



Efektivitas Flipped Classroom Berbantuan Augmented Reality dalam Meningkatkan Pemahaman Matematis Siswa SMP

Dhia Rafif, Redi Hermanto, Dedi MuhtadiPendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Siliwangi, Kota Tasikmalaya, Indonesia
E-mail: 192151043@student.unsil.ac.id

ABSTRACT

This study addresses the persistent issue of low mathematical understanding among secondary school students, particularly in the context of spatial geometry, which is often hindered by the abstract nature of the material and the limitations of conventional teaching methods. The research aims to examine the effectiveness of a Flipped Classroom model supported by Augmented Reality in enhancing students' mathematical comprehension. Employing a quantitative experimental approach with a one-shot case study design, the study involved eighth-grade students at SMP Negeri 19 Tasikmalaya, who participated in a series of learning activities utilizing digital resources and interactive visualizations through Augmented Reality applications. Data on students' mathematical understanding were collected via post-instruction written tests and analyzed descriptively and statistically. The findings reveal that the integration of Flipped Classroom and Augmented Reality substantially improved students' mathematical understanding, with an average post-test score of 82.8 and ninety percent of participants meeting or exceeding the minimum mastery criteria. Further analysis showed that 67% of students demonstrated high mathematical understanding, while 23% and 10% fell into moderate and low categories, respectively. The results confirm that this integrated instructional model is both effective and practical for addressing the challenges of abstract mathematical concepts, promoting independent learning, and fostering higher-order thinking skills. The study recommends broader implementation and further research with larger samples and diverse contexts to optimize the impact of technology-assisted mathematics education.

Keywords: Flipped Classroom; Augmented Reality; mathematical understanding; spatial geometry

PENDAHULUAN

Pendidikan memegang peran sentral dalam membangun kualitas sumber daya manusia yang unggul, sebagaimana tercantum dalam Undang-Undang Sistem Pendidikan Nasional Nomor 20 Tahun 2003 Pasal 3, yang menekankan pentingnya pengembangan peserta didik agar beriman, bertakwa, berakhlaq mulia, berilmu, sehat, cakap, kreatif, mandiri, demokratis, dan bertanggung jawab. Dalam konteks ini, matematika menempati posisi strategis sebagai salah satu mata pelajaran pokok yang tidak hanya berfungsi sebagai wahana pengembangan nalar logis, kritis, dan kreatif, melainkan juga sebagai fondasi utama dalam penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi. Matematika, dengan karakteristiknya yang abstrak dan sistematis, menuntut adanya pemahaman mendalam serta keterampilan berpikir tingkat tinggi dari peserta didik. Namun, fakta di lapangan menunjukkan bahwa pemahaman matematis siswa SMP di Indonesia, khususnya pada materi bangun ruang sisi datar, masih jauh dari harapan. Berbagai studi melaporkan rendahnya capaian kognitif peserta didik, misalnya Putra dkk. (2018) menemukan bahwa 41,67% siswa berada pada kategori tingkat kognitif rendah, sedangkan penelitian Alzanatul Umam dan Zulkarenaen (2022) menunjukkan rata-rata pemahaman konsep matematis siswa kelas IX hanya mencapai 35,90%. Hal ini diperparah oleh hasil ulangan harian di SMP Negeri 19 Tasikmalaya yang selama tiga tahun berturut-turut menunjukkan persentase siswa yang mencapai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) hanya berkisar 27-28%.

Kesenjangan pemahaman matematis tersebut tidak lepas dari karakter abstrak materi geometri,

khususnya bangun ruang sisi datar, yang memerlukan kemampuan visualisasi dan representasi spasial yang kuat. Peserta didik kerap mengalami kesulitan dalam mengklasifikasikan objek berdasarkan sifatnya, memahami maksud soal, menerapkan simbol dan prosedur, serta mengaitkan konsep dengan permasalahan kontekstual (Agustini & Pujiastuti, 2020; Wijaya et al., 2018). Selain itu, pembelajaran matematika di sekolah cenderung masih berpusat pada guru, bersifat monoton, dan kurang memberikan ruang bagi peserta didik untuk aktif membangun pemahaman secara mandiri maupun kolaboratif (Yulianty, 2019; Hendriana, Rohaeti, & Sumarmo, 2018). Keterbatasan waktu dan interaksi di kelas semakin membatasi pendalaman konsep, sehingga banyak peserta didik merasa bosan dan kurang termotivasi. Kondisi ini mendorong perlunya inovasi model pembelajaran yang mampu mengatasi hambatan tersebut dan menumbuhkan kemandirian belajar serta keterampilan berpikir tingkat tinggi pada peserta didik.

Salah satu model pembelajaran yang berkembang pesat dalam dekade terakhir dan dinilai mampu menjawab tantangan tersebut adalah Flipped Classroom (FC). Model FC merupakan bagian dari pendekatan blended learning yang memadukan pembelajaran daring dan luring, di mana peserta didik mempelajari materi secara mandiri di rumah melalui video atau bahan ajar digital, sementara waktu di kelas dimanfaatkan untuk diskusi, pembahasan soal, dan penerapan konsep dalam tugas atau proyek (Apriska &

Sugiman, 2020; Steele, 2013). FC terbukti meningkatkan partisipasi aktif peserta didik, memaksimalkan waktu interaksi tatap muka, dan menumbuhkan kemampuan berpikir kritis serta pemecahan masalah (Fedistia Redia & Musdi, 2020; Siregar, Harahap, & Elindra, 2019). Namun, implementasi FC dalam pembelajaran matematika di Indonesia menghadapi sejumlah tantangan, terutama terkait motivasi dan kesiapan peserta didik dalam belajar mandiri, serta kesulitan memahami materi yang bersifat abstrak tanpa bantuan visualisasi yang memadai (Kristanti, Isnarto, & Mulyono, 2019; Novita Fatmiyati & Dadang Juandi, 2023).

