

PENGARUH ALAT PERAGA BERBASIS *AUGMENTED REALITY* TERHADAP HASIL BELAJAR MATEMATIKA SISWA SEKOLAH DASAR

Siti Dinarti

Pendidikan Matematika, Universitas PGRI Jombang
dinarti.matem@gmail.com

Abtrak:

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh penggunaan alat peraga berbasis augmented reality (AR) terhadap hasil belajar matematika siswa sekolah dasar. Teknologi *augmented reality* menawarkan solusi inovatif dengan memberikan visualisasi yang lebih jelas dan nyata terhadap konsep-konsep matematika, serta menciptakan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan menarik. Desain yang digunakan dalam penelitian ini adalah pre-eksperimental design. Jenis desain yang digunakan pada penelitian ini adalah *one group pretest-posttest*. Penelitian ini dilakukan di SDN Palrejo 1 Sumobito Jombang dengan populasi yang digunakan pada penelitian ini adalah seluruh siswa kelas IV yang berjumlah 33 siswa. Sampel yang digunakan yaitu seluruh populasi (sampling jenuh). Teknik pengumpulan data menggunakan *test* yaitu *pretest* dan *posttest* serta data dianalisis dengan menggunakan aplikasi SPSS. Analisis data menggunakan uji *paired simple t test*. Hasil analisis data yang telah dianalisis, yaitu diketahui bahwa nilai Sig. (2- tailed) sebesar $0,000 > 0,05$ Maka dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan hasil belajar siswa antara sebelum dan sesudah diberikan perlakuan menggunakan alat peraga berbasis augmented reality. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan alat peraga berbasis AR secara signifikan meningkatkan hasil belajar matematika siswa. Selain itu, penerimaan siswa terhadap penggunaan teknologi AR dalam pembelajaran matematika juga sangat positif. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa penggunaan alat peraga berbasis *augmented reality* dapat menjadi metode pembelajaran yang efektif dalam meningkatkan hasil belajar matematika siswa sekolah dasar.

Kata Kunci: Augmented Reality, alat peraga, hasil belajar, matematika, sekolah dasar.

Abstract:

This study aims to examine the effect of using augmented reality (AR) based teaching aids on elementary school students' math learning outcomes. Augmented reality technology offers an innovative solution by providing a clearer and more real visualization of mathematical concepts, as well as creating a more interactive and interesting learning experience. The design used in this research is pre-experimental design. The design type used in this research is one group pretest-posttest. This research was conducted at SDN Palrejo 1 Sumobito Jombang with the population used in this study were all fourth grade students totaling 33 students. The sample used was the entire population (saturated sampling). Data collection techniques using tests, namely pretest and posttest and data analyzed using the SPSS application. Data analysis using paired simple t test. The results of the data analysis that have been analyzed, namely it is known that the value of Sig. (2- tailed) of $0.000 > 0.05$, it can be concluded that there is a difference in student learning outcomes between before and after being given treatment using augmented reality-based teaching aids. The results showed that the

use of AR-based teaching aids significantly improved students' math learning outcomes. In addition, students' acceptance of the use of AR technology in learning mathematics is also very positive. The conclusion of this study is that the use of augmented reality-based teaching aids can be an effective learning method in improving elementary school students' mathematics learning outcomes.

Keywords: Augmented reality, teaching aids, learning outcomes, mathematics, primary school.

PENDAHULUAN

Matematika adalah salah satu mata pelajaran dasar yang penting dalam kurikulum pendidikan di sekolah dasar. Pembelajaran matematika seringkali menjadi tantangan tersendiri bagi siswa, terutama di tingkat pendidikan dasar. Salah satu faktor yang mempengaruhi hasil belajar matematika adalah kemampuan siswa dalam memahami konsep-konsep abstrak. Alat peraga merupakan salah satu solusi yang banyak digunakan untuk membantu siswa memahami konsep tersebut. Namun, alat peraga konvensional terkadang kurang efektif dalam menyampaikan konsep yang kompleks. Pembelajaran matematika bertujuan untuk mengembangkan kemampuan berpikir logis, analitis, dan kritis siswa. Namun, matematika sering kali dianggap sulit oleh siswa karena sifatnya yang abstrak dan memerlukan pemahaman yang mendalam terhadap konsep-konsep yang kompleks (Suydam & Higgins, 1977). Oleh karena itu, diperlukan strategi pembelajaran yang efektif untuk membantu siswa memahami konsep-konsep matematika dengan lebih mudah dan menyenangkan.

