

2786-Article+Text- 13899-1-6-20250224 turnitin.docx

by Kognitif: JRHOTSPM

Submission date: 15-Mar-2025 01:03PM (UTC+0900)

Submission ID: 2611329699

File name: aandika_2786-Article_Text-13899-1-6-20250224_turnitin.docx (674.2K)

Word count: 4147

Character count: 27446

Abstrak

Teknologi *Augmented Reality* (AR) dapat membantu mahasiswa memahami konsep abstrak dalam bilangan real, seperti batas atas, batas bawah, supremum, infimum, dan aksioma kelengkapan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengeksplorasi efektivitas penggunaan AR dalam meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap konsep tersebut. Kami menggunakan pendekatan studi kasus dengan melibatkan tiga mahasiswa yang telah mengikuti perkuliahan. Data diumpulkan melalui tes esai sebelum dan sesudah penggunaan AR serta wawancara semi-terstruktur. Analisis data dilakukan dengan metode analisis deskriptif dan analisis tematik untuk mengidentifikasi pola perubahan pemahaman mahasiswa setelah menggunakan AR. Hasil penelitian menunjukkan bahwa AR membantu mahasiswa memahami materi dengan lebih baik dibandingkan metode konvensional, karena memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan memungkinkan visualisasi konsep secara dinamis. Mahasiswa merasa lebih mudah memahami hubungan antar elemen dalam bilangan real dan lebih tertarik dalam proses pembelajaran. Namun, kami masih menemukan tantangan dalam menjelaskan konsep supremum dan infimum pada himpunan tak terhingga serta kebutuhan akan desain AR yang lebih optimal. Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa AR memiliki potensi besar dalam meningkatkan pemahaman konsep matematika abstrak. Dengan pengembangan lebih lanjut dan integrasi ke dalam kurikulum, AR dapat menjadi alat pembelajaran yang inovatif dan efektif dalam pendidikan matematika, terutama dalam memahami sifat kelengkapan bilangan real.

Pendahuluan

Pendidikan di era modern terus berkembang pesat, didorong oleh kebutuhan akan inovasi yang tidak hanya meningkatkan efektivitas pembelajaran tetapi juga memperluas akses bagi masyarakat (Junardi, et al., 2023). Di era digital saat ini, teknologi pendidikan telah mengalami perkembangan yang pesat, dengan salah satu inovasi yang paling menjanjikan adalah *Augmented Reality* (AR) (Angraini, et al., 2022). Teknologi *Augmented Reality* (AR) memungkinkan penggabungan elemen digital ke dalam lingkungan nyata, sehingga menciptakan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan menarik (Harini & Pujiriyanto, 2022). Berdasarkan penelitian sebelumnya, penggunaan AR dalam dunia pendidikan dapat meningkatkan motivasi serta keterlibatan siswa, sekaligus membantu mereka dalam memahami konsep-konsep yang bersifat abstrak dengan lebih efektif (Acesta & Nurmawati, 2018).

Sifat kelengkapan pada real $\mathbb{R}$ adalah konsep dasar dalam matematika yang seringkali menjadi kesulitan bagi mahasiswa (Angin, et al., 2024). Konsep ini mengungkapkan bahwa setiap himpunan bilangan real yang terbatas di atas pasti memiliki supremum, yaitu bilangan real terkecil yang lebih besar atau sama dengan seluruh elemen dalam himpunan tersebut (Winanti, 2024). Karakteristik ini menjadikan bilangan real sebagai himpunan yang lengkap, berbeda dengan bilangan rasional yang tidak memenuhi sifat tersebut. Bilangan real, yang biasanya dinotasikan dengan simbol $\mathbb{R}$, merupakan himpunan semua bilangan yang bisa direpresentasikan sebagai nilai pada garis bilangan. Ini termasuk bilangan rasional (bilangan yang bisa dinyatakan sebagai perbandingan dua bilangan bulat) dan bilangan irasional (bilangan yang tidak bisa dinyatakan sebagai pecahan sederhana). Sebagai ilustrasi, himpunan bilangan rasional yang mendekati akar kuadrat dari 2 tidak memiliki supremum dalam bilangan rasional, namun memiliki supremum pada bilangan real, yaitu $\sqrt{2}$. Pemahaman tentang sifat kelengkapan bilangan real sangat penting karena menjadi dasar bagi banyak konsep dalam analisis matematika, seperti barisan Cauchy, limit, dan kekontinuan fungsi. Sifat kelengkapan ini merupakan salah satu dari tiga sifat utama sistem bilangan real, selain sifat aljabar dan sifat urutan (Alwi, 2021). Sifat kelengkapan real merupakan landasan untuk memahami teori limit dan integral Riemann (Khotimah & Sari, 2018).

