

BAB V

PENUTUP

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai pengaruh penggunaan *Game-Based Learning* (GBL) dengan aplikasi Assemblr Edu terhadap keterampilan digital dan berpikir kritis siswa SD pada mata pelajaran Matematika, dapat ditarik beberapa simpulan sebagai berikut:

1. Pengaruh GBL dengan Assemblr Edu terhadap Keterampilan Digital

Penggunaan *Game-Based Learning* dengan aplikasi Assemblr Edu memberikan pengaruh yang sangat signifikan terhadap peningkatan keterampilan digital siswa kelas IV SD. Hal ini dibuktikan melalui hasil uji *paired sample t-test* yang menunjukkan peningkatan signifikan pada kelompok eksperimen dengan *mean difference* sebesar 7.73 ($t=8.942$, $p<0.001$), jauh lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol yang hanya mencapai *mean difference* 2.18 ($t=3.127$, $p=0.011$).

Hasil uji *independent sample t-test* juga menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan antara skor *post-test* kelompok eksperimen dan kelompok kontrol ($t=7.234$, $p<0.001$) dengan selisih rata-rata 5.82 poin. Pembelajaran menggunakan GBL dengan Assemblr Edu terbukti lebih efektif dalam mengembangkan keterampilan digital siswa, meliputi kemampuan mengoperasikan aplikasi, kemampuan pemecahan masalah dengan teknologi, dan penerapan teknologi dalam pembelajaran, dibandingkan dengan metode pembelajaran konvensional.

2. Pengaruh GBL dengan Assemblr Edu terhadap Kemampuan Berpikir Kritis

Penggunaan *Game-Based Learning* dengan aplikasi Assemblr Edu memberikan pengaruh yang sangat signifikan terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa

kelas IV SD dalam menyelesaikan soal Matematika. Hasil uji *paired sample t-test* menunjukkan kelompok eksperimen mengalami peningkatan yang sangat tinggi dengan *mean difference* sebesar 6.37 ($t=7.865$, $p<0.001$), sementara kelompok kontrol hanya mencapai *mean difference* 2.18 ($t=2.984$, $p=0.013$).

Hasil uji *independent sample t-test* menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan antara skor *post-test* kelompok eksperimen dan kelompok kontrol ($t=6.518$, $p<0.001$) dengan selisih rata-rata 4.37 poin. Analisis terhadap enam dimensi berpikir kritis menunjukkan bahwa kelompok eksperimen unggul pada semua dimensi (interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, penjelasan, dan pengaturan diri), dengan perbedaan paling signifikan pada dimensi pengaturan diri (selisih 1.09) dan penjelasan (selisih 1.00). Hal ini mengindikasikan bahwa pembelajaran menggunakan GBL dengan Assemblr Edu tidak hanya meningkatkan kemampuan kognitif tingkat tinggi, tetapi juga mengembangkan kemampuan metakognitif siswa.

3. Efektivitas Integrasi GBL dan Teknologi AR

Integrasi antara pendekatan *Game-Based Learning* dan teknologi *Augmented Reality* melalui aplikasi Assemblr Edu menciptakan lingkungan pembelajaran yang konstruktivis, interaktif, dan memotivasi. Kombinasi ini memfasilitasi pembelajaran yang berpusat pada siswa, di mana mereka aktif mengeksplorasi, memanipulasi objek 3D, dan memecahkan masalah matematika secara bermakna. Data observasi menunjukkan bahwa kelompok eksperimen menunjukkan tingkat antusiasme (91%), partisipasi aktif (88%), kolaborasi (85%), kemandirian (87%), dan ketekunan (84%) yang jauh lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol.

4. Kontribusi terhadap Pembelajaran Matematika di SD

Penelitian ini memberikan bukti empiris bahwa pembelajaran berbasis teknologi dengan pendekatan yang tepat dapat mengatasi permasalahan klasik dalam

pembelajaran Matematika di SD, khususnya kesulitan siswa dalam memahami konsep abstrak seperti bangun ruang dan pecahan. Visualisasi 3D melalui AR membantu siswa mengkonkretkan konsep abstrak, sementara elemen *game* menciptakan motivasi intrinsik dan *feedback* langsung yang mendukung pembelajaran yang efektif. Pendekatan ini juga relevan dengan tuntutan Kurikulum Merdeka dan pengembangan kompetensi abad 21.