Alat peraga adalah media atau alat yang digunakan untuk membantu menjelaskan konsep atau materi pembelajaran kepada siswa. Alat peraga dapat berupa benda nyata atau model, gambar, diagram, dan simulasi yang dirancang untuk memberikan gambaran yang lebih konkret tentang materi yang diajarkan (Dienes, 1973). Dalam pembelajaran matematika, alat peraga sangat penting untuk membantu siswa memahami konsep-konsep yang abstrak, seperti geometri, pecahan, dan operasi bilangan. Penggunaan alat peraga dapat meningkatkan pemahaman siswa dan membuat pembelajaran menjadi lebih interaktif dan menarik.

Alat peraga matematika tradisional, seperti penggaris, timbangan, dan model geometri, telah lama digunakan dalam pembelajaran. Meskipun efektif, alat peraga ini memiliki keterbatasan dalam hal interaktivitas dan fleksibilitas. Dengan munculnya teknologi digital, alat peraga matematika telah berkembang menjadi lebih interaktif dan dinamis. Alat peraga digital memungkinkan representasi yang lebih kompleks dan manipulasi data secara real-time, yang tidak mungkin dilakukan dengan alat peraga tradisional (Cai et al., 2016). Salah satu inovasi terkini dalam alat peraga matematika adalah penggunaan teknologi Augmented Reality (AR). AR menggabungkan elemen-elemen virtual dengan lingkungan nyata, memungkinkan siswa untuk berinteraksi dengan objek-objek matematika dalam bentuk tiga dimensi. Sebagai contoh, aplikasi AR dapat digunakan untuk memvisualisasikan bangun

ruang, grafik, atau fungsi matematika secara interaktif, memberikan pengalaman belajar yang lebih mendalam (Bujak et al., 2013).

Augmented Reality (AR) adalah teknologi yang menggabungkan dunia nyata dengan elemen-elemen virtual dalam bentuk gambar, video, atau objek tiga dimensi yang ditampilkan secara real-time (Azuma, 1997). Dalam pendidikan, AR dapat digunakan untuk menciptakan lingkungan belajar yang lebih interaktif dan mendalam dengan menyajikan informasi visual yang lebih kaya dan beragam. AR memungkinkan siswa untuk melihat dan berinteraksi dengan objek-objek virtual yang relevan dengan materi pembelajaran, sehingga dapat meningkatkan minat belajar dan pemahaman siswa (Billinghurst & Duenser, 2012)

Penggunaan AR sebagai alat peraga dalam pembelajaran matematika memiliki potensi besar untuk mengatasi kesulitan siswa dalam memahami konsep-konsep abstrak. AR dapat menyajikan objek-objek matematika dalam bentuk tiga dimensi yang dapat dilihat dari berbagai sudut pandang, serta memungkinkan siswa untuk berinteraksi langsung dengan objek tersebut. AR memungkinkan interaksi langsung dengan objek-objek matematika, yang meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses belajar. Siswa dapat mengamati, memanipulasi, dan bereksperimen dengan objek-objek matematika, yang dapat meningkatkan motivasi dan minat belajar (Billinghurst & Duenser, 2012)

Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa penggunaan AR dalam pembelajaran matematika dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Cai et al., (2016), penggunaan AR dalam pembelajaran geometri di sekolah dasar terbukti meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep geometri dibandingkan dengan metode pembelajaran konvensional. Selain itu, AR juga dapat meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran, karena AR menawarkan pengalaman belajar yang lebih menarik dan menyenangkan (Ibáñez & Delgado-Kloos, 2018).