Akan tetapi beragam kesulitan mahasiswa dalam memahami sifat kelengkapan sering kali disebabkan oleh tingkat abstraksi yang tinggi dari konsep ini (Murniasih & Karimah, 2024). Analisis real secara umum membutuhkan kemampuan berpikir induktif, aksiomatik, dan penalaran tingkat tinggi, yang membuatnya dianggap sebagai salah satu mata kuliah paling sulit di program studi matematika (Alwi, 2021). Oleh karena itu, diperlukan pendekatan pembelajaran yang inovatif untuk membantu mahasiswa memahami konsep ini. Salah satunya melalui penggunaan teknologi *Augmented Reality* (AR). Teknologi *Augmented Reality* (AR) memiliki kemampuan yang signifikan untuk menggambarkan konsep-konsep abstrak, termasuk sifat kelengkapan bilangan real. Melalui *Augmented Reality* (AR), mahasiswa dapat secara interaktif melihat representasi visual dari batas atas dan batas bawah, supremum dan infimum atau himpunan bilangan real, yang dapat mempermudah mereka dalam memahami konsep tersebut dengan cara yang lebih intuitif (Rahayu, et al., 2024). Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki bagaimana penerapan AR dapat memperbaiki pemahaman mahasiswa maupun meningkatkan pemahaman mahasiswa mengenai sifat kelengkapan bilangan real.

Sifat Kelengkapan Bilangan Real

Sifat kelengkapan bilangan real adalah salah satu konsep dasar dalam matematika yang sering kali menjadi kendala bagi mahasiswa. Konsep ini menyatakan bahwa setiap himpunan bilangan real yang terbatas memiliki batas atas dan batas bawah yang menunjukkan bahwa tidak ada celah atau kekosongan dalam garis bilangan real (Nufus, 2019). Dengan kata lain, garis bilangan real dapat dipandang sebagai struktur yang padat, di mana setiap titik pada garis tersebut dapat diisi oleh bilangan real tanpa adanya ruang kosong di antaranya.

Pentingnya pemahaman tentang sifat kelengkapan ini tidak bisa diabaikan, terutama bagi mahasiswa yang mempelajari kalkulus dan analisis. Banyak dari mereka mengalami kesulitan dalam memahami penerapan konsep ini dalam berbagai konteks matematika (Murniasih & Karimah, 2024). Oleh karena itu, pengajaran yang efektif mengenai sifat kelengkapan bilangan real sangat diperlukan untuk membantu mahasiswa menghadapi tantangan ini dan membangun dasar yang kuat untuk studi matematika lanjutan.

Penelitian ini berfokus pada tiga sifat utama dari kelengkapan bilangan real $\mathbb{R}$, yaitu batas atas dan batas bawah, supremum dan infimum, serta aksioma kelengkapan. Batas atas adalah nilai maksimum yang dapat dicapai oleh elemen dalam himpunan, sedangkan batas bawah adalah nilai minimum yang tidak dapat dilampaui. Supremum adalah bilangan real terkecil yang lebih besar atau sama dengan semua elemen dalam himpunan, sementara infimum adalah bilangan terbesar yang lebih kecil atau sama dengan semua elemen. Aksioma kelengkapan menyatakan bahwa setiap himpunan bilangan real yang terikat di atas memiliki supremum di dalam bilangan real itu sendiri, menjadikan $\mathbb{R}$ lengkap dan berbeda dari bilangan rasional. Ketiga sifat ini penting untuk memahami struktur dan karakteristik bilangan real dalam analisis matematika.