Dengan demikian, dapat disimpulkan secara keseluruhan bahwa hipotesis penelitian diterima: terdapat pengaruh yang signifikan dari penggunaan *Game-Based Learning* dengan aplikasi Assemblr Edu terhadap keterampilan digital dan kemampuan berpikir kritis siswa SD pada mata pelajaran Matematika. Pendekatan ini terbukti lebih efektif dibandingkan metode pembelajaran konvensional dalam mengembangkan kompetensi siswa yang dibutuhkan di era digital.

B. Implikasi

Hasil penelitian ini memiliki beberapa implikasi penting, baik secara teoretis maupun praktis, dalam konteks pengembangan pembelajaran Matematika di sekolah dasar:

1. Implikasi Teoretis

a. Pengembangan Teori Pembelajaran Berbasis Teknologi

Penelitian ini memperkuat dan memperluas teori konstruktivisme Piaget dan Vygotsky dalam konteks pembelajaran berbasis teknologi digital. Temuan menunjukkan bahwa manipulasi objek virtual 3D dapat memberikan pengalaman konkret yang mendukung konstruksi pengetahuan matematika, khususnya untuk konsep-konsep abstrak. Integrasi antara teknologi AR dan pendekatan *game-based learning* membuka dimensi baru dalam memahami bagaimana siswa membangun pengetahuan melalui interaksi dengan lingkungan belajar digital yang imersif.

b. Kontribusi terhadap Teori Berpikir Kritis

Penelitian ini memberikan bukti empiris bahwa pembelajaran berbasis game dengan teknologi AR dapat mengembangkan seluruh dimensi berpikir kritis menurut kerangka Facione (2015), khususnya dimensi pengaturan diri dan penjelasan. Hal ini memperluas pemahaman tentang bagaimana teknologi edukatif dapat difungsikan tidak hanya sebagai media penyampai informasi, tetapi sebagai *scaffolding* kognitif yang mendorong pengembangan kemampuan metakognitif dan berpikir tingkat tinggi.

c. Pengembangan Model Pembelajaran Matematika SD

Temuan penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan model pembelajaran Matematika di SD yang mengintegrasikan teknologi, pedagogis, dan konten (*Technological Pedagogical Content Knowledge/TPACK*). Model pembelajaran yang menggabungkan GBL dengan AR terbukti efektif dalam mengembangkan keterampilan digital dan berpikir kritis secara simultan, membuka peluang untuk pengembangan model pembelajaran inovatif yang relevan dengan tuntutan pendidikan abad 21.

2. Implikasi Praktis

a. Bagi Guru

Hasil penelitian ini memberikan implikasi praktis bagi guru dalam merancang dan melaksanakan pembelajaran Matematika yang lebih efektif dan menarik. Guru perlu:

- 1) Mengintegrasikan teknologi edukatif seperti Assemblr Edu dalam pembelajaran untuk meningkatkan keterampilan digital siswa secara natural dan kontekstual

- 2) Merancang aktivitas pembelajaran yang mendorong eksplorasi, manipulasi objek 3D, dan pemecahan masalah secara interaktif
- 3) Memanfaatkan elemen *game* (tantangan, level progresif, *feedback* langsung, *achievement*) untuk meningkatkan motivasi intrinsik dan keterlibatan siswa
- 4) Mengembangkan instrumen penilaian yang tidak hanya mengukur hasil belajar kognitif, tetapi juga keterampilan digital dan berpikir kritis siswa
- 5) Memfasilitasi pembelajaran yang berpusat pada siswa dengan menempatkan diri sebagai fasilitator yang membimbing proses eksplorasi dan penemuan
- 6) Guru juga perlu mengembangkan kompetensi digital mereka sendiri melalui pelatihan dan praktik penggunaan aplikasi edukatif. Pemahaman yang mendalam tentang fitur-fitur aplikasi dan cara mengintegrasikannya dengan tujuan pembelajaran akan menentukan efektivitas implementasi.

