktif, sehingga teknologi memiliki potensi besar untuk meningkatkan pemahaman murid dan hasil belajarnya (Bahriah *et al.*, 2022).

Model PBL yang terintegrasi dengan AR merupakan pendekatan pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan proses kognitif dan pemahaman konsep murid (Chen *et al.*, 2025). Penerapan PBL membuat proses belajar menjadi lebih aktif dan interaktif, terutama saat guru menyampaikan materi sistem komputer. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa PBL mampu meningkatkan hasil belajar murid pada materi tersebut (Oktaviani *et al.*, 2025). Sebagai inovasi tambahan, penelitian ini menambahkan elemen *games* dalam kuis dan pemilihan kelompok yang menggunakan *website* Wheelofnames dan Kahoot sehingga suasana pembelajaran lebih menyenangkan, memacu antusiasme, dan meningkatkan keterlibatan aktif murid. Pendekatan ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi guru untuk menerapkan PBL-AR yang tidak hanya menarik, tetapi juga efektif dalam meningkatkan hasil belajar murid. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh AR dalam model PBL terhadap hasil belajar informatika, khususnya materi sistem komputer.

LITERATURE REVIEW

Augmented Reality (AR)

Augmented Reality (AR) merupakan teknologi yang menggabungkan dunia nyata dengan elemen virtual dalam bentuk dua atau tiga dimensi secara bersamaan. Teknologi ini memberikan interaksi lebih aktif antara murid dan materi pembelajaran karena mampu memvisualisasikan konsep abstrak agar lebih mudah dipahami. AR memanfaatkan kamera secara *real time* untuk menangkap gambar sekaligus menampilkan visualisasi yang mendukung aktivitas belajar murid (Hasannah *et al.*, 2024; Pratama *et al.*, 2024; Ramadhan *et al.*, 2021). AR memiliki karakteristik khusus berupa integrasi simultan elemen nyata dan virtual, interaksi waktu nyata, serta penyajian konten dalam bentuk 3D melalui dukungan perangkat keras dan lunak (Ferrao *et al.*, 2023). Dalam konteks pendidikan, AR mampu merevolusi metode pembelajaran konvensional melalui buku teks 3D dan pengalaman belajar interaktif yang meningkatkan pemahaman murid, AR juga bermanfaat dalam mendorong berpikir kritis serta membantu penyelesaian masalah sehari-hari (Jamilah *et al.*, 2024; Pringgar & Sujatmiko, 2020).

Secara teknis, AR bekerja dengan dua teknik utama yaitu *computer vision* dan *pattern recognition*. *Computer vision* digunakan untuk mendeteksi *marker* atau penanda visual, sedangkan *pattern recognition* berfungsi mengenali pola visual berdasarkan ciri seperti warna, bentuk, dan ukuran. Kombinasi kedua teknik ini memungkinkan objek fisik diidentifikasi secara akurat, kemudian dilapisi dengan elemen digital berupa animasi, teks, atau model tiga dimensi secara *real time*, sehingga menciptakan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan informatif (Pramuditya *et al.*, 2022).

Keberhasilan penggunaan AR dalam pembelajaran ditunjukkan oleh meningkatnya motivasi, keterlibatan, pemahaman murid. AR menciptakan pengalaman belajar yang imersif sehingga murid lebih aktif dalam proses pembelajaran (Hasannah *et al.*, 2024). Visualisasi 3D juga terbukti membantu pemahaman konsep abstrak dan berdampak pada peningkatan hasil belajar akademik maupun keterampilan praktis (Husna *et al.*, 2025). Selain itu, AR menciptakan lingkungan belajar menyerupai kondisi nyata yang memperkuat daya ingat murid terhadap materi (Oktaviani *et al.*, 2025). Dalam pembelajaran sistem komputer, AR sangat relevan karena mampu mengatasi keterbatasan media konvensional dan menghadirkan visualisasi *real time* berbentuk dua atau tiga dimensi yang meningkatkan pemahaman murid (Aristamy *et al.*, 2024; Hutahaeen *et al.*, 2023; Tassa & Hindarto 2024).