Konsep batas atas dan batas bawah dalam himpunan bilangan real diperkenalkan sebagai berikut. Definisi 1.1. Contohnya, S sebagai himpunan tak kosong dan merupakan bagian dari $\mathbb{R}$. Himpunan S dikatakan terbatas ke atas kalau terdapat suatu bilangan $u \in \mathbb{R}$ sehingga setiap elemen s dalam S memenuhi $s \leq u$. Bilangan u dikatakan batas atas S . Sebaliknya, S disebut terbatas ke bawah bila terdapat bilangan $w \in \mathbb{R}$ sedemikian sehingga setiap elemen s dalam S memenuhi $w \leq s$. Bilangan w dikatakan sebagai batas bawah dari S . Himpunan dikatakan terbatas bila memiliki batas atas sekaligus batas bawah. Kalau tidak memenuhi salah satu dari keduanya, maka disebut

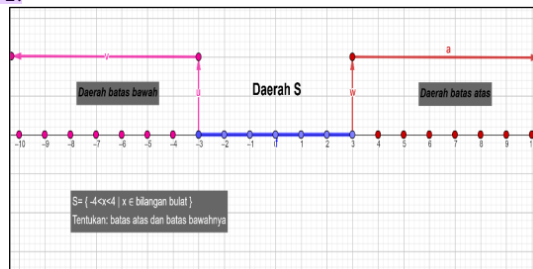
sebagai himpunan yang tak terbatas. Misalnya, himpunan $S = \{x \in \mathbb{R} : x < 3\}$ merupakan himpunan yang terbatas ke atas karena bilangan 3, serta setiap bilangan yang lebih besar dari 3, dapat menjadi batas atasnya. Namun himpunan ini tak memiliki batas bawah, sehingga dikategorikan sebagai himpunan yang tidak terbatas ke bawah. Oleh karena itu, S merupakan himpunan yang tidak terbatas.

Dapat ditunjukkan bahwa setiap himpunan tak kosong (R) memiliki batas atas pasti mempunyai batas atas terkecil. Sifat ini dikenal sebagai sifat kelengkapan pada (R), yang juga sering disebut sebagai Aksioma Supremum. 1.3.6. Sifat Kelengkapan (R). Jika suatu himpunan tak kosong S subset R memiliki batas atas, maka supremumnya selalu ada. Dengan kata lain, terdapat suatu u elemen R sehingga $u = \sup S$. Akibat 1.3.7. Apabila suatu himpunan tak kosong S subset R memiliki batas bawah, maka infimumnya juga pasti ada. Artinya, terdapat w elemen R sedemikian sehingga $w = \inf S$. Bukti. Misalnya, T adalah himpunan tak kosong yang terbatas ke bawah, dengan T subset R . Selanjutnya, kita definisikan himpunan baru S sebagai $S = \{-t : t \in T\}$, karena T terbatas ke bawah, maka himpunan S pasti terbatas ke atas dan tidak kosong. Berdasarkan Aksioma Supremum, supremum dari S ada, misalnya $u = \sup S$. Dengan demikian, diperoleh bahwa $-u = \inf T$ (Usman, 2020).

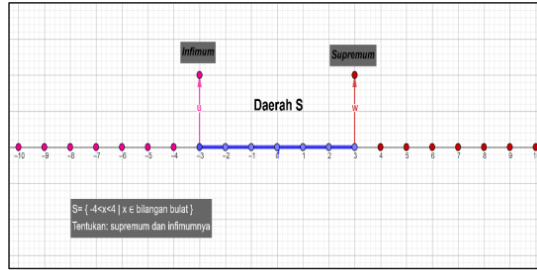
Augmented Reality (AR)

Augmented Reality (AR) sebagai teknologi yang memungkinkan penggabungan objek virtual 2D maupun 3D ke dalam lingkungan yang nyata yaitu 3D, selanjutnya memproyeksikannya bersamaan di dunia nyata. AR merujuk pada suatu lingkungan yang mengintegrasikan elemen dunia nyata dan dunia digital dengan bantuan komputer, sehingga batas antara keduanya menjadi samar (Karimah, Abidin, & El-Haris, 2024). Teknologi ini dikembangkan dengan menambahkan lapisan virtual ke dalam dunia nyata yang memberikan informasi tambahan yang kemudian dipadukan untuk menciptakan pengalaman yang lebih interaktif (Nur & Ningrum, 2023).