b. Bagi Sekolah

Sekolah sebagai institusi pendidikan perlu:

- 1) Menyediakan infrastruktur teknologi yang memadai, termasuk perangkat digital (tablet, smartphone, atau komputer), koneksi internet yang stabil, dan aplikasi edukatif yang sesuai dengan kebutuhan pembelajaran
- 2) Mengalokasikan anggaran untuk pengadaan dan pemeliharaan perangkat teknologi serta pembelian lisensi aplikasi edukatif
- 3) Menyelenggarakan program pelatihan berkala bagi guru dalam penggunaan teknologi edukatif dan pengembangan konten pembelajaran digital
- 4) Mengembangkan kebijakan yang mendukung integrasi teknologi dalam pembelajaran, termasuk alokasi waktu, pembagian kelas, dan sistem penilaian yang sesuai

- 5) Membangun ekosistem digital sekolah yang mendukung transformasi pembelajaran, termasuk dukungan teknis, perpustakaan digital, dan sistem manajemen pembelajaran
- 6) Melakukan monitoring dan evaluasi terhadap implementasi pembelajaran berbasis teknologi untuk memastikan efektivitas dan perbaikan berkelanjutan

c. Bagi Siswa

Pembelajaran menggunakan GBL dengan Assemblr Edu memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik, interaktif, dan bermakna bagi siswa. Siswa tidak hanya menjadi konsumen pasif informasi, tetapi aktif mengonstruksi pengetahuan melalui eksplorasi dan eksperimen. Pendekatan ini juga membantu siswa mengembangkan keterampilan digital yang penting untuk kehidupan mereka di masa depan, serta kemampuan berpikir kritis yang diperlukan untuk memecahkan masalah kompleks.

Selain itu, pembelajaran berbasis game menciptakan motivasi intrinsik yang mendorong siswa untuk terus belajar dan menghadapi tantangan dengan lebih tekun. Hal ini berpotensi mengubah persepsi siswa terhadap Matematika dari mata pelajaran yang sulit dan menakutkan menjadi aktivitas yang menyenangkan dan menantang.

d. Bagi Orang Tua

Orang tua perlu mendukung penggunaan teknologi dalam pembelajaran dengan:

- 1) Menyediakan perangkat digital dan akses internet yang memadai di rumah
- 2) Mendampingi dan memonitor penggunaan teknologi oleh anak untuk memastikan penggunaan yang produktif dan bertanggung jawab
- 3) Berkomunikasi dengan guru untuk memahami perkembangan pembelajaran anak

- 4) Menciptakan lingkungan belajar di rumah yang mendukung pembelajaran berbasis teknologi

e. Bagi Dinas Pendidikan dan Pembuat Kebijakan

Hasil penelitian ini memberikan bukti empiris tentang efektivitas pembelajaran berbasis teknologi yang dapat menjadi dasar bagi pengambilan kebijakan pendidikan, khususnya:

- 1) Pengembangan program transformasi digital pembelajaran di sekolah-sekolah, khususnya di daerah semi-perdesaan yang masih memiliki keterbatasan akses teknologi
- 2) Alokasi anggaran pendidikan untuk pengadaan infrastruktur teknologi dan pelatihan guru
- 3) Pengembangan kurikulum dan panduan pembelajaran yang mengintegrasikan teknologi dan pendekatan inovatif
- 4) Penyusunan standar kompetensi digital dan berpikir kritis untuk siswa SD
- 5) Pengembangan sistem evaluasi pembelajaran yang tidak hanya berfokus pada hasil kognitif, tetapi juga keterampilan abad 21

3. Implikasi Metodologis

Penelitian ini memberikan kontribusi metodologis dalam hal:

- a. Pengembangan instrumen pengukuran keterampilan digital dan berpikir kritis yang komprehensif dan sesuai dengan karakteristik siswa SD
- b. Penerapan desain eksperimen semu (*quasi-experiment*) dalam konteks pembelajaran dengan sampel terbatas
- c. Penggunaan triangulasi data (tes, observasi, dan analisis kualitatif) untuk memperoleh pemahaman yang holistik tentang efektivitas intervensi

- d. Analisis data kuantitatif dan kualitatif yang terintegrasi untuk menjelaskan fenomena pembelajaran secara mendalam

C. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, pembahasan, dan simpulan yang telah diuraikan, peneliti menyampaikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Saran untuk Penelitian Lanjutan

a. Perluasan Sampel dan Konteks

Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan penelitian dengan sampel yang lebih besar dan beragam, meliputi berbagai sekolah di wilayah perkotaan dan perdesaan, serta melibatkan berbagai tingkat kelas (tidak hanya kelas IV). Hal ini akan meningkatkan validitas eksternal dan generalisabilitas temuan penelitian. Selain itu, penelitian dapat diperluas ke berbagai mata pelajaran lain untuk mengetahui efektivitas pendekatan GBL dengan AR dalam konteks pembelajaran yang berbeda.

b. Penelitian Longitudinal

Durasi penelitian selama enam minggu dalam studi ini mungkin belum cukup untuk mengukur dampak jangka panjang dari pembelajaran menggunakan GBL dengan Assemblr Edu. Penelitian longitudinal yang melacak perkembangan siswa selama satu semester penuh, satu tahun, atau bahkan beberapa tahun akan memberikan pemahaman yang lebih komprehensif tentang keberlanjutan efek intervensi terhadap keterampilan digital, berpikir kritis, dan prestasi akademik siswa.

c. Eksplorasi Topik Matematika yang Lebih Luas

Penelitian ini fokus pada materi geometri (bangun ruang) dan pecahan. Penelitian lanjutan dapat mengeksplorasi efektivitas pendekatan ini pada topik

matematika lainnya seperti bilangan, operasi hitung, pengukuran, statistika, atau probabilitas untuk mengetahui apakah temuan ini dapat digeneralisasi ke seluruh kurikulum matematika SD. Penelitian komparatif yang membandingkan efektivitas pendekatan ini pada berbagai topik matematika juga akan memberikan wawasan yang berharga.

d. Analisis Faktor Moderator dan Mediator

Penelitian lanjutan disarankan untuk mengeksplorasi faktor-faktor moderator yang mungkin mempengaruhi efektivitas intervensi, seperti:

- 1) Gaya belajar siswa (visual, auditori, kinestetik)
- 2) Tingkat literasi digital awal siswa
- 3) Kemampuan matematika awal siswa
- 4) Dukungan orang tua dalam pembelajaran berbasis teknologi
- 5) Karakteristik guru (kompetensi digital, pengalaman mengajar, sikap terhadap teknologi)
- 6) Infrastruktur teknologi sekolah

Pemahaman tentang faktor-faktor ini akan memberikan panduan yang lebih spesifik tentang kondisi optimal untuk implementasi GBL dengan AR.

e. Studi Efektivitas Komparatif

Penelitian komparatif yang membandingkan efektivitas berbagai aplikasi AR atau platform *game-based learning* lainnya akan memberikan wawasan tentang fitur-fitur teknologi yang paling efektif untuk pembelajaran Matematika. Selain itu, perbandingan antara berbagai pendekatan pembelajaran berbasis teknologi (AR, VR, simulasi, gamifikasi) akan membantu mengidentifikasi pendekatan yang paling sesuai untuk tujuan pembelajaran tertentu.

f. Penelitian tentang Dimensi Afektif

Penelitian ini fokus pada outcome kognitif (keterampilan digital dan berpikir kritis). Penelitian lanjutan yang memasukkan dimensi afektif seperti *attitude towards mathematics*, *mathematical self-efficacy*, motivasi belajar, atau *perceived value of learning* akan memberikan gambaran yang lebih holistik tentang dampak pembelajaran. Penelitian kualitatif yang mengeksplorasi pengalaman belajar siswa (*lived experience*) juga akan memperkaya pemahaman tentang bagaimana siswa memaknai pembelajaran berbasis teknologi.