Modul Pembelajaran

Modul merupakan sarana pembelajaran yang dirancang secara sistematis untuk memberikan kesempatan belajar mandiri bagi murid dengan dukungan guru sebagai fasilitator. Proses pembelajaran melalui modul melibatkan perencanaan yang terstruktur, tujuan yang jelas, penyediaan bahan dan instrumen, serta

penilaian terukur terhadap keberhasilan murid (Sobah & Wardhani, 2022). Unsur modul mencakup materi, metode, batasan, dan evaluasi, dengan tujuan utama mendorong murid belajar mandiri tanpa keterlibatan langsung guru (Manzanillo, 2025; Yuni & Afriadi, 2020). Modul dapat berfungsi layaknya guru, sehingga penyusunannya perlu komunikatif dan sesuai dengan tingkat kematangan murid (Hasibuan, 2022). Modul juga mampu mengatasi keterbatasan ruang, waktu, serta kemampuan sensorik, sehingga pembelajaran mandiri dapat berlangsung aktif sesuai ritme belajar individu (Nugraha, 2023).

Perkembangan teknologi mendorong transformasi modul ke dalam bentuk elektronik atau e-modul. Modul elektronik dipahami sebagai bahan ajar digital yang disusun terstruktur dalam unit belajar, dilengkapi dengan tautan, video tutorial, animasi, dan audio untuk meningkatkan motivasi serta pengalaman belajar murid (Irmawati *et al.*, 202; Sholeh *et al.*, 2023). E-modul bersifat fleksibel, mudah digunakan, dan mampu menyajikan objek atau peristiwa yang sulit diamati secara langsung (Ashary & Komara, 2023; Maivi *et al.*, 2021). E-modul memiliki karakteristik utama, di antaranya *self-instructional*, *self-contained*, *self-friendly*, adaptif terhadap perkembangan teknologi, konsisten dalam desain, berbasis media elektronik, dan memanfaatkan berbagai fitur perangkat lunak (Rahayu *et al.*, 2022). Dengan karakteristik tersebut, e-modul memungkinkan murid belajar secara lebih mandiri dan interaktif.

Peran Model *Problem-Based Learning* (PBL) dalam *Augmented Reality* (AR)

Model pembelajaran *Problem-Based Learning* (PBL) menempatkan murid sebagai pusat proses belajar dengan mendorong mereka untuk mengeksplorasi, mengamati, dan memecahkan masalah melalui situasi nyata yang kontekstual, khususnya dalam pendidikan STEM (Munahefi *et al.*, 2023). Keunggulan utama PBL adalah kemampuannya meningkatkan pemahaman konseptual, karena murid didorong untuk mencari, menguji, dan mengembangkan ide secara mandiri melalui diskusi maupun kerja sama kelompok. Integrasi teknologi juga semakin memperkuat efektivitas PBL, salah satunya melalui PBL berbantuan Assemblr yang memanfaatkan AR. Pemanfaatan AR dalam PBL menciptakan lingkungan belajar yang lebih dinamis dan interaktif, memungkinkan murid bekerja dalam kelompok dengan bimbingan guru serta membantu memvisualisasikan konsep abstrak ke dalam bentuk tiga dimensi yang lebih mudah dipahami.

Penelitian lebih lanjut menegaskan bahwa penerapan PBL berbasis AR memberikan dampak positif terhadap aktivitas belajar murid. Pendekatan berbasis AR ini menempatkan murid sebagai subjek utama pembelajaran sehingga mereka lebih aktif dalam eksplorasi dan pemecahan masalah (Ekayogi, 2023). Respons murid terhadap penggunaan AR juga sangat baik, karena teknologi ini dinilai praktis, menarik, dan mendukung keterampilan proses sains serta penguasaan konsep dibanding metode konvensional. PBL berbasis AR tidak hanya memperkuat pemahaman murid dan hasil belajar terhadap materi, tetapi juga menciptakan pengalaman belajar yang menyenangkan sekaligus meningkatkan motivasi, hasil belajar serta keterlibatan aktif dalam proses pembelajaran.

Teori Belajar yang Melandasi Pengembangan Modul Pembelajaran Berbantuan AR

Pengembangan media pembelajaran perlu didasarkan pada teori belajar yang menjadi pedoman agar produk yang dihasilkan dapat diimplementasikan secara efektif. Guru sebagai fasilitator turut berperan penting melalui interaksi mengajar yang mengorganisasi lingkungan belajar agar tercipta proses belajar mengajar yang optimal (Tambunan *et al.*, 2024). Dalam konteks pengembangan modul berbantuan AR, teori behavioristik dan kognitif digunakan sebagai landasan karena keduanya menjelaskan bagaimana murid memperoleh, memproses, dan memperkuat pemahaman melalui media interaktif (Ertmer & Newby, 2013).