Untuk mengatasi tantangan tersebut, integrasi teknologi Augmented Reality (AR) dalam pembelajaran matematika mulai banyak dikaji dan diimplementasikan. AR merupakan teknologi yang memungkinkan penggabungan objek virtual 2D atau 3D ke dalam lingkungan nyata secara interaktif dan real-time, sehingga peserta didik dapat memvisualisasikan konsep abstrak secara konkret dan imersif (Mustaqim & Kurniawan, 2017; Ukkas, Andrea, & Deny, 2016). Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penggunaan AR dalam pembelajaran matematika dapat meningkatkan pemahaman konsep, kemampuan spasial, serta motivasi belajar peserta didik (Albar, Susilawati, & Fatmawati, 2022; Nurwijaya, 2022). AR juga efektif dalam membantu peserta didik memahami karakteristik bangun ruang, memanipulasi objek, serta mengaplikasikan rumus luas permukaan dan volume secara langsung (Larasati & Widayarsi, 2021; Muwahiddah, Asikin, & Mariani, 2019). Namun, sebagian besar penelitian masih terbatas pada pengembangan media atau aplikasi berbasis AR, dan belum secara komprehensif mengkaji efektivitas integrasi AR dalam model pembelajaran FC untuk peningkatan pemahaman matematis siswa SMP.

Kajian literatur menunjukkan bahwa baik FC maupun AR memiliki potensi signifikan dalam meningkatkan hasil belajar matematika. FC memberikan fleksibilitas dan kemandirian belajar, sementara AR menawarkan pengalaman belajar yang lebih konkret, visual, dan interaktif. Penelitian-penelitian terdahulu seperti yang dilakukan oleh Cahyaningrum & Windia (2023) dan Ikarihayati, Purnomo, & Pamenan (2023) telah mengkaji penggunaan AR bersama model pembelajaran inovatif, namun kajian integratif antara FC dan AR dalam konteks materi bangun ruang sisi datar masih sangat terbatas. Selain itu, sebagian besar penelitian masih berfokus pada aspek pengembangan media atau peningkatan motivasi belajar, belum banyak yang secara spesifik mengukur efektivitas kombinasi kedua pendekatan ini terhadap indikator pemahaman matematis, seperti mengklasifikasikan objek, menggunakan prosedur, dan mengaplikasikan konsep (Jihad & Haris, 2010; Arikunto, 2014).

Kesenjangan penelitian (research gap) yang teridentifikasi adalah belum adanya studi eksperimental yang secara sistematis menguji efektivitas model Flipped Classroom berbantuan Augmented Reality (FCAR) dalam meningkatkan pemahaman matematis peserta didik pada materi bangun ruang sisi datar di tingkat SMP, khususnya di lingkungan sekolah negeri seperti SMP Negeri 19 Tasikmalaya. Selain itu, belum tersedia data empiris mengenai proporsi peserta didik yang mencapai KKM setelah diterapkan model pembelajaran FCAR, serta bagaimana distribusi pemahaman matematis peserta didik berdasarkan

indikator yang telah ditetapkan. Novelty penelitian ini terletak pada integrasi model FC dan teknologi AR yang secara simultan diterapkan untuk membangun pemahaman konseptual dan prosedural peserta didik secara lebih efektif, serta analisis kategorisasi pemahaman matematis secara mendalam berdasarkan data hasil belajar.

Urgensi penelitian ini semakin tinggi mengingat kebutuhan akan model pembelajaran inovatif yang adaptif terhadap perkembangan teknologi, sekaligus mampu meningkatkan kualitas pembelajaran matematika secara signifikan. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi acuan bagi guru, sekolah, dan pemangku kepentingan pendidikan dalam mengadopsi model pembelajaran berbasis teknologi untuk meningkatkan kualitas dan daya saing pendidikan matematika di era digital. Selain itu, penelitian ini dapat memberikan kontribusi teoritis dalam pengembangan model pembelajaran berbasis FCAR serta praktik terbaik implementasinya di lingkungan pendidikan menengah. Dengan demikian, penelitian ini bukan hanya menawarkan solusi terhadap permasalahan rendahnya pemahaman matematis peserta didik, melainkan juga memperkaya khazanah kajian pendidikan matematika berbasis teknologi di Indonesia.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas model pembelajaran Flipped Classroom berbantuan Augmented Reality terhadap pemahaman matematis peserta didik SMP pada materi bangun ruang sisi datar. Secara khusus, penelitian ini akan menganalisis apakah minimal 75% peserta didik dalam satu kelas mampu mencapai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) setelah mengikuti pembelajaran dengan model FCAR, serta mendeskripsikan tingkat pemahaman matematis peserta didik berdasarkan indikator mengklasifikasikan objek, menggunakan prosedur, dan mengaplikasikan konsep. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan desain One-Shot Case Study, di mana satu kelompok peserta didik diberikan perlakuan FCAR dan hasilnya diukur melalui tes pemahaman matematis (Sugiyono, 2018).

Rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah: "Apakah model pembelajaran Flipped Classroom berbantuan Augmented Reality efektif terhadap pemahaman matematis peserta didik pada materi bangun ruang sisi datar di SMP Negeri 19 Tasikmalaya?" Penelitian ini diharapkan dapat menjawab rumusan masalah tersebut secara komprehensif, serta memberikan implikasi praktis dan teoretis yang signifikan bagi pengembangan pembelajaran matematika di era digital. Seluruh rangkaian penelitian didukung oleh landasan teoritis dan temuan-temuan empiris yang telah dikaji secara kritis dalam kajian pustaka, sehingga memberikan pijakan yang kuat untuk pelaksanaan dan interpretasi hasil penelitian.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen untuk menguji efektivitas model pembelajaran Flipped Classroom berbantuan Augmented Reality (AR) terhadap pemahaman matematis peserta didik pada materi bangun ruang sisi datar. Desain penelitian yang digunakan adalah One-Shot Case Study, di mana satu kelompok peserta didik diberikan perlakuan berupa penerapan model pembelajaran Flipped Classroom berbantuan AR, kemudian dilakukan pengukuran hasil melalui tes pemahaman matematis (Sugiyono, 2018). Populasi penelitian adalah seluruh peserta didik kelas VIII SMP Negeri 19 Tasikmalaya tahun ajaran 2022/2023, dengan pemilihan sampel dilakukan secara purposive sampling berdasarkan kriteria kelas yang mayoritas siswanya memiliki smartphone dengan sistem operasi minimal Android 5 serta kesiapan mengikuti pembelajaran berbasis teknologi (Handayani dalam Kurniawansyah, Yuniar, & Rahim, 2022; Sugiyono, 2018).

Instrumen utama penelitian berupa tes uraian pemahaman matematis yang telah dikembangkan sesuai indikator kemampuan mengklasifikasikan objek, menggunakan prosedur, dan mengaplikasikan konsep matematis (Jihad & Haris, 2010). Instrumen ini telah diuji validitas dan reliabilitasnya dengan menggunakan korelasi produk momen Karl Pearson untuk validitas, serta Alpha Cronbach untuk reliabilitas (Siregar, 2017; Sugiyono, 2018). Validitas soal dikonfirmasi melalui nilai t hitung > t tabel pada taraf signifikansi 5%, sedangkan reliabilitas instrumen dinyatakan baik jika koefisien Alpha Cronbach melebihi t tabel pada tingkat signifikansi yang sama.

Prosedur pengumpulan data diawali dengan pemberian perlakuan kepada kelompok sampel melalui sintak

model Flipped Classroom berbantuan AR. Peserta didik mempelajari materi dan video pembelajaran serta menggunakan aplikasi AR secara mandiri di rumah, kemudian melakukan diskusi dan eksplorasi konsep di kelas dengan bimbingan guru menggunakan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang dilengkapi marker AR. Setelah proses pembelajaran, peserta didik diberikan tes pemahaman matematis sebagai posttest untuk mengukur hasil belajar. Seluruh data yang diperoleh dari hasil tes dikumpulkan secara sistematis dan dianalisis menggunakan analisis deskriptif kuantitatif. Penskoran didasarkan pada rubrik pemahaman matematis, dan hasilnya dikategorikan ke dalam tiga tingkat, yaitu tinggi, sedang, dan rendah (Arikunto, 2014).

Analisis data juga melibatkan uji prasyarat seperti uji normalitas menggunakan Chi-Square untuk memastikan distribusi data, serta uji hipotesis dengan uji proporsi satu pihak kanan guna menentukan efektivitas model pembelajaran. Kriteria efektivitas ditetapkan jika minimal 75% peserta didik mencapai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) pada tes pemahaman matematis (Arikunto, 2014; Jihad & Haris, 2010). Seluruh prosedur penelitian dilakukan dengan memperhatikan prinsip etika penelitian, memastikan kerahasiaan dan kerelaan partisipasi peserta didik. Dengan rancangan dan prosedur yang sistematis ini, penelitian diharapkan dapat direplikasi oleh peneliti lain serta memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan model pembelajaran matematika berbasis teknologi di tingkat SMP.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas model pembelajaran Flipped Classroom berbantuan Augmented Reality (FCAR) terhadap pemahaman matematis peserta didik pada materi bangun ruang sisi datar di SMP Negeri 19 Tasikmalaya. Subjek penelitian adalah peserta didik kelas VIII yang dipilih menggunakan teknik purposive sampling dengan kriteria kepemilikan smartphone (minimal Android 5) dan kesiapan mengikuti pembelajaran berbasis teknologi. Penelitian dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2022/2023 dengan jumlah sampel 30 peserta didik.

Lokasi penelitian merupakan sekolah negeri di kawasan urban Kota Tasikmalaya, Jawa Barat. Seluruh proses pembelajaran berlangsung dalam kondisi ruang kelas yang memadai, didukung fasilitas internet dan perangkat digital untuk implementasi aplikasi Augmented Reality (AR). Pengumpulan data dilakukan melalui tes pemahaman matematis berupa 3 soal uraian yang telah teruji validitas dan reliabilitasnya.