g. Analisis Cost-Effectiveness

Penelitian tentang analisis biaya-manfaat (*cost-effectiveness analysis*) implementasi GBL dengan AR akan sangat berguna bagi sekolah dan pembuat kebijakan dalam mengambil keputusan investasi teknologi pendidikan. Analisis ini perlu mempertimbangkan biaya pengadaan perangkat, aplikasi, pelatihan guru, pemeliharaan, dan membandingkannya dengan manfaat yang diperoleh dalam bentuk peningkatan hasil belajar dan keterampilan siswa.

h. Penelitian Pengembangan (Research and Development)

Penelitian pengembangan yang menghasilkan model pembelajaran, panduan implementasi, atau bahkan aplikasi edukatif yang disesuaikan dengan kurikulum dan karakteristik siswa Indonesia akan memberikan kontribusi praktis yang signifikan bagi dunia pendidikan.

2. Saran untuk Praktisi Pendidikan

a. Bagi Guru

- 1) Mulailah mengintegrasikan teknologi edukatif seperti Assemblr Edu dalam pembelajaran Matematika secara bertahap, dimulai dengan topik-topik yang sulit dipahami siswa melalui metode konvensional

- 2) Ikuti pelatihan dan workshop tentang penggunaan teknologi edukatif untuk meningkatkan kompetensi digital dan kemampuan merancang pembelajaran berbasis teknologi
 - 3) Bergabung dengan komunitas praktisi atau *professional learning community* untuk berbagi pengalaman, best practices, dan resources pembelajaran berbasis teknologi
 - 4) Lakukan refleksi dan evaluasi terhadap pembelajaran yang telah dilaksanakan untuk perbaikan berkelanjutan
 - 5) Libatkan siswa dalam proses desain pembelajaran dengan meminta *feedback* dan masukan mereka tentang pengalaman belajar menggunakan teknologi
 - 6) Kembangkan bank soal dan aktivitas pembelajaran berbasis teknologi yang dapat digunakan berulang kali dan dibagikan kepada rekan sejawat
 - 7) Komunikasikan dengan orang tua tentang penggunaan teknologi dalam pembelajaran untuk mendapatkan dukungan mereka
- b. Bagi Kepala Sekolah
- 1) Kembangkan visi dan roadmap transformasi digital pembelajaran di sekolah dengan melibatkan seluruh stakeholder
 - 2) Prioritaskan alokasi anggaran untuk pengadaan infrastruktur teknologi dan pelatihan guru
 - 3) Fasilitasi pembentukan tim teknologi pembelajaran (*instructional technology team*) yang dapat memberikan dukungan teknis dan pedagogis kepada guru
 - 4) Ciptakan budaya inovasi dan eksperimentasi di sekolah yang mendorong guru untuk mencoba pendekatan pembelajaran baru
 - 5) Lakukan monitoring dan evaluasi berkala terhadap implementasi pembelajaran berbasis teknologi

- 6) Bangun kemitraan dengan universitas, perusahaan teknologi, atau organisasi lain yang dapat mendukung transformasi digital sekolah
- 7) Berikan apresiasi dan penghargaan kepada guru yang inovatif dalam mengintegrasikan teknologi dalam pembelajaran

c. Bagi Dinas Pendidikan

- 1) Kembangkan program transformasi digital pembelajaran yang komprehensif, mencakup pengadaan infrastruktur, pelatihan guru, pengembangan konten, dan sistem evaluasi
- 2) Alokasikan anggaran yang memadai untuk mendukung implementasi pembelajaran berbasis teknologi, khususnya di sekolah-sekolah di daerah yang masih memiliki keterbatasan
- 3) Selenggarakan pelatihan massal dan berkesinambungan bagi guru tentang penggunaan teknologi edukatif dan pendekatan pembelajaran inovatif
- 4) Kembangkan sistem sertifikasi atau pengakuan kompetensi digital guru untuk mendorong peningkatan profesionalisme
- 5) Bangun platform digital atau repository pembelajaran yang dapat diakses oleh guru untuk berbagi *resources* dan *best practices*
- 6) Lakukan monitoring dan evaluasi terhadap program transformasi digital untuk memastikan efektivitas dan perbaikan berkelanjutan
- 7) Fasilitasi kemitraan antara sekolah, universitas, dan industri untuk mendukung inovasi pembelajaran

d. Bagi Pembuat Kebijakan

- 1) Integrasikan pengembangan keterampilan digital dan berpikir kritis sebagai bagian integral dari kurikulum nasional, bukan sebagai add-on