Teori behavioristik menekankan belajar sebagai perubahan perilaku yang tampak melalui interaksi stimulus-respons dengan penguatan tertentu (Yusra *et al.*, 2022). Penerapannya dalam modul AR dapat berupa penguatan positif dan negatif, kesempatan latihan berulang, dan umpan balik cepat. AR juga memfasilitasi *role modeling*, yakni murid meniru objek virtual yang ditampilkan. Sebaliknya, teori kognitif menekankan belajar sebagai aktivitas aktif dalam memahami dan membangun pengetahuan (Kairu, 2021). Piaget menyoroti pentingnya skema, akomodasi, dan ekuilibrium dalam perkembangan kognitif, yang dalam modul AR tampak pada pengorganisasian informasi sistematis, PBL, serta visualisasi 3D (Yusra *et al.*, 2022). Dengan demikian, integrasi teori behavioristik dan kognitif memberikan dasar kuat bagi pengembangan modul AR karena mampu melengkapi kebutuhan murid dalam memahami konsep sekaligus membangun pengalaman belajar yang bermakna.

METHODS

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen semu (*quasi experiment*). Menurut Cook dan Campbell dalam bukunya berjudul "*Quasi-experimentation*", kuasi-eksperimen adalah eksperimen yang memberikan perlakuan (*treatments*), pengukuran dampak (*outcome measures*), dan unit eksperimen (*experimental units*). Subjek penelitian ini adalah murid kelas X yang dipilih menggunakan teknik *cluster random sampling*. Pemilihan dilakukan berdasarkan kemampuan akademik antar kelas dari hasil belajar murid sebelumnya, sehingga diperoleh satu kelas sebagai kelompok eksperimen dan satu kelas sebagai kelompok kontrol, masing-masing terdiri dari 35 murid. Penelitian ini berfokus pada pengaruh penggunaan media AR dengan model PBL terhadap peningkatan hasil belajar murid pada materi sistem komputer. Pada jenis penelitian ini bertujuan untuk melihat perbedaan peningkatan hasil belajar murid yang diajarkan dengan model pembelajaran konvensional dan murid yang diajarkan model pembelajaran PBL berbasis AR. Pada rancangan desain penelitian pada **Tabel 1**, terdapat dua kelompok, salah satu kelompok diberikan *treatment* disebut kelompok eksperimen dan kelompok lainnya tidak diberikan perlakuan disebut kelompok kontrol. Kedua kelompok memperoleh *pretest* dan *posttest*.

Tabel 1. Desain Penelitian

Kelompok	Pretest	Treatment	Posttest
Kontrol (K)	Y1	-	Y3
Eksperimen (E)	Y2	X	Y4

Sumber: Sugiyono pada bukunya "*Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan RnD*"

Keterangan:

- K : Kelompok kontrol
- E : Kelompok eksperimen
- Y1 : *Pretest* kelompok kontrol
- Y2 : *Pretest* kelompok eksperimen
- : Tidak diberi perlakuan (pembelajaran konvensional)
- X : Perlakuan dengan media *augmented reality*
- Y3 : *Posttest* kelas kontrol
- Y4 : *Posttest* kelas eksperimen

Penelitian ini menggunakan data kuantitatif berupa hasil *pretest* dan *posttest* murid pada mata pelajaran informatika. Data tersebut dianalisis untuk mengetahui proses pengerjaan soal oleh murid serta untuk menilai perbedaan dalam peningkatan hasil belajar setelah penerapan model pembelajaran. Sebelum dilakukan pengujian hipotesis, terlebih dahulu dilakukan uji normalitas dan homogenitas data. Selanjutnya, skor murid dibandingkan antara kondisi sebelum dan sesudah diberikan perlakuan menggunakan model pembelajaran konvensional dan model PBL berbasis AR. Untuk menghitung gain digunakan rumus sebagai berikut.

$$N - \text{gain} = \frac{\text{skor post test} - \text{skor pretest}}{\text{skor ideal} - \text{skor pretest}}$$

Nilai *n-gain score* yang diperoleh dari perhitungan tersebut kemudian diinterpretasikan pada **Tabel 2** sebagai berikut.