Penelitian ini menggunakan teknologi Augmented Reality (AR) untuk memvisualisasikan konsep sifat kelengkapan bilangan real R . AR memungkinkan penggabungan elemen digital ke dalam lingkungan nyata, sehingga konsep seperti batas atas, batas bawah, supremum, infimum, dan aksioma kelengkapan dapat divisualisasikan secara interaktif. Dengan AR, garis bilangan dan titik-titik yang relevan dapat ditampilkan secara dinamis, memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik dan mendalam. Berikut ini contoh tampilan atau visualisasi pada materi menentukan batas atas dan batas bawah, supremum dan infimum, dan aksioma kelengkapan pada bilangan Real. Namun, visualisasi dari aksioma kelengkapan pada bilangan real adalah mencakup dari Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Visualisasi batas atas dan batas bawah



Gambar 2. Visualisasi Supremum dan Infimum

GeoGebra merupakan salah satu aplikasi yang bisa digunakan menjadi media pembelajaran matematika. GeoGebra sebagai program pada komputer untuk membantu belajar matematik terkhususnya geometri juga aljabar (Ziatdinov & Valles Jr, 2022). Mahasiswa diberi kesempatan untuk secara aktif membangun pemahaman mereka dalam geometri dan aljabar. Program ini membantu untuk membuat visualisasi sederhana dari berbagai konsep geometri, membantu mereka dalam menemukan, mengungkapkan, serta merepresentasikan ide atau gagasan matematika yang dimiliki. Sebagai perangkat lunak yang bersifat dinamis dan interaktif, GeoGebra mendukung eksplorasi yang luas terhadap berbagai konsep dalam matematik. Kemampuan ini merangsang pemikiran mahasiswa, terutama dalam bidang geometri, aljabar, dan kalkulus (Maf' ulah, Wulandari, Jauhariyah, & Ngateno, 2021). Sejumlah penelitian mengenai penggunaan aplikasi GeoGebra telah dilakukan sebelumnya. Salah satunya membahas pengaruh GeoGebra terhadap hasil belajar matematika. Hasil penelitian tersebut menunjukkan adanya perbedaan hasil belajar antara siswa yang menggunakan GeoGebra dalam proses pembelajaran dan siswa yang belajar dengan metode konvensional (Suhaifi, Ruffi i, & Karyono, 2022).

GeoGebra membuat mahasiswa untuk aktif dalam membangun pemahaman geometri dan aljabar. Program ini dapat membuat visualisasi sederhana dari konsep-konsep geometri, sehingga memudahkan mahasiswa untuk menemukan, mengemukakan, dan membuat representasi matematika dari ide-ide, gagasan, atau pemikiran matematika yang dimiliki oleh mahasiswa (Afhami, 2022). Para mahasiswa akan belajar dengan melibatkan lebih banyak indera, yang dapat meningkatkan tingkat keberhasilan mereka dalam belajar. Selain itu, GeoGebra dapat membantu proses pembelajaran menjadi lebih menarik dan efektif, sebab fokusnya bukan pada penghafalan, melainkan pada pemahaman materi yang lebih mendalam.

Metode

Jenis Penelitian

Penelitian ini memakai pendekatan kualitatif dengan metode studi kasus. Studi kasus dipilih karena memudahkan eksplorasi mendalam terhadap pemahaman mahasiswa mengenai sifat kelengkapan bilangan real (R) setelah diberikan media pembelajaran berbasis Augmented Reality (AR). Metode kualitatif bertujuan untuk memahami fenomena secara holistik dengan menggali pengalaman, pemikiran, dan persepsi subjek penelitian dalam konteks tertentu (Waruwu, 2024). Studi kasus dipilih karena sifatnya

yang mendalam dan komprehensif dalam meneliti suatu fenomena dalam konteks kehidupan nyata (Assyakurhohim, Ikhran, Sirodj, & Afgani, 2023).

3 Populasi dan Sampel

Subjek dalam penelitian ini yaitu tiga orang mahasiswa yang sudah mengetahui konsep sifat kelengkapan bilangan real pada mata kuliah Analisis Real. Pemilihan subjek dilakukan secara purposif, yaitu teknik sampling yang memilih partisipan dengan karakteristik tertentu sesuai dengan tujuan penelitian (Firmansyah, 2022). Mahasiswa yang dipilih harus memiliki dasar pemahaman terhadap analisis real agar dapat memberikan wawasan mendalam mengenai efektivitas AR dalam pembelajaran konsep-konsep abstrak dalam matematika.