Menurut penelitian oleh Cai et al. (2017), penggunaan AR dalam pembelajaran geometri di sekolah dasar menunjukkan peningkatan signifikan dalam pemahaman siswa terhadap konsep-konsep geometri. AR memungkinkan siswa untuk melihat objek matematika dari berbagai sudut dan memanipulasinya secara langsung, yang membantu dalam memperkuat pemahaman konsep. Meskipun alat peraga matematika terbaru menawarkan banyak keuntungan, ada beberapa tantangan yang perlu diatasi. Salah satunya adalah kesenjangan akses teknologi di antara siswa, yang dapat menghambat implementasi alat peraga digital secara merata. Selain itu, ada kebutuhan untuk melatih guru dalam menggunakan alat peraga ini secara efektif dalam pembelajaran (Aldrich, 2009). AR memungkinkan interaksi langsung dengan objek-objek matematika, yang meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses belajar. Siswa dapat mengamati, memanipulasi, dan bereksperimen dengan objek-

objek matematika, yang dapat meningkatkan motivasi dan minat belajar (Billinghurst & Duenser, 2012).

Alat peraga matematika berbasis *Augmented Reality* menawarkan potensi besar untuk meningkatkan pemahaman dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran matematika. Dengan menyediakan visualisasi yang lebih konkret dan interaktif terhadap konsep-konsep matematika, AR dapat membantu siswa mengatasi kesulitan dalam memahami konsep-konsep yang abstrak dan meningkatkan hasil belajar mereka. Meskipun demikian, tantangan dalam hal aksesibilitas, pelatihan guru, dan adaptasi kurikulum harus diatasi agar AR dapat diimplementasikan secara efektif dalam pendidikan matematika. Penelitian lebih lanjut dan pengembangan teknologi yang lebih mudah diakses akan sangat penting untuk memaksimalkan potensi AR dalam pembelajaran matematika di masa depan.

Hasil belajar adalah perubahan perilaku yang terjadi pada siswa sebagai akibat dari proses pembelajaran. Perubahan ini meliputi aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik (Bloom, 1956). Dalam konteks pembelajaran matematika, hasil belajar dapat diukur melalui peningkatan pemahaman konsep, kemampuan memecahkan masalah, dan keterampilan matematika lainnya. Hasil belajar yang baik menunjukkan bahwa siswa telah berhasil mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan. Penggunaan alat peraga, termasuk yang berbasis AR, diharapkan dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Dengan memberikan pengalaman belajar yang lebih konkret dan interaktif, AR dapat membantu siswa memahami materi matematika dengan lebih baik dan mengaplikasikannya dalam berbagai situasi (Wu et al., 2013). Peningkatan hasil belajar ini dapat dilihat dari peningkatan skor tes, pemahaman konsep, dan kemampuan siswa dalam menyelesaikan masalah matematika.

Menurut teori konstruktivisme yang dipelopori oleh Piaget (1952) dan Vygotsky (1978), pembelajaran adalah proses aktif di mana siswa membangun pengetahuan mereka sendiri melalui interaksi dengan lingkungan. AR mendukung pendekatan konstruktivis dengan menyediakan lingkungan belajar yang interaktif dan memungkinkan siswa untuk berinteraksi langsung dengan materi pembelajaran. Menurut Mayer (2009) menyatakan bahwa pembelajaran akan lebih efektif jika informasi disajikan dalam bentuk visual dan verbal. AR menyediakan representasi visual yang kaya dan dinamis, sehingga dapat membantu siswa memahami konsep-konsep yang sulit secara lebih mudah. Sementara (Sweller, 1988), menyarankan bahwa beban kognitif yang terlalu tinggi dapat menghambat pembelajaran. AR dapat mengurangi beban kognitif dengan menyajikan informasi yang relevan secara visual dan interaktif, sehingga memudahkan siswa untuk memproses dan memahami materi.