Tabel 2. Kriteria N-Gain

Nilai	Kriteria
>76%	Efektif
75% - 56%	Cukup efektif
55% - 40%	Kurang efektif
<40%	Tidak efektif

Sumber: Sukarelawan et al dalam buku "N-Gain VS Stacking (Analisis Perubahan, Abilitas Peserta Didik dalam Desain, One Group Pretest-posttest)"

RESULTS AND DISCUSSION

Hasil Penelitian

Seluruh 15 butir soal objektif dinyatakan valid berdasarkan hasil uji validitas dengan koefisien korelasi item-total di atas 0,3 pada taraf signifikansi 5%. Selain itu adapun data *pretest* dan *posttest* murid dalam belajar diujikan normalitas mempergunakan One Sample Kolmogorov Smirnov Test yang diperbantukan SPSS 25. Uji normalitas dipergunakan sebagai cara menyelidiki data yang dipergunakan terdistribusi normal ataupun tidak normal. Hasil dari pengujian normalitas dapat dilihat pada **Tabel 3** di bawah ini.

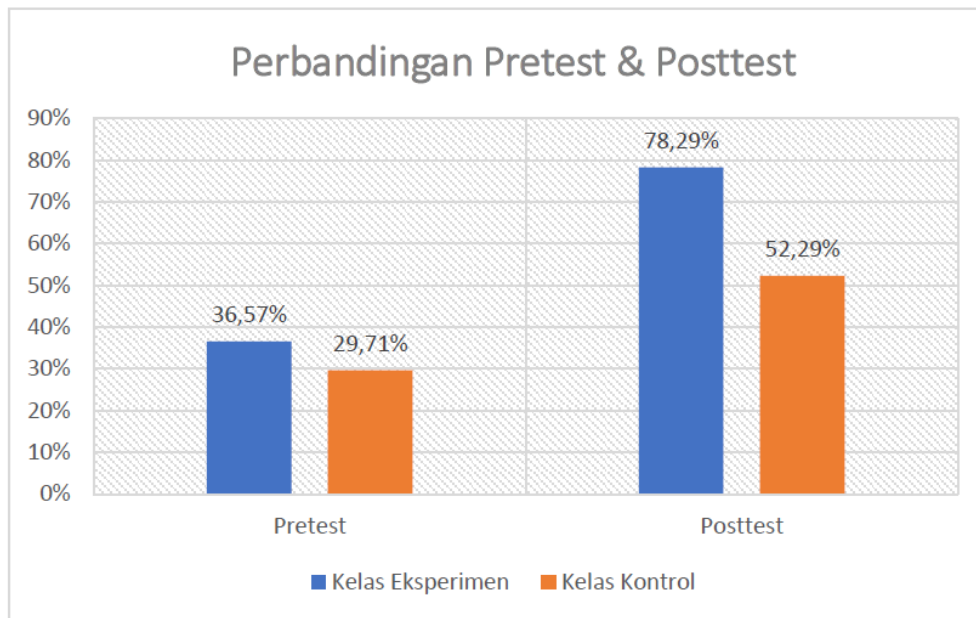
Tabel 3. Output uji Normalitas Kelas Kontrol dan Eksperimen menggunakan SPSS

Tests of Normality

Kelas	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Pre_Eks	.142	35	.072	.941	35	.062
Post_Eks	.135	35	.104	.947	35	.091
Pre_Kontrol	.145	35	.059	.939	35	.053
Post_Kontrol	.143	35	.067	.946	35	.087
a. Lilliefors Significance Correction						

Sumber : Penelitian (2025)

Perolehan pengujian mempergunakan Kolmogorov Smirnov menunjukkan nilai signifikansi (sig.2-tailed) *pretest* kelas eksperimen 0,072 > 0,05 dan *posttest* di kelas eksperimen sebesar 0,104 > 0,05. Sementara signifikansi (sig.2-tailed) *pretest* di kelas kontrol 0,059 > 0,05 dan *posttest* di kelas kontrol sebesar 0,067 > 0,05. Signifikansi *pretest* dan *posttest* yang terdapat di kedua kelas tersebut melebihi 0,05. Diartikan bila disesuaikan berdasarkan acuan dalam mengambil keputusan, bisa diambil simpulan dalam belajar informatika sistem komputer murid kelas kontrol dan eksperimennya terdistribusi normal.



Gambar 1. Perbandingan Hasil *Pretest-Posttest*
Sumber: Penelitian (2025)

Grafik pada **Gambar 1** di atas membandingkan skor *pretest* dan *posttest* dari kelas kontrol dan eksperimen. *Pretest* kelas kontrol dengan pembelajaran konvensional mendapatkan 29,71%, *posttest* mendapatkan 52,29%. Sedangkan *pretest* kelas eksperimen dengan menggunakan media mendapatkan 36,57% dan *posttest* mendapatkan 78,29%. Sehingga dapat dikatakan dengan menggunakan media AR dikatakan efektif dalam meningkatkan hasil belajar murid.