3 Instrumen

Penelitian ini menggunakan dua instrumen utama yaitu tes essay dan wawancara. Tes essay sebagai alat untuk ukur pemahaman mahasiswa terhadap konsep batas atas dan batas bawah, supremum dan infimum, serta aksioma kelengkapan pada bilangan real sebelum dan sesudah menggunakan AR. Tes esai dipilih karena mampu menggali pemahaman konseptual mahasiswa secara mendalam (Wahyuni S. , 2019). Wawancara dilakukan untuk memahami pengalaman mahasiswa dalam menggunakan AR sebagai alat bantu pembelajaran. Wawancara semi-terstruktur memberikan fleksibilitas bagi peneliti untuk mengeksplorasi jawaban mahasiswa lebih lanjut sesuai dengan konteks pembelajaran yang mereka alami (Ilham, Zubaidillah, & Khalidi, 2024).

Tabel 1. Tes Essay

Soal Essay	Karakteristik Soal
1. Jika $S \subseteq \mathbb{Z}$ set N . Tentukan batas atas dan batas bawah dari $S = \{n \mid n \in N\}$.	Mahasiswa harus mampu menunjukkan anggota himpunan S dalam garis bilangan pada GeoGebra lalu menunjukkan bilangan yang menjadi batas atas dan batas bawah dari himpunan S dan mampu menuliskan pada kertas jawaban.
2. Misalkan $S = \left\{1 - \frac{(-1)^n}{n} \mid n \in N\right\}$. Tentukan supremum dan infimum S .	Mahasiswa harus mampu menunjukkan anggota himpunan S dalam garis bilangan pada GeoGebra lalu menunjukkan bilangan R sebagai supremum dan infimum S .
3. Jelaskan aksioma kelengkapan R dan mengapa aksioma ini penting dalam analisis matematika.	Mahasiswa harus mampu menjelaskan dalam kertas jawaban alasan aksioma penting dalam analisis matematika dan saling berkaitan aksioma dengan batas atas, batas bawah, supremum, dan infimum.

36
Setiap instrumen evaluasi harus diuji validitas dan reliabilitasnya sebelum digunakan untuk memastikan bahwa instrumen tersebut benar-benar mengukur kemampuan yang diingint dan memberikan hasil yang konsisten (Pugu, et al., 2024). Validitas mengacu pada sejauh mana instrumen mampu mengukur apa yang seharusnya diukur (Matondang, 2009). Dalam instrumen soal esai ini, validitas isi terjamin karena soal mencakup materi penting seperti batas atas, batas bawah, supremum, infimum, dan aksioma kelengkapan, serta mengharuskan mahasiswa menggunakan GeoGebra untuk visualisasi. Validitas konstruksi juga baik karena soal dirancang untuk menguji pemahaman konseptual, bukan sekadar hafalan (Zakiamani, et al., 2020).

Instrumen soal esai ini dapat dikatakan reliabel jika menghasilkan skor yang konsisten dalam berbagai kondisi (Yusuf, 2018). Soal-soal yang menguji konsep batas atas, batas bawah, supremum, infimum, dan aksioma kelengkapan harus memberikan hasil yang stabil saat diberikan dalam dua kesempatan berbeda. Jika mahasiswa dengan pemahaman kuat selalu mendapat skor tinggi dan mahasiswa dengan pemahaman lemah memperoleh skor lebih rendah secara konsisten, maka instrumen ini reliabel (Sukmawati, et al., 2023). Dengan demikian, konsistensi hasil tes dan keseragaman penilaian menunjukkan bahwa instrumen ini memiliki reliabilitas yang baik.

Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dalam beberapa tahap. Tahap pertama adalah pre-test, di mana mahasiswa diberikan soal esai untuk mengukur pemahaman awal mereka mengenai konsep kelengkapan bilangan real. Setelah itu, mahasiswa mengikuti sesi pembelajaran menggunakan GeoGebra Classic berbasis AR, di mana mereka dapat mengamati dan memanipulasi representasi visual dari konsep tersebut dalam bentuk tiga dimensi secara interaktif. Selama sesi pembelajaran, mahasiswa didampingi oleh peneliti untuk memberikan arahan serta mengamati bagaimana mereka berinteraksi dengan aplikasi AR. Setelah sesi pembelajaran selesai, mahasiswa diberikan post-test dengan soal yang sejenis seperti pre-test untuk mengevaluasi apakah ada peningkatan pemahaman setelah penggunaan teknologi AR. Selanjutnya, dilakukan wawancara semi-terstruktur untuk memperoleh data kualitatif mengenai pengalaman mahasiswa dalam menggunakan AR sebagai alat bantu belajar. Wawancara ini direkam dan ditranskripsi untuk dianalisis lebih lanjut.