Berdasarkan kajian teori di atas, penggunaan alat peraga berbasis AR dalam pembelajaran matematika memiliki potensi besar untuk meningkatkan hasil belajar siswa. AR dapat membantu

siswa memahami konsep-konsep matematika yang abstrak dengan lebih mudah melalui visualisasi yang jelas dan interaktif. Selain itu, AR juga dapat meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran, yang pada akhirnya akan berdampak positif pada hasil belajar mereka. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi pengaruh penggunaan alat peraga berbasis AR terhadap hasil belajar matematika siswa SD.

METODE

Penelitian ini menggunakan desain kuantitatif dengan pendekatan pre-eksperimen dalam bentuk *one group pretest-posttest design*. Dalam desain ini, hanya ada satu kelompok subjek penelitian yang akan diberikan pretest sebelum perlakuan dan posttest setelah perlakuan. Perlakuan yang dimaksud dalam hal ini adalah pembelajaran materi bangun ruang atau dimensi tiga menggunakan alat peraga yang telah dilengkapi dengan teknologi *augmented reality* atau AR. Desain ini digunakan untuk mengetahui pengaruh penggunaan alat peraga berbasis *Augmented Reality* (AR) terhadap hasil belajar matematika siswa SD. Subjek penelitian adalah siswa kelas IV di salah SDN Palrejo 1 Sumobito Jombang. Jumlah sampel yang digunakan sebanyak 33 siswa yang dipilih melalui teknik sampel jenuh, yaitu teknik penentuan yang menjadikan semua populasinya menjadi sampel (Sugiono, 2017).

Peneliti mempersiapkan penelitian dengan Menyusun rencana pembelajaran yang akan diterapkan dalam perlakuan, termasuk materi dimensi tiga yang akan disampaikan menggunakan alat peraga berbasis AR. Instrumen penelitian berupa tes hasil belajar matematika yang terdiri dari soal-soal yang mengukur kemampuan siswa sebelum dan sesudah penggunaan alat peraga AR divalidasi sebelum digunakan serta Mengembangkan alat peraga berbasis AR sesuai dengan materi matematika yang dipilih. Sebelum diberikan perlakuan, siswa akan diberikan pretest untuk mengukur kemampuan awal mereka dalam memahami materi matematika yang akan diajarkan. Pretest ini bertujuan untuk mengetahui tingkat pemahaman siswa terhadap materi dimensi tiga sebelum penggunaan alat peraga AR. Dalam perlakuan, Siswa akan mengikuti pembelajaran matematika menggunakan alat peraga berbasis AR. Sesi pembelajaran ini dirancang untuk berlangsung selama 3 pertemuan. Setelah pembelajaran selesai, siswa akan diberikan posttest yang sama dengan pretest untuk mengukur perubahan hasil belajar setelah diberikan perlakuan.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah tes hasil belajar matematika yang disusun berdasarkan kompetensi dasar yang diajarkan. Tes ini berbentuk pilihan ganda dan esai, yang dirancang untuk mengukur kemampuan kognitif siswa dalam memahami konsep-konsep matematika yang diajarkan menggunakan alat peraga AR. Data yang diperoleh dari hasil pretest dan posttest akan dianalisis menggunakan teknik statistik inferensial. Uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah

uji t (paired sample t-test) untuk melihat apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara skor pretest dan posttest. Uji ini dilakukan dengan menggunakan software statistik seperti SPSS. Uji deskriptif terhadap data hasil pretest dan posttest dilakukan untuk mengetahui perbandingan antar keduanya. Sebelum Uji t dilaksanakan, didahului dengan uji normalitas dan homogenitas terlebih dahulu. Hasil uji t digunakan untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh yang signifikan dari penggunaan alat peraga berbasis AR terhadap hasil belajar matematika siswa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukannya pretest, perlakuan, dan posttest, langkah pertama dalam pengolahan data adalah melakukan uji deskriptif terhadap data pretest dan posttest hasil belajar matematika siswa. pengolahan data statistik deskriptif diolah dengan bantuan program SPSS mendapat data nilai maksimum, minimum, rata-rata serta simpangan baku dan varian. Uji deskriptif dilakukan Untuk mengetahui perbandingan hasil belajar siswa pada pretest dan posttest. Hal ini ditujukan untuk membandingkan serta mengetahui hasil selisih perbedaan yang telah diberikan kepada kedua test. Tabel berikut menunjukkan hasil analisis statistic deskriptif data skor pretest dan posttest siswa.