Tabel 4. Data Hasil *Pretest* dan *Posttest* Kelas Kontrol dan Eksperimen

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Pre_Eks	35	20.00	50.00	36.57	12.352
Post_Eks	35	40.00	90.00	78.29	14.243
Pre_Kontrol	35	10.00	40.00	29.71	10.977
Post_Kontrol	35	30.00	60.00	52.29	8.774
Valid N (listwise)	35				

Sumber : Penelitian (2025)

Berdasarkan **Tabel 4** di atas menunjukkan rata-rata *pretest* kelas eksperimen mendapatkan 37 (36,57%) lebih tinggi dari kelas kontrol yang mendapatkan 30 (29,71%), dan *posttest* eksperimen mendapatkan rata-rata senilai 78 (78,29%) lebih tinggi dibanding kontrol yang senilai 52 (52,29%), hal ini menandakan AR lebih efektif dan dianalisis lebih lanjut dengan N-gain.

Tabel 5. Hasil Perhitungan N-Gain *Pretest* dan *Posttest*

Descriptives				
	Kelas		Statistic	Std. Error
NGain_Persen	Eksperimen	Mean	65.9320	3.48306
		Median	75.0000	
		Std. Deviation	20.60607	
		Minimum	20.00	
		Maximum	87.50	
		Range	67.50	
	Kontrol	Mean	31.9615	1.92168
		Median	33.3333	
		Std. Deviation	11.36879	
		Minimum	14.29	
		Maximum	55.56	
		Range	41.27	

Sumber : Penelitian (2025)

Hasil N-gain pada **Tabel 5** menunjukkan pembelajaran dengan metode *cooperative* berbasis AR mencapai 66% (cukup efektif), sedangkan metode konvensional hanya 32% (tidak efektif). Hal ini menegaskan media AR dengan model PBL meningkatkan hasil belajar murid dengan melalui visualisasi interaktif.

Discussion

Hasil penelitian menunjukkan ada perbedaan signifikan pada hasil belajar yang menggunakan model pembelajaran PBL yang dibantu AR dari pada dengan pembelajaran konvensional. Dari variabel yang didapatkan hasil signifikan di mana model yang digunakan dapat meningkatkan hasil belajar murid kelas X. Sesuai aktivitas pembelajaran sesuai sintak pada model pembelajaran PBL dengan bantuan AR murid lebih termotivasi, semangat dalam belajar dalam meningkatkan hasil belajarnya. Pembelajaran menggunakan media berpengaruh positif serta dapat meningkatkan motivasi dan hasil belajar murid (Lespita *et al.*, 2023). Studi juga menunjukkan bahwa motivasi dan hasil belajar meningkat ketika mengimplementasikan model pembelajaran PBL dengan integrasi AR (Sulhaliza *et al.*, 2025).

Temuan penelitian ini juga memperkuat hasil penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran PBL berbantuan AR efektif dalam meningkatkan hasil belajar murid (Sholikhah *et al.*, 2023). Keunggulan model PBL berbasis AR terletak pada penerapan sintaks pembelajaran yang menuntut keterlibatan aktif murid dalam mengidentifikasi masalah, mencari solusi, serta mengaitkannya dengan pengalaman nyata melalui visualisasi AR yang interaktif. Sintaks dalam model pembelajaran yang

digunakan peneliti berbeda dengan model pembelajaran lainnya, salah satu pembedanya dalam penelitian ini terletak pada pemberian penghargaan berbasis pencapaian selama proses belajar. Untuk murid SMA, penghargaan semacam ini masih menjadi salah satu faktor yang memicu semangat belajar, terutama ketika disesuaikan dengan karakteristik remaja yang menghargai pengakuan atas usaha dan hasil kerja mereka. Bentuk penghargaan ini terbukti dapat meningkatkan motivasi intrinsik serta hasil belajar murid (Yolprezmzcky *et al.*, 2025).

Penelitian ini juga didukung oleh banyaknya penelitian yang relevan, di antaranya penelitian yang mengungkapkan bahwa dengan adanya penerapan model PBL berbasis AR ini juga memberikan kesempatan bagi murid untuk mengoptimalkan potensi belajar mereka melalui pengalaman belajar yang aktif, kolaboratif, dan berpusat pada murid (Muhidin & Suparman, 2025). Selain itu, integrasi teknologi visual interaktif seperti AR dalam model pembelajaran PBL terbukti mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar murid pada berbagai jenjang pendidikan (Nuraini *et al.*, 2024).