Pembelajaran berlangsung selama lima pertemuan. Sintak model FCAR terdiri atas kegiatan belajar mandiri di rumah menggunakan video pembelajaran dan aplikasi AR, diikuti diskusi serta eksplorasi materi di kelas dengan bimbingan guru dan penggunaan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) bermarker AR. Setelah proses pembelajaran, peserta didik mengikuti posttest pemahaman matematis.

Pada pertemuan awal, beberapa peserta didik masih belum terbiasa dengan model pembelajaran ini. Hal ini tercermin dalam kutipan dari peserta didik, "Saya awalnya bingung harus belajar video sendiri di rumah, biasanya kan dijelaskan di kelas dulu," (Inisial: RF). Namun, setelah beberapa pertemuan, terjadi peningkatan adaptasi dan antusiasme. Salah satu peserta didik menyampaikan, "Dengan aplikasi AR, saya jadi bisa melihat bentuk bangun ruang lebih jelas, tidak hanya membayangkan," (Inisial: MA). Sebelum melakukan analisis lebih lanjut, dilakukan uji normalitas terhadap data hasil posttest menggunakan uji Chi-Square pada taraf signifikansi 5%. Hasil uji menunjukkan nilai $X^2_{hitung} = 6,315$ dan $X^2_{tabel} = 7,814$. Karena $X^2_{hitung} < X^2_{tabel}$, maka data hasil penelitian berdistribusi normal.

Setelah perlakuan, diperoleh data nilai posttest pemahaman matematis dengan rentang nilai 50–100 dan rata-rata kelas sebesar 82,8. Data skor dikategorikan ke dalam tiga kelompok: Tinggi ($\geq 8,0$), Sedang ($6,0 \leq X < 8,0$), dan Rendah ($< 6,0$) berdasarkan pedoman Arikunto (2014). Tabel berikut menyajikan distribusi skor peserta didik:

Tabel 1. Distribusi Kategori Pemahaman Matematis Peserta Didik

Kategori	Rentang Skor	Jumlah Peserta	Persentase (%)
Tinggi	$\geq 8,0$	20	67
Sedang	6,0–7,9	7	23
Rendah	$< 6,0$	3	10
Total	30		100

Sebanyak 67% peserta didik mencapai kategori Tinggi, 23% kategori Sedang, dan 10% kategori Rendah. Pencapaian ini menunjukkan mayoritas peserta didik berhasil memahami materi secara optimal. Kriteria efektivitas pembelajaran dalam penelitian ini ditetapkan apabila minimal 75% peserta didik mencapai nilai KKM (75). Berdasarkan hasil posttest, sebanyak 27 dari 30 peserta didik (90%) memperoleh nilai sama atau di atas KKM. Kutipan dari salah satu peserta didik yang berhasil, “Setelah belajar pakai AR, saya jadi lebih paham rumus volume dan bisa mengerjakan soal dengan lebih cepat,” (Inisial: ZN). Uji hipotesis dilakukan menggunakan uji proporsi satu pihak kanan untuk menguji apakah proporsi peserta didik yang mencapai KKM signifikan secara statistik. Hipotesis yang diuji adalah:

- H_0 : Model FCAR tidak efektif ($p < 75\%$)
- H_1 : Model FCAR efektif ($p > 75\%$)

Diperoleh nilai $Z_{hitung} = 1,897$, sedangkan $Z_{tabel} = 1,645$ pada $\alpha = 0,05$. Karena $Z_{hitung} > Z_{tabel}$, maka H_0 ditolak. Dengan demikian, model Flipped Classroom berbantuan AR dinyatakan efektif dalam meningkatkan pemahaman matematis peserta didik.

Pengukuran pemahaman matematis didasarkan pada tiga indikator utama (Jihad & Haris, 2010): mengklasifikasikan objek, menggunakan prosedur, dan mengaplikasikan konsep/algoritma. Distribusi hasil per indikator disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 2. Persentase Kategori Pemahaman Matematis per Indikator

Indikator	Tinggi (%)	Sedang (%)	Rendah (%)
Mengklasifikasikan objek	73	23	3
Menggunakan prosedur/operasi	67	30	3
Mengaplikasikan konsep/algoritma	53	33	13

Berdasarkan data di atas, indikator mengklasifikasikan objek memiliki pencapaian tertinggi pada kategori Tinggi (73%). Hal ini didukung oleh kutipan peserta didik, “Melihat model 3D di aplikasi AR membuat saya lebih mudah membedakan bentuk dan sifat-sifat bangun ruang,” (Inisial: DH).

Indikator menggunakan prosedur juga menunjukkan pencapaian tinggi (67%), sementara indikator mengaplikasikan konsep sedikit lebih rendah (53%). Sebagian peserta didik masih mengalami kesulitan dalam mengaplikasikan konsep ke dalam penyelesaian masalah kontekstual, sebagaimana diungkapkan oleh informan, “Saya masih bingung saat menghitung volume kalau soalnya cerita,” (Inisial: AL).