Tabel 1 Hasil Uji Deskriptif

Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Hasil Pretest	31	57.58	7.624	1.369	54.78	60.38	45	75
Hasil Posttest	33	83.03	6.840	1.191	80.61	85.46	70	100
Total	64	70.70	14.689	1.836	67.03	74.37	45	100

Berdasarkan hasil uji deskriptif diperoleh Rata-rata hasil posttest (83.03) jauh lebih tinggi dibandingkan dengan rata-rata hasil pretest (57.58). Ini menunjukkan bahwa terdapat peningkatan yang signifikan dalam hasil belajar setelah penggunaan alat peraga berbasis Augmented Reality. Standar deviasi hasil posttest (6.840) lebih rendah dibandingkan dengan hasil pretest (7.624), menunjukkan bahwa hasil posttest lebih terfokus di sekitar rata-rata, sementara hasil pretest lebih menyebar. Skor minimum pada posttest (70) lebih tinggi dibandingkan dengan skor minimum pada pretest (45), yang mengindikasikan bahwa semua siswa mengalami peningkatan hasil belajar setelah intervensi. Secara keseluruhan, data ini mendukung hipotesis bahwa penggunaan alat peraga berbasis Augmented Reality dapat meningkatkan hasil belajar matematika siswa SD. Selanjutnya dilakukan uji normalitas terhadap data pretest dan posttest untuk memastikan bahwa kedua data normal. Tabel berikut menyajikan hasil uji normalitas.

Tabel 2 hasil uji normalitas

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Data Pretest Siswa	.131	33	.162	.951	33	.146
Data Posttest Siswa	.186	33	.005	.942	33	.080

a. Lilliefors Significance Correction

Karena ukuran sampel berada di bawah 50, uji normalitas yang lebih tepat untuk digunakan adalah **Shapiro-Wilk**. Pada data pretest hasil belajar siswa diperoleh nilai p-value > 0.05, sehingga H_0 diterima yang berarti data pretest berdistribusi normal. Pada data posttest hasil belajar siswa diperoleh nilai p-value > 0.05 yang diartikan bahwa data posttest juga berdistribusi normal. Karena baik data pretest maupun posttest berdistribusi normal, Ini berarti asumsi normalitas terpenuhi. Selanjutnya dilakukan uji homogenitas sebelum dilaksanakan uji paired t-test.

Tabel 3 hasil uji homogenitas

Test of Homogeneity of Variances			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.427	1	62	.516

Uji Levene digunakan untuk menguji asumsi homogenitas varians, yaitu apakah varians dari dua atau lebih kelompok data adalah sama. Hasil uji homogenitas menunjukkan p-value dari uji Levene adalah 0.516, yang lebih besar dari 0.05. hal ini menunjukkan bahwa varians antara kelompok pretest dan posttest adalah homogen. Karena asumsi homogenitas varians terpenuhi, maka uji hipotetis menggunakan uji *paired t-test* dapat dilaksanakan. Berikut adalah tabel hasil uji t.

Tabel 4 hasil uji paired t-test

Paired Samples Test									
		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Data Pretest Siswa - Data Posttest Siswa	-25.758	2.538	.442	-26.657	-24.858	-58.310	32	.000

Berdasarkan tabel hasil uji "Paired Samples Test" di atas, diketahui nilai Sig. (2-tailed) adalah sebesar $0,000 < 0,05$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima. Sehingga dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan rata-rata antara Pretest hasil belajar siswa dengan Posttest yang artinya ada pengaruh

penggunaan alat peraga berbasis augmented reality terhadap hasil belajar matematika siswa sekolah dasar. Berdasarkan tabel output "Paired Samples Test" di atas juga memuat informasi tentang nilai "Mean Paired Differences " adalah sebesar -25.758. Nilai ini menunjukkan selisih antara rata-rata hasil belajar Pretest dengan rata-rata hasil belajar Posttest dan selisih perbedaan tersebut antara -26.657 sampai dengan -24.858.

Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan signifikan dalam hasil belajar matematika siswa SD setelah menggunakan alat peraga berbasis Augmented Reality (AR). Hal ini dapat dilihat dari perbandingan antara nilai rata-rata pretest dan posttest, di mana rata-rata nilai posttest (83.03) jauh lebih tinggi dibandingkan dengan rata-rata nilai pretest (57.58). Peningkatan ini mengindikasikan bahwa penggunaan AR sebagai alat peraga memberikan dampak positif dalam memfasilitasi pemahaman konsep-konsep matematika yang lebih baik dan meningkatkan keterlibatan siswa selama proses belajar.

Penelitian sebelumnya mendukung temuan ini, di mana penggunaan teknologi AR dalam pendidikan telah terbukti meningkatkan hasil belajar dan keterlibatan siswa. Misalnya, penelitian oleh Wu et al. (2013) menyatakan bahwa AR memungkinkan siswa untuk memvisualisasikan konsep-konsep abstrak secara lebih konkret dan interaktif, yang pada gilirannya meningkatkan pemahaman mereka terhadap materi yang diajarkan. Penelitian oleh Bujak et al. (2013) menunjukkan bahwa penggunaan AR dalam pembelajaran geometri membantu siswa memahami sifat-sifat bentuk tiga dimensi dengan lebih baik melalui manipulasi langsung objek virtual. Hal ini menunjukkan bahwa AR dapat berperan penting dalam menjembatani kesenjangan antara abstraksi matematis dan pemahaman siswa.

Alat peraga berbasis AR menawarkan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan imersif dibandingkan dengan metode konvensional. Interaktifitas ini memungkinkan siswa untuk secara langsung berinteraksi dengan objek matematika dalam lingkungan virtual, yang dapat membantu mereka memahami konsep-konsep yang sulit dengan lebih baik. Menurut penelitian oleh Moyer-Packenham & Westenskow (2013), manipulatif virtual seperti AR dapat meningkatkan motivasi siswa untuk belajar dan membuat pembelajaran lebih menyenangkan, yang pada akhirnya berkontribusi pada hasil belajar yang lebih baik. Penelitian oleh Cheng & Tsai (2013) menunjukkan bahwa AR dapat membantu dalam menyampaikan pembelajaran yang lebih adaptif dan responsif terhadap kebutuhan individu siswa, yang pada akhirnya dapat meningkatkan hasil belajar secara keseluruhan. Selain itu, peningkatan keterlibatan ini juga dapat dijelaskan melalui teori pembelajaran konstruktivis, di mana siswa lebih mudah memahami dan menginternalisasi konsep ketika mereka aktif terlibat dalam proses pembelajaran. Dengan AR, siswa dapat mengalami pembelajaran berbasis

pengalaman yang memungkinkan mereka untuk mengeksplorasi dan memanipulasi konsep matematika secara langsung.

Uji normalitas menggunakan Shapiro-Wilk menunjukkan bahwa data pretest dan posttest berdistribusi normal, dengan $p\text{-value} > 0.05$, yang memenuhi asumsi untuk melakukan uji *paired t-test*. Selain itu, uji homogenitas varians melalui Levene's Test juga menunjukkan bahwa varians kedua kelompok adalah homogen ($p\text{-value} = 0.516$). Dengan terpenuhinya asumsi-asumsi ini, hasil uji *paired t-test* menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara hasil pretest dan posttest, yang menguatkan kesimpulan bahwa AR memberikan pengaruh positif terhadap hasil belajar siswa.