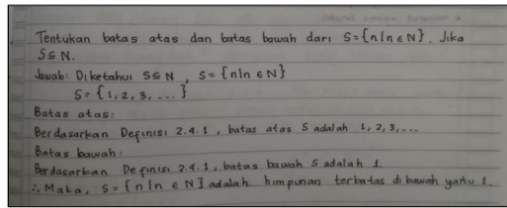
Analisis Data

Analisis data pada penelitian ini dilakukan menggunakan analisis deskriptif dan analisis tematik. Hasil pre-test dan post-test dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan jawaban mahasiswa sebelum dan sesudah intervensi guna melihat apakah terjadi peningkatan pemahaman. Sementara itu, data dari wawancara dianalisis menggunakan pendekatan analisis tematik, di mana transkripsi wawancara dikategorikan ke dalam tema-tema utama yang muncul, seperti manfaat AR dalam membantu pemahaman konsep, tantangan yang dihadapi mahasiswa, serta efektivitas AR dibandingkan dengan metode pembelajaran konvensional. Hasil analisis ini kemudian digunakan untuk menarik kesimpulan mengenai bagaimana AR dapat berkontribusi dalam meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap konsep kelengkapan bilangan real.

Hasil Penelitian

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa subjek penelitian ini yaitu 3 orang mahasiswa yang telah mempelajari konsep sifat kelengkapan pada bilangan real ($\mathbb{R}$) melalui *Augmented Reality* (AR), apakah mengalami peningkatan pemahaman tentang materi tersebut. Peneliti telah memberikan 3 soal tes berbentuk essay dan diwawancara untuk mengetahui pengalaman mahasiswa dalam menggunakan AR sebagai alat bantu pembelajaran serta mengidentifikasi perubahan pemahaman mereka setelah menggunakan media tersebut.

Adapun berikut ini jawaban dari ketiga mahasiswa yang diberi tes berbentuk essay mengenai 3 sifat dari beberapa sifat kelengkapan pada bilangan Real seperti batas atas juga batas bawah, supremum dan infimum, dan aksioma kelengkapan pada bilangan Real.



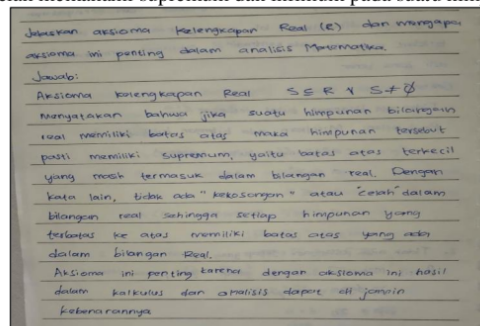
Gambar 3. Jawaban mahasiswa menentukan batas atas dan batas bawah

Berdasarkan jawaban mahasiswa pada gambar 3 diatas, mahasiswa sudah mampu menentukan batas atas juga batas bawah pada tes essay yang diberikan. Subjek menjawab dengan baik dan jelas serta membuat kesimpulan dari jawabannya. Hal ini berarti subjek telah memahami batas atas juga batas bawah dalam suatu himpunan.



Gambar 4. Jawaban mahasiswa menentukan supremum dan infimum

Berdasarkan jawaban mahasiswa pada gambar 4 diatas, mahasiswa sudah mampu menentukan supremum dan infimum dari soal pada tes essay yang diberikan. Subjek menjawab dengan baik dan jelas serta membuat kesimpulan dari jawabannya. Hal ini berarti subjek telah memahami supremum dan infimum pada suatu himpunan.



Gambar 5. Jawaban mahasiswa menjelaskan aksioma kelengkapan Real (R)

Berdasarkan jawaban mahasiswa pada gambar 5 diatas, mahasiswa sudah mampu menjelaskan aksioma kelengkapan Real (R) dari soal pada tes essay yang diberikan. Subjek menjawab dengan baik dan jelas. Hal ini berarti subjek telah memahami dan menjelaskan aksioma kelengkapan Real (R).