Pembahasan hasil penelitian ini bertujuan memberikan pemaknaan mendalam atas temuan

empiris terkait efektivitas model pembelajaran Flipped Classroom berbantuan Augmented Reality (FCAR) dalam meningkatkan pemahaman matematis peserta didik pada materi bangun ruang sisi datar di SMP Negeri 19 Tasikmalaya. Pada bagian ini, penulis secara sistematis mengaitkan hasil penelitian dengan teori, kerangka konseptual, dan hasil-hasil penelitian terdahulu yang telah diuraikan pada bagian pendahuluan serta kajian pustaka. Selain itu, diskusi ini menyoroti kontribusi, signifikansi, serta batasan penelitian dan implikasi praktis bagi pengembangan pembelajaran matematika berbasis teknologi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran FCAR secara signifikan meningkatkan pemahaman matematis peserta didik. Berdasarkan hasil posttest, rata-rata nilai yang dicapai adalah 82,8, jauh melampaui Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) sebesar 75. Secara klasikal, 90% peserta didik mencapai atau melampaui KKM, yang secara statistik memenuhi kriteria efektivitas model pembelajaran (minimal 75% peserta didik tuntas). Selain itu, kategorisasi pemahaman matematis menunjukkan 67% peserta didik berada pada kategori tinggi, 23% sedang, dan hanya 10% rendah.

Temuan ini mengindikasikan bahwa integrasi model Flipped Classroom dengan dukungan Augmented Reality mampu menjadi solusi inovatif atas rendahnya pemahaman matematis yang selama ini menjadi masalah utama dalam pembelajaran matematika di Indonesia, khususnya pada materi yang bersifat abstrak seperti bangun ruang sisi datar.

Model Flipped Classroom menekankan pembelajaran mandiri di luar kelas (melalui video, bahan ajar digital) dan optimalisasi waktu tatap muka di kelas untuk diskusi, kolaborasi, serta pemecahan masalah. Prinsip ini selaras dengan kerangka teori yang dikemukakan Apriska & Sugiman (2020) dan Steele (2013), yang menegaskan bahwa FC meningkatkan partisipasi aktif, pemahaman materi, serta mengakomodasi perbedaan karakteristik peserta didik. Hasil penelitian ini mendukung temuan Darwani, Hafriani, & Angkat (2023), Fedistia Redia & Musdi (2020), serta Fianingrum et al. (2022), yang menyatakan FC efektif meningkatkan kemampuan pemahaman konsep matematis dan penalaran siswa.

Lebih lanjut, temuan ini menguatkan hasil penelitian Kristanti, Isnarto, & Mulyono (2019) dan Novita Fatmiyati & Dadang Juandi (2023), di mana Flipped Classroom berbantuan teknologi digital terbukti meningkatkan pemahaman konsep dan berpikir kritis matematis. Dalam konteks penelitian ini, penggunaan AR sebagai media pendukung dalam model FC secara nyata memberikan kontribusi pada peningkatan pemahaman matematis, terutama dalam aspek visualisasi dan eksplorasi konsep geometri yang abstrak.

Literatur menegaskan bahwa Augmented Reality memiliki potensi besar untuk meningkatkan pemahaman konsep, literasi matematika, serta kemampuan spasial siswa (Aditama, Adnyana, & Ariningsih, 2019; Albar, Susilawati, & Fatmawati, 2022; Ukkas, Andrea, & Deny, 2016). Dalam penelitian ini, AR digunakan untuk memvisualisasikan objek bangun ruang melalui Marker Based Tracking yang diintegrasikan ke dalam Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), sehingga konsep yang sebelumnya abstrak menjadi konkret, interaktif, dan mudah dipahami.

Penemuan ini sejalan dengan hasil penelitian Mustaqim & Kurniawan (2017), Larasati & Widayarsi (2021), serta Cahyaningrum & Windia (2023), yang menyimpulkan bahwa penggunaan AR dalam pembelajaran matematika dapat meningkatkan keterlibatan siswa, motivasi belajar, serta mempermudah pemahaman materi yang kompleks. Dalam konteks penelitian ini, peserta didik tidak hanya lebih tertarik dan termotivasi, tetapi juga menunjukkan peningkatan kemampuan dalam mengklasifikasikan objek, memilih prosedur, serta mengaplikasikan konsep matematis.

Salah satu kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi simultan Flipped Classroom dan Augmented Reality (FCAR), yang belum banyak diteliti secara mendalam di Indonesia pada materi bangun ruang sisi datar. Hasil penelitian ini membuktikan efektivitas model FCAR, sebagaimana juga diindikasikan dalam penelitian Cahyaningrum & Windia (2023), di mana integrasi FC dan AR secara signifikan meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa.

Penelitian ini juga konsisten dengan hasil Syajili & Maman (2021), yang menemukan bahwa Flipped Classroom efektif meningkatkan kemampuan matematis selama masa pembelajaran daring di masa pandemi, serta temuan Wulandari (2017) mengenai optimalisasi e-learning berbasis FC. Namun, penelitian ini menambahkan dimensi baru berupa pengalaman belajar visual dan interaktif dengan AR, yang terbukti mampu mengatasi kesulitan visualisasi dan pemahaman konsep yang selama ini menjadi tantangan utama dalam pembelajaran geometri.

Indikator pemahaman matematis yang digunakan dalam penelitian ini (mengklasifikasikan objek, menggunakan prosedur, dan mengaplikasikan konsep) diadaptasi dari Jihad & Haris (2010), dan digunakan pula dalam penelitian-penelitian sebelumnya (Putra et al., 2018; Alzanatul Umam & Zulkarenaen, 2022; Agustini & Pujiastuti, 2020). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada indikator mengklasifikasikan objek, mayoritas peserta didik (73%) berada pada kategori tinggi. Hal ini mendukung temuan Putra et al. (2018) yang menyoroti pentingnya klasifikasi objek dalam membangun pemahaman konseptual, serta menegaskan bahwa pendekatan visual-eksploratif seperti AR sangat efektif untuk aspek ini.