Hasil analisis data dengan penggunaan model pembelajaran PBL yang terintegrasi AR memiliki pengaruh sangat kuat terhadap hasil belajar murid dalam mata pelajaran Informatika khususnya pada materi sistem komputer. Rata-rata nilai akhir murid yang belajar menggunakan PBL-AR mencapai 78,29, jauh lebih tinggi dibandingkan kelompok yang belajar dengan metode konvensional, yang hanya sebesar 52,29. Perbedaan sebesar 26 poin ini sangat signifikan secara statistik, menunjukkan bahwa model PBL-AR efektif dalam memperdalam pemahaman konsep dan meningkatkan hasil belajar murid dalam materi sistem komputer. Temuan ini juga didukung oleh penelitian terdahulu yang menunjukkan bahwa integrasi AR dalam model PBL secara konsisten menghasilkan prestasi belajar yang lebih tinggi dibandingkan metode konvensional (Afifah *et al.*, 2023).

CONCLUSION

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa studi ini membuktikan bahwa penerapan model pembelajaran PBL berbasis AR merupakan salah satu pendekatan pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan hasil belajar informatika murid kelas X dalam memahami materi sistem komputer. Dengan melihat hasil penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti, penelitian ini dirancang agar bisa dijadikan rujukan informasi kepada guru terkait dampak positif penggunaan model pembelajaran PBL terintegrasi AR terhadap hasil belajar informatika murid. Dengan demikian, pembelajaran tidak hanya berpusat pada guru tetapi berorientasi pada aktivitas eksploratif murid.

Adapun saran yang ingin peneliti sampaikan yang berhubungan dengan penelitian ini menunjukkan bahwa model pembelajaran PBL AR dapat meningkatkan hasil belajar murid. Beberapa saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian ini yaitu: 1) guru perlu memahami dan menguasai setiap sintaks dalam model pembelajaran PBL agar pelaksanaannya berjalan optimal; 2) Penggunaan AR dalam e-modul perlu dirancang secara menarik, interaktif, dan sesuai dengan konteks materi agar dapat meningkatkan motivasi serta keterlibatan murid selama proses belajar; 3) Guru diharapkan mampu memfasilitasi murid yang mengalami kesulitan dalam memahami konsep sistem komputer dengan pendekatan bimbingan individual berbasis teknologi. Selain itu, pihak sekolah diharapkan memberikan dukungan penuh dalam pengembangan dan penerapan media pembelajaran berbasis teknologi seperti AR agar inovasi ini dapat diterapkan secara berkelanjutan. Dengan dukungan dari semua pihak, penerapan model pembelajaran PBL berbasis AR dapat menciptakan suasana belajar yang aktif, inovatif, dan menyenangkan, serta berpotensi meningkatkan hasil belajar dan pemahaman konsep murid.