- 2) Kembangkan standar kompetensi digital dan berpikir kritis untuk setiap jenjang pendidikan
- 3) Revisi sistem penilaian pendidikan nasional untuk tidak hanya mengukur hasil belajar kognitif, tetapi juga keterampilan abad 21
- 4) Alokasikan anggaran pendidikan yang signifikan untuk transformasi digital pembelajaran, termasuk pengadaan infrastruktur, pengembangan konten digital, dan pelatihan guru
- 5) Kembangkan regulasi yang mendukung dan memfasilitasi penggunaan teknologi dalam pembelajaran, termasuk kebijakan tentang penggunaan perangkat digital di sekolah
- 6) Fasilitasi kemitraan publik-swasta untuk mempercepat transformasi digital pendidikan

3. Saran Umum

a. Pendekatan yang Seimbang

Meskipun penelitian ini menunjukkan efektivitas pembelajaran berbasis teknologi, penting untuk menekankan bahwa teknologi adalah alat, bukan tujuan. Implementasi teknologi harus seimbang dengan pendekatan pedagogis yang tepat, interaksi sosial yang bermakna, dan pengembangan karakter siswa. Teknologi tidak boleh menggantikan peran guru sebagai fasilitator pembelajaran, tetapi memperkuat dan memperluas kemampuan guru dalam menciptakan pengalaman belajar yang efektif.

b. Perhatian terhadap Kesenjangan Digital

Dalam mengimplementasikan pembelajaran berbasis teknologi, perlu ada perhatian khusus terhadap kesenjangan digital (*digital divide*) antara sekolah perkotaan dan perdesaan, serta antara siswa dari keluarga ekonomi mampu dan

kurang mampu. Kebijakan dan program transformasi digital harus memastikan akses yang adil dan merata bagi semua siswa, tanpa memandang latar belakang sosial ekonomi mereka.

c. Literasi Digital yang Bertanggung Jawab

Pengembangan keterampilan digital harus disertai dengan pendidikan literasi digital yang bertanggung jawab, termasuk kesadaran tentang etika digital, keamanan siber, privasi data, dan penggunaan teknologi yang sehat. Siswa perlu dibimbing untuk menjadi pengguna teknologi yang cerdas, kritis, dan bertanggung jawab.

d. Kolaborasi Multi-stakeholder

Transformasi pendidikan berbasis teknologi memerlukan kolaborasi yang kuat antara berbagai pihak: pemerintah, sekolah, guru, orang tua, komunitas, universitas, dan industri teknologi. Kemitraan strategis antara stakeholder ini akan memastikan keberlanjutan dan dampak yang lebih luas dari upaya transformasi digital pembelajaran.

e. Pembelajaran Sepanjang Hayat

Mengingat perkembangan teknologi yang sangat cepat, guru dan praktisi pendidikan perlu mengadopsi mindset pembelajaran sepanjang hayat (*lifelong learning*). Mereka perlu terus memperbarui pengetahuan dan keterampilan mereka tentang teknologi edukatif dan pendekatan pembelajaran inovatif melalui pelatihan berkelanjutan, komunitas praktisi, dan eksplorasi mandiri.

Dengan implementasi saran-saran di atas secara sistematis dan berkelanjutan, diharapkan pembelajaran Matematika di sekolah dasar dapat lebih efektif, menarik, dan relevan dengan tuntutan abad 21, *serta* mampu mengembangkan siswa yang tidak hanya unggul secara akademik tetapi juga memiliki keterampilan digital dan berpikir kritis yang diperlukan untuk menghadapi tantangan masa depan.