Pada indikator menggunakan prosedur, 67% peserta didik juga berada pada kategori tinggi, memperkuat argumen Jihad & Haris (2010) dan Sari & Yuniati (2018) mengenai perlunya latihan prosedural yang kontekstual. Sementara pada indikator mengaplikasikan konsep, 53% peserta didik berada pada kategori tinggi, yang walaupun lebih rendah dibanding dua indikator lain, tetap menunjukkan peningkatan signifikan dibandingkan temuan Alzanatul Umam & Zulkarenaen (2022) di mana rata-rata pemahaman konsep matematis siswa hanya 35,90%.

Dengan demikian, hasil penelitian ini mendukung dan memperluas temuan sebelumnya, menunjukkan bahwa model FCAR tidak hanya meningkatkan hasil belajar secara umum, tetapi juga memberikan dampak positif pada seluruh indikator pemahaman matematis.

Secara umum, hasil penelitian ini selaras dengan mayoritas penelitian terdahulu mengenai efektivitas Flipped Classroom dan Augmented Reality dalam meningkatkan pemahaman matematis siswa. Namun demikian, terdapat beberapa aspek pembeda yang perlu dicermati.

Pertama, pada penelitian ini ditemukan bahwa indikator mengaplikasikan konsep masih menjadi tantangan, dengan proporsi peserta didik kategori tinggi yang lebih rendah dibanding indikator lainnya. Temuan ini sedikit berbeda dengan hasil Setianingrum & Novitasari (2015) serta Wijaya et al. (2018), yang menunjukkan peningkatan signifikan pada aspek aplikasi konsep melalui model pembelajaran berbasis diskusi atau pemecahan masalah. Kemungkinan penyebabnya adalah keterbatasan waktu implementasi, perbedaan karakteristik peserta didik, serta kebutuhan adaptasi lebih lanjut pada penggunaan teknologi AR dalam soal-soal aplikasi yang kompleks.

Kedua, penelitian ini menegaskan bahwa keterlibatan dan kesiapan peserta didik dalam pembelajaran mandiri di rumah (sintak Flipped Classroom) menjadi faktor kunci keberhasilan. Hal ini mengafirmasi temuan Steele (2013) dan Priansa (2017), yang menekankan pentingnya motivasi dan disiplin belajar mandiri dalam implementasi FC. Pada pertemuan awal, ditemukan sebagian peserta didik kurang disiplin membaca materi sebelum kelas, sehingga guru perlu menerapkan tindakan tegas untuk menumbuhkan kebiasaan belajar mandiri.

Ketiga, hasil penelitian ini tidak sepenuhnya sejalan dengan temuan Agustini & Pujiastuti (2020) yang menyoroti tingginya kesulitan siswa dalam memahami soal cerita dan mengaplikasikan simbol matematis. Integrasi AR dalam penelitian ini terbukti membantu mengatasi sebagian besar kendala tersebut, terutama dalam memvisualisasikan objek dan prosedur, meskipun untuk soal-soal aplikasi kompleks tetap memerlukan pendampingan intensif.

Penelitian ini memberikan kontribusi teoretis dan praktis yang penting bagi pengembangan pembelajaran matematika di Indonesia, khususnya pada jenjang SMP. Secara teoretis, penelitian ini memperkuat dan memperluas kerangka pemikiran bahwa model pembelajaran berbasis teknologi, khususnya integrasi Flipped Classroom dan Augmented Reality, efektif meningkatkan pemahaman matematis peserta didik. Model FCAR yang diimplementasikan mampu menjembatani kesenjangan

antara kebutuhan visualisasi konsep dan tuntutan kemandirian belajar.

Secara praktis, hasil penelitian ini dapat dijadikan rujukan bagi guru, sekolah, dan pemangku kepentingan pendidikan dalam memilih dan mengembangkan strategi pembelajaran inovatif yang adaptif terhadap kemajuan teknologi. Guru didorong untuk berperan sebagai fasilitator, memanfaatkan teknologi untuk meningkatkan kualitas pembelajaran, serta merancang LKPD interaktif yang terintegrasi dengan AR. Sementara itu, peserta didik mendapatkan pengalaman belajar yang lebih menarik, interaktif, dan bermakna, yang pada akhirnya meningkatkan hasil belajar dan motivasi mereka dalam belajar matematika.

Signifikansi penelitian ini juga terletak pada pemberian rekomendasi model pembelajaran alternatif yang mampu meningkatkan kualitas pembelajaran matematika secara menyeluruh, termasuk dalam hal pengembangan literasi digital, kemandirian belajar, dan keterampilan pemecahan masalah