REFERENCES

- Abdulrahman, M. D., Faruk, N., Oloyede, A. A. (2020). Multimedia tools in the teaching and learning processes: A systematic review. *Heliyon*, 6(11), 1-14.
- Afifah, N., Koniyo, M. H., & Latief, M. (2023). Pengaruh model problem based learning terhadap hasil belajar siswa pada mata pelajaran Informatika SMK Negeri 1 Suwawa. *Inverted: Journal of Information Technology Education*, 3(1), 53-60.
- Aristamy, I. G. A. A. M., Dharsika, E., Iswardani, P. R., & Pascima, I. B. N. (2024). Pengenalan perangkat komputer pada siswa sekolah dasar menggunakan augmented reality. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 21(2), 101-112.
- Ashary, M. I. A., & Komara, D. A. (2022). Library human resources training through online-based service provider platform. *Edulib*, 12(1), 76-85.
- Bahriah, E. S., Agung, S., & Nur, A. I. (2022). Development of augmented reality technology-based interactive learning media in chemical bonding materials. *JCER (Journal of Chemistry Education Research)*, 6(2), 93-99.
- Chen, G., Wang, H., Liang, A., Oubibi, M., & Zhou, Y. (2025). From detached observer to immersive participant: An augmented reality-based experiential learning approach to promote academic performance and learning behaviors in science education. *Computers in Human Behavior Reports*, 19(1), 1-15.
- Ekayogi, I. W. (2023). Penerapan problem based learning berbantuan media augmented reality untuk meningkatkan hasil dan kemandirian belajar. *Jurnal Didaktika Pendidikan Dasar*, 7(1), 181-196.
- Ertmer, P. A., & Newby, T. J. (2013). Behaviorism, cognitivism, constructivism: Comparing critical features from an instructional design perspective. *Performance Improvement Quarterly*, 26(2), 43-71.
- Ferrao, J., Dias, P., Santos, B. S., & Oliveira, M. (2023). Environment-aware rendering and interaction in web-based augmented reality. *Journal of Imaging*, 9(3), 1-20.
- Handayani, F. (2023). Pengaruh metode ceramah dan tanya jawab terhadap minat belajar IPS murid SDN 1 SKPE SP1 Panjaitan. *Pema*, 2(3), 230-240.
- Hasannah, N., Afina, A. F., Nuraeni, P., & Hadiapurwa, A. (2024). Is education possible in the metaverse especially in Indonesia?. *Hipkin Journal of Educational Research*, 1(1), 13-24.
- Hasibuan, H. A. (2022). Peran modul berbasis kearifan lokal untuk mendukung pendidikan merdeka belajar. *Prosiding Pendidikan Dasar*, 1(1), 292-301.
- Husna, A., Risdiyanti, I., Yanto, Y., Hamidah, I., & Handican, R. (2025). Enhancing conceptual understanding and learning interest in geometry through augmented reality-based learning media. *JDIME: Journal of Development and Innovation in Mathematics Education*, 3(1), 11-21.
- Hutahaeen, H. D., Ramadhan, L. N., Maulana, B., Silitonga, M., & Isnaini, M. (2023). Aplikasi pembelajaran perakitan komputer berbasis teknologi augmented reality. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi dalam Pendidikan*, 10(1), 1-8.
- Irmawati, I., Baktiar, M., & Hutapea, B. (2023). Pemanfaatan e-modul bahan ajar berbasis aplikasi Canva pada prodi pendidikan Matematika dalam proses pembelajaran jarak jauh. *Jurnal Pendidikan Sains dan Komputer*, 3(1), 145-152.

- Jamilah, S., Rifani, S. A. C., & Hartono, R. (2024). Pengembangan media pembelajaran berbasis augmented reality materi perangkat keras pada mata pelajaran Informatika untuk meningkatkan hasil belajar siswa. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 13(2), 1-11.
- Kairu, C. (2021). Augmented reality and its influence on cognitive thinking in learning. *American Journal of Educational Research*, 9(8), 504-512.
- Khaira, H. S., Al Hafizh, M. F., Darmansyah, P. S. A., Nugraha, H., & Komara, D. A. (2023). Analysis of needs and teachers' perception towards business teaching materials at SMA Labschool UPI. *Curricula: Journal of Curriculum Development*, 2(2), 299-314.
- Lespita, E., Purwanto, A., & Syarkowi, A. (2023). Application of problem based learning model assisted by augmented reality media to improve students' high order thinking skills. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 11(1), 1-12.
- Maivi, C. S., Ganefri, G., & Sukardi, S. (2021). Pengembangan e-modul berbasis android pada mata pelajaran Komputer dan Jaringan Dasar untuk kelas X TKJ di SMK N 2 Pekanbaru. *Informatika*, 9(1), 40-46.
- Manzanillo, R. M. (2025). Design and validation of an instructional module for business planning in the BS entrepreneurship program. *International Journal of Research and Innovation in Applied Science*, 10(3), 693-701.
- Muhidin, M., & Suparman, S. (2025). Penerapan model pembelajaran Problem Based Learning (PBL) untuk meningkatkan aktivitas dan hasil belajar Fisika siswa kelas XI SMA. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 15(2), 871-877.
- Munahefi, D. N., Noverianto, B., Lestari, F. D., Maqfiroh, S. L., & Kartono, K. (2024). Problem based e-learning berbantuan Assemblr berbasis javanese culture augmented reality terhadap kemampuan spasial dan motivasi belajar. *Bookchapter Pendidikan Universitas Negeri Semarang*, 8(1), 71-89.
- Nugraha, A. (2023). Pemetaan pengembangan e-modul sebagai sumber belajar MIPA peserta didik. *Jurnal Jembatan Efektivitas Ilmu dan Akhlak Ahlussunah Wal Jama'ah*, 6(1), 14-21.
- Nugraheni, P., & Ansori, I. (2025). The hypercontent-based interactive multimedia in problem-based learning to improve Indonesian language learning outcomes of grade IV elementary school students. *Mimbar PGSD Undiksha*, 13(2), 267-278.
- Nuraini, S., Pranoto, A., & Ariani, D. (2024). Peningkatan hasil belajar materi teks argumentasi dengan menerapkan model Problem Based Learning (PBL) pada siswa kelas XI-5 SMA 6 Surabaya tahun ajaran 2024-2025. *Journal of Education and Pedagogy*, 1(2), 99-105.
- Oktaviani, E. B., Setyawati, E., & Wijayatiningsih, T. D. (2025). Penerapan model Problem Based Learning (PBL) untuk meningkatkan hasil belajar siswa pada pembelajaran bahasa Inggris kelas X.8 SMA Negeri 11 Semarang. *Journal of Lesson Study in Teacher Education*, 4(1), 48-52.
- Pramuditya, S. A., Pitriyana, S., Subroto, T., & Wafiqoh, R. (2022). Implementation of augmented reality-assisted learning media on three-dimensional shapes. *Jurnal Elemen*, 8(2), 480-493.
- Pratama, A., Najril, M., & Khosyi, N. (2024). Towards technology-based education: Exploration of augmented reality in e-modules for latest learning. *Hipkin Journal of Educational Research*, 1(3), 351-362.
- Pringgar, R. F., & Sujatmiko, B. (2020). Penelitian kepustakaan (library research) modul pembelajaran berbasis augmented reality pada pembelajaran siswa. *IT-Edu: Jurnal Information Technology and Education*, 5(1), 317-329.