Meskipun hasil penelitian menunjukkan dampak positif, tantangan tetap ada dalam penerapan AR di sekolah dasar, terutama terkait dengan biaya perangkat keras dan perangkat lunak, serta kebutuhan pelatihan bagi guru untuk memanfaatkan teknologi ini secara efektif. Namun, peluang untuk memperluas penggunaan AR dalam pendidikan sangat besar, terutama dalam hal menyediakan pengalaman belajar yang dipersonalisasi dan mendukung pembelajaran di luar kelas tradisional.

Sebagaimana diungkapkan (Zheng et al., 2019)), teknologi pendidikan seperti AR tidak hanya meningkatkan hasil belajar tetapi juga menawarkan potensi untuk menjembatani penyampaian materi yang belum dapat diterima dengan baik oleh siswa. Oleh karena itu, penting bagi pendidik untuk mempertimbangkan integrasi AR dalam pembelajaran terutama untuk materi yang membutuhkan visualisasi tinggi.

SIMPULAN

Penelitian ini secara jelas menunjukkan bahwa penggunaan alat peraga berbasis *Augmented Reality* memiliki pengaruh yang signifikan dalam meningkatkan hasil belajar matematika siswa SD. Peningkatan ini didorong oleh kemampuan AR untuk menyediakan pengalaman belajar yang interaktif dan imersif, yang membantu siswa memahami konsep-konsep matematika dengan lebih baik. Namun, agar manfaat AR dapat dirasakan secara luas, diperlukan upaya untuk mengatasi tantangan dalam penerapannya di sekolah.

REFERENSI

- Aldrich, C. (2009). *Learning Online with Games, Simulations, and Virtual Worlds: Strategies for Online Instruction*. IGI Global.
- Azuma, R. T. (1997). A Survey of Augmented Reality, Presence. *Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355–385.
- Billinghurst, M., & Duenser, A. (2012). Augmented Reality in the Classroom. *Computer*, 45. <https://doi.org/doi: 10.1109/MC.2012.111>
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals*. David McKay Company, Inc.

- Bujak, K. R., Radu, I., Catrambone, R., Macintyre, B., Zheng, R., & Golubski, G. (2013). A psychological perspective on augmented reality in the mathematics classroom. *Computers & Education*, 68, 536–544.
- Cai, S., Chiang, F. K., & Wang, X. (2017). Using augmented reality to enhance student learning in a mathematics course: A case study of probability theory. *Educational Technology & Society*, 20(1), 133–144.
- Cai, S., Wang, X., & Chiang, F. K. (2016). A case study of augmented reality in supporting student's learning experience in a mathematics class. *Educational Media International*, 53(4), 290–302.
- Cheng, K. H., & Tsai, C. C. (2013). Affordances of augmented reality in science learning: Suggestions for future research. *Journal of Science Education and Technology*, 22(4), 449–462.
- Dienes, Z. P. (1973). *The Six Stages in The Process of Learning Mathematics*. NFER.
- Ibáñez, M. B., & Delgado-Kloos, C. (2018). Augmented reality for STEM learning. A Systematic Review. *Computers and Education*, 123, 109–123.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.002>
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia Learning: Prinsip dan Aplikasi*. Pustaka Pelajar.
- Moyer-Packenham, P. S., & Westenskow, A. (2013). Effects of virtual manipulatives on student achievement and mathematics learning. *International Journal of Virtual and Personal Learning Environments*, 4(3), 35–50.
- Piaget, J. (1952). *The origins of intelligence in children*. International Universities Press.
- Sugiono. (2017). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Suydam, M. N., & Higgins, J. L. (1977). *Activity-based learning in elementary school mathematics: Recommendations from research*. ERIC Center for Science, Mathematics, and Environmental Education.
- Sweller, J. (1988). Cognitive Load during Problem Solving: Effects on Learning. *Journal of Cognitive Science*, 12, 257–285.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y., & Liang, J. C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62(1), 41–49.
- Zheng, B., Lin, C. H., & Kwon, J. B. (2019). Mobile-assisted language learning and students' achievement: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 28(100284).