Setelah memberikan tes dalam bentuk essay, peneliti mengajukan 3 pertanyaan yang berkaitan dengan pemahaman mahasiswa setelah menggunakan AR pada materi Sifat Kelengkapan Pada Bilangan Real (R). Adapun pertanyaannya ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pertanyaan Wawancara

Pertanyaan Wawancara	Karakteristik Pertanyaan
1. Bagaimana menurut Anda dalam menggunakan teknologi augmented reality untuk memahami materi yang sudah dijelaskan? Apakah lebih membantu dibandingkan metode konvensional?	Mendorong pemikiran kritis mahasiswa tentang kelebihan dan kekurangan <i>augmented reality</i> (AR) dibandingkan metode konvensional dalam pembelajaran. Dan mahasiswa dapat mengetahui AR dapat meningkatkan pemahaman mahasiswa pada materi atau tidak.
2. Jika ada, bagian mana dari materi yang masih kurang jelas meskipun sudah menggunakan augmented reality?	Mahasiswa mencari celah atau keterbatasan AR dalam membantu pemahaman materi. Pertanyaan ini juga mendorong evaluasi kritis terhadap efektivitas AR sebagai alat bantu pembelajaran, serta menyiratkan bahwa meskipun AR memiliki kelebihan, bukan berarti ia sempurna
3. Apakah Anda memiliki saran atau ide untuk meningkatkan penggunaan augmented reality agar lebih efektif dalam pembelajaran?	Mahasiswa dapat mengetahui meskipun AR menawarkan visualisasi dan interaktivitas yang lebih baik, terdapat aspek-aspek tertentu dari materi yang mungkin masih sulit dipahami atau memerlukan metode penjelasan lain.

Adapun jawaban dari subjek yang pertama dari 3 pertanyaan yang diajukan yaitu “Menurut saya Teknologi *augmented reality* ini dapat membantu dalam memahami materi yang sudah dijelaskan, bisa lebih mudah dimengerti karena materi dapat divisualisasikan secara interaktif. Dibandingkan dengan metode konvensional, augmented reality memberikan pengalaman yang lebih praktis, sehingga memudahkan pemahaman dan meningkatkan keterlibatan secara langsung atau nyata.” “Untuk meningkatkan penggunaan augmented reality dalam pembelajaran, mungkin ada beberapa saran yang dapat diterapkan, dalam berbagai mata pelajaran augmented reality juga dapat diterapkan dalam berbagai disiplin ilmu, bukan hanya sains atau matematika, karena untuk memperkaya pengalaman belajar dengan cara yang lebih menarik.”

Adapun jawaban dari subjek yang kedua dari 3 pertanyaan yang yaitu “Ada beberapa kekurangan yang perlu diperhatikan, meskipun AR meningkatkan pengalaman belajar, jika tidak dirancang dengan baik, visualisasi atau interaksi yang diberikan bisa membingungkan atau malah mengalihkan perhatian dari materi utama.” “Meskipun *augmented reality* bisa membantu visualisasi supremum dan infimum, tapi masih ada beberapa bagian mungkin menurut saya masih kurang jelas, seperti supremum dan infimum pada himpunan yang tak terhingga, menurut saya sulit menunjukkan beberapa

konsep batas atas atau bawah yang kadang belum pernah tercapai, terutama kalo himpunannya sangat besar atau tak terhingga. Jadi, diperlukan untuk benar-benar paham.”

Adapun jawaban dari subjek yang ketiga dari 3 pertanyaan yang yaitu “Menurut saya, menggunakan teknologi *augmented reality* (AR) untuk memahami materi bilangan real sangat membantu. Dengan menggunakan AR Geogebra, saya dapat melihat visualisasi dari konsep-konsep batas atas, batas bawah, supremum, dan infimum. Ini membuat saya lebih mudah memahami konsep-konsep tersebut dan dapat memvisualisasikan hubungan antara konsep-konsep tersebut.” “Saya memiliki beberapa saran untuk meningkatkan penggunaan AR dalam pembelajaran bilangan real. Pertama, saya berharap bahwa AR menggunakan Geogebra dapat diintegrasikan dengan lebih baik dengan kurikulum yang sudah ada, sehingga AR dapat menjadi alat pembelajaran yang lebih efektif. Kedua, saya berharap bahwa AR dapat dikembangkan untuk dapat digunakan dalam berbagai bidang studi, tidak hanya dalam bidang matematika. Ketiga, saya berharap bahwa AR dapat menjadi lebih mudah diakses dan digunakan oleh siswa dan guru, sehingga AR dapat menjadi alat pembelajaran yang lebih populer dan efektif.”

Berdasarkan jawaban ketiga subjek, peneliti dapat menyimpulkan bahwa penggunaan *augmented reality* (AR) dalam pembelajaran dinilai sangat membantu karena mampu memvisualisasikan konsep secara interaktif, sehingga memudahkan pemahaman dan membuat pengalaman belajar lebih menarik. AR juga diharapkan dapat diterapkan di berbagai bidang studi dan diintegrasikan dengan kurikulum agar lebih efektif serta mudah diakses oleh mahasiswa ataupun dosen. Namun, beberapa tantangan masih perlu diperhatikan, seperti potensi kebingungan jika desain AR kurang optimal dan kesulitan menjelaskan konsep abstrak seperti supremum dan infimum pada himpunan tak terhingga. Oleh karena itu, pengembangan AR harus dilakukan dengan lebih baik agar dapat menjadi alat pembelajaran yang lebih bermanfaat dan populer.

Ketiga subjek penelitian menunjukkan indikasi bahwa mereka mengalami peningkatan pemahaman materi setelah menggunakan teknologi *augmented reality* (AR). Contohnya, subjek yang pertama menyatakan bahwa AR membantu dalam memahami materi yang telah dijelaskan dengan cara yang lebih interaktif dan praktis. Ini menunjukkan bahwa mereka merasakan manfaat dari penggunaan AR dalam meningkatkan keterlibatan dan pemahaman. Subjek yang kedua juga mengakui bahwa AR dapat membantu visualisasi konsep-konsep tertentu, meskipun mereka mencatat adanya kekurangan dalam menjelaskan beberapa aspek, terutama pada himpunan tak terhingga. Meskipun ada tantangan, pengakuan akan manfaat AR menunjukkan adanya peningkatan pemahaman. Dan subjek yang ketiga secara eksplisit menyatakan bahwa menggunakan AR Geogebra sangat membantu mereka dalam memahami konsep bilangan real, seperti batas atas dan batas bawah. Ini menunjukkan peningkatan pemahaman yang jelas dari pengalaman mereka dengan AR. Secara keseluruhan, meskipun ada beberapa tantangan yang dihadapi, ketiga subjek mengindikasikan bahwa penggunaan AR berkontribusi positif terhadap pemahaman mereka terhadap materi.

Diskusi

Pemanfaatan teknologi *Augmented Reality* (AR), yang sebelumnya lebih sering digunakan dalam bentuk kartu flash atau modul, kini dapat ditingkatkan dengan mengintegrasikannya ke dalam platform media sosial. Langkah ini memungkinkan pembelajaran menjadi lebih interaktif, inklusif, dan menarik bagi peserta didik. Kombinasi AR dengan media sosial membuka peluang baru dalam pengajaran yang lebih kreatif, sesuai dengan perkembangan pendidikan di era digital saat ini. Selain itu, luasnya

jangkauan media sosial dan penggunaannya yang tidak terbatas membuat proses pembelajaran menjadi lebih efektif dan efisien. Penggunaan AR juga berkontribusi positif terhadap pemahaman siswa terhadap materi, karena teknologi ini mampu memvisualisasikan konsep-konsep abstrak secara nyata dan interaktif, sehingga membantu siswa memahami materi dengan lebih baik dan mendalam (Yusup, et al., 2023).

Berdasarkan analisis menggunakan metode Systematic Literature Review (SLR), secara keseluruhan ditemukan bahwa penerapan media pembelajaran berbasis Augmented Reality (AR) dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep yang diajarkan serta meningkatkan minat mereka dalam belajar. Dengan fitur visualisasi tiga dimensi (3D), AR memungkinkan siswa untuk melihat konsep-konsep abstrak secara lebih nyata, sehingga memudahkan mereka dalam memahami materi