- Rahayu, D. S., Gunawan, Y. A. U., Fitriana, D. A., Sari, Y. A. S., & Ariska, W. S. (2022). Pengembangan prototipe e-modul matematika berorientasi HOTS pada materi transformasi geometri kelas IX. *Mathema Journal*, 4(1), 39-49.
- Ramadhan, A. F., Putra, A. D., & Surahman, A. (2021). Aplikasi pengenalan perangkat keras komputer berbasis android menggunakan Augmented Reality (AR). *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, 2(2), 24-31.
- Rosyiddin, A. A. Z., Fiqih, A., Nugraha, H., Hadiapurwa, A., & Komara, D. A. (2023). The effect of interactive PowerPoint media design on student learning interests. *Edcomtech: Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan*, 8(1), 12-24.
- Sholeh, B., Hufad, A., & Fathurrohman, M. (2023). Pemanfaatan e-modul interaktif dalam pembelajaran mandiri sesuai kapasitas siswa. *Risalah Jurnal Pendidikan dan Studi Islam*, 9(2), 665-672.
- Sholikhah, U. P., Rahmawati, N. D., & Purwantini, L. (2023). Implementasi implementasi model problem based learning dengan media augmented reality terhadap hasil belajar siswa. *Eksponen*, 13(2), 57-65.
- Sobah, S. F. N., & Wardhani, I. Y. (2022). Pengembangan modul taksonomi tumbuhan sebagai bahan ajar materi Plantae pada pembelajaran Biologi SMA/MA. *Neuron: Journal of Biological Education*, 2(1), 33-43.
- Sulhaliza, A. P., Ermawati, D., & Setiawaty, R. (2025). Penerapan model PBL berbantuan media augmented reality terhadap kemampuan pemecahan masalah matematis siswa. *Absis: Mathematics Education Journal*, 7(1), 57-66.
- Tambunan, M., Wulandari, T., & Junior, D. D. (2024). Peran guru sebagai fasilitator dalam meningkatkan kemandirian belajar siswa sekolah dasar. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 9(4), 393-402.
- Tassa, T. J. A., & Hindarto, H. (2024). Augmented reality mengubah pendidikan dasar: Era baru pembelajaran interaktif. *Indonesian Journal of Applied Technology*, 1(3), 1-17.
- Yolprezmzcky, S. O. D., Buditjahjanto, I. G. P. A., & Anifah, L. (2025). Pengembangan model PBL berbantuan augmented reality untuk meningkatkan pemahaman dan problem solving siswa. *Decode: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, 5(3), 863-872.
- Yuni, R., & Afriadi, R. (2020). Pengembangan modul pembelajaran kondisional untuk Belajar Dari Rumah (BDR). *Jurnal Handayam*, 11(2), 144-152.
- Yusra, A., Neviyarni, S., & Erianjoni, E. (2022). A review of behaviorist learning theory and its impact on the learning process in schools. *International Journal of Educational Dynamics*, 5(1), 81-91.