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan mengenai efektivitas model pembelajaran Flipped Classroom berbantuan Augmented Reality (FCAR) dalam meningkatkan pemahaman matematis peserta didik SMP pada materi bangun ruang sisi datar, dapat disimpulkan bahwa penerapan model FCAR terbukti efektif. Hal ini ditunjukkan oleh capaian rata-rata nilai posttest peserta didik yang melampaui Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM), di mana 90% peserta didik mencapai atau melampaui batas ketuntasan yang ditetapkan. Secara lebih rinci, kategori pemahaman matematis peserta didik terbagi menjadi 67% pada kategori tinggi, 23% pada kategori sedang, dan hanya 10% pada kategori rendah. Hasil ini mempertegas bahwa integrasi Flipped Classroom dan Augmented Reality mampu mengatasi kendala visualisasi konsep abstrak geometri serta meningkatkan motivasi dan kemandirian belajar siswa. Selain itu, penelitian ini membuktikan bahwa model FCAR tidak hanya efektif secara klasikal, tetapi juga memberikan kontribusi nyata pada aspek indikator pemahaman matematis, yakni kemampuan mengklasifikasikan objek, menggunakan prosedur, dan mengaplikasikan konsep dalam pemecahan masalah. Temuan ini selaras dan memperkuat bukti empiris pada penelitian terdahulu mengenai manfaat teknologi pembelajaran interaktif berbasis AR dan pendekatan pembelajaran flipped classroom dalam ranah pendidikan matematika.

Berdasarkan hasil penelitian dan temuan yang diperoleh, penulis merekomendasikan agar model pembelajaran Flipped Classroom berbantuan Augmented Reality dapat diadopsi dan dikembangkan secara lebih luas dalam pembelajaran matematika, khususnya pada materi yang bersifat abstrak dan membutuhkan visualisasi kuat. Guru dan sekolah diharapkan meningkatkan literasi digital serta mengoptimalkan fasilitas dan infrastruktur pendukung pembelajaran berbasis teknologi, termasuk pelatihan penggunaan AR dan pengelolaan kelas flipped classroom. Orang tua/wali juga diimbau untuk lebih terlibat dalam mendampingi peserta didik saat belajar mandiri di rumah guna menumbuhkan kemandirian dan motivasi belajar. Untuk peneliti selanjutnya, disarankan melakukan penelitian komparatif dengan kelompok kontrol, memperluas cakupan sampel, serta mengembangkan instrumen penilaian pemahaman matematis yang lebih komprehensif dan mendalam, termasuk mengukur aspek afektif dan keterampilan abad ke-21 lainnya. Selain itu, eksplorasi lebih lanjut terkait adaptasi dan respons emosional peserta didik terhadap pembelajaran dengan teknologi canggih seperti AR sangat diperlukan untuk pengembangan strategi pembelajaran inovatif dan inklusif di masa mendatang.

DAFTAR RUJUKAN

- Aditama, G. S., Adnyana, P. B., & Ariningsih, D. (2019). Pengembangan Multimedia Pembelajaran Berbasis Augmented Reality pada Materi Sistem Pencernaan Manusia untuk Siswa SMP. *Jurnal Edutech Undiksha*, 7(2), 1–9.
- Agustini, S., & Pujiastuti, H. (2020). Analisis Kesulitan Siswa dalam Pemahaman Matematis pada Soal Cerita Sistem Persamaan Linear Dua Variabel. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 14(1), 44–55.

- Albar, M., Susilawati, & Fatmawati, E. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality untuk Meningkatkan Literasi Matematika pada Materi Pythagoras. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 11(2), 100–110.
- Alzanatul Umam, N., & Zulkarenaen, S. (2022). Analisis Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa Kelas IX pada Materi Persamaan Linear Dua Variabel. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(2), 1234–1244.
- Apriska, E., & Sugiman. (2020). Tren Penelitian Model Flipped Classroom dalam Pembelajaran Matematika di Indonesia. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 3, 309–316.
- Arikunto, S. (2014). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik* (Edisi Revisi). Jakarta: Rineka Cipta.
- Cahyaningrum, D., & Windia, N. (2023). Penerapan Model Flipped Classroom Berbantuan Augmented Reality untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa SMP. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 12(1), 27–39.
- Cendrianto, H. (2020). Pengaruh Model Discovery Learning Berbantuan Media Augmented Reality terhadap Hasil Belajar Biologi. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 6(2), 241–248.
- Darwani, Hafriani, & Angkat, S. (2023). Efektivitas Model Flipped Classroom terhadap Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa SMP/MTS. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(2), 67–74.
- Daffa, A., & Iriani, T. S. (2022). Pengaruh Flipped Classroom terhadap Hasil Belajar Matematika Siswa. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 11(1), 95–103.
- Fedistia Redia, Y., & Musdi, E. (2020). Efektivitas Flipped Classroom terhadap Penalaran dan Pembelajaran Matematika. *Jurnal Pelangi*, 12(2), 151–157.
- Fianingrum, T. R., Sari, N. A., & Purnomo, Y. W. (2022). Pengaruh Flipped Classroom terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa SMP. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 13(1), 45–54.
- Handayani dalam Kurniawansyah, D., Yuniar, R., & Rahim, M. (2022). Pengaruh Semangat dan Disiplin Kerja terhadap Kinerja Guru. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 3(2), 88–96.
- Hadzami, S., & Maknun, J. (2022). Variasi Model Pembelajaran di Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Dasar*, 13(1), 13–25.
- Hendriana, H., Rohaeti, E. E., & Sumarmo, U. (2018). *Hard Skills, Soft Skills, Berpikir, dan Disposisi Matematik: Teori dan Praktik*. Bandung: Refika Aditama.
- Ikarihayati, S., Purnomo, Y. W., & Pamenan, R. (2023). Penerapan Model Problem Based Learning Berbantuan Augmented Reality untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 14(2), 100–109.
- Jihad, A., & Haris, A. (2010). *Evaluasi Pembelajaran*. Yogyakarta: Multi Pressindo.
- Kartika, D. (2018). Analisis Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis pada Materi Aljabar. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(1), 24–31.
- Kemdikbud. (2013). *Materi Pelatihan Guru Implementasi Kurikulum 2013 SMP*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Kristanti, D., Isnarto, I., & Mulyono, M. (2019). Pengaruh Model Flipped Classroom Berbantuan Android terhadap Pemahaman Konsep Matematis Siswa. *Unnes Journal of Mathematics Education*, 8(2), 158–167.
- Kurniawansyah, D., Yuniar, R., & Rahim, M. (2022). Pengaruh Semangat dan Disiplin Kerja terhadap Kinerja Guru. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 3(2), 88–96.
- Larasati, D., & Widayarsi, P. (2021). Potensi Peningkatan Pemahaman Matematis Berdasarkan Gaya Belajar Siswa melalui Augmented Reality. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 9(1), 11–22.
- Magdalena, S., Widiastuti, R., & Rahmawati, A. (2021). Implementasi Model dan Strategi Pembelajaran Daring Berbasis Multimedia selama Pandemi Covid-19. *Jurnal Pendidikan*, 22(3), 200–210.
- Mulyani, S., Indah, R., & Satria, A. (2018). Analisis Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa SMP pada Materi Bentuk Aljabar. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(1), 19–27.
- Mustaqim, I., & Kurniawan, N. (2017). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality pada Materi Bangun Datar. *Jurnal Edukasi Matematika*, 4(1), 45–55.
- Muawahiddah, A., Asikin, M., & Mariani, S. (2019). Penerapan Project Based Learning Berbasis

- Etnomatematika untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Geometri. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 10(2), 159–167.
- Novita Fatmiyati, N., & Dadang Juandi, D. (2023). Efektivitas Flipped Classroom terhadap Kemampuan Pemahaman Konsep dan Berpikir Kritis Matematis Siswa SMP. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 14(1), 51–60.
- Nur, R., & Kartini, K. (2021). Analisis Pemahaman Konsep Matematis pada Persamaan dan Pertidaksamaan Nilai Mutlak. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 10(2), 111–120.
- Nurwijaya, A. (2022). Penerapan Problem Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Spasial Siswa SMP. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 13(1), 99–108.
- Priansa, D. J. (2017). *Pengembangan Strategi dan Model Pembelajaran Inovatif, Kreatif, dan Prestatif*. Bandung: Alfabeta.
- Princessa Dinda Oktaviana, P. D., & Kirana Prama Dewi, K. P. (2022). Implementasi Model Pembelajaran Daring Berbasis Multimedia selama Pandemi. *Jurnal Pendidikan Dasar*, 12(2), 45–56.
- Putra, Y. M., Kusumah, Y. S., & Juandi, D. (2018). Kemampuan Pemahaman Matematis Siswi SMP pada Materi Bangun Ruang. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 12(2), 151–163.
- Sari, N., & Yuniati, D. (2018). Penerapan Pendekatan Realistic Mathematics Education (RME) untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Matematika. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 9(1), 17–27.
- Setianingrum, R., & Novitasari, A. (2015). Pengaruh Model Thinking Aloud Pair Problem Solving terhadap Pemahaman Matematis Siswa. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(1), 60–70.
- Siregar, S. (2017). *Statistika Deskriptif untuk Penelitian Pendidikan*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Siregar, N. R., Harahap, F., & Elindra, Y. (2019). Meningkatkan Kemampuan Koneksi Matematis melalui Model Flipped Classroom. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(1), 1–13.
- Steele, J. (2013). Five Practical Ways to Implement Flipped Classroom. *Educational Leadership*, 70(6), 60–65.
- Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sumarmo, U. (2010). Berpikir dan Disposisi Matematik: Apa, Mengapa, dan Bagaimana Ditumbuhkembangkan pada Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 1(1), 1–21.
- Suliawati, L., Fakhri, R., & Sugiharta, I. (2020). Efektivitas Flipped Classroom dengan Audio Visual terhadap Berpikir Kreatif Matematis. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 11(1), 78–85.
- Syajili, M. S., & Maman. (2021). Efektivitas Model Flipped Classroom terhadap Kemampuan Matematis Siswa SMP selama Pandemi Covid-19. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 12(2), 71–80.
- Ukkas, A., Andrea, H., & Deny, A. (2016). Pengembangan Media Pembelajaran Bangun Ruang Menggunakan Augmented Reality Berbasis Android dengan Marker Tracking. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(2), 109–116.
- Wahyuni, S., Abbas, N., & Kukuh, R. (2018). Pengaruh Model Discovery Learning terhadap Hasil Belajar Matematika Siswa SMP. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 9(2), 55–64.
- Wijaya, A., Suparta, D., & Rahayu, R. (2018). Analisis Kemampuan Pemahaman Matematis Siswa SMP pada Materi Bangun Ruang Sisi Datar. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(2), 135–145.
- Wulandari, L. (2017). Optimalisasi E-Learning dalam Pembelajaran Matematika melalui Metode Flipped Classroom. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(1), 34–42.
- Yulianty, D. (2019). Pendekatan Pembelajaran Matematika Realistik untuk Pemahaman Konsep Siswa SMP. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 10(2), 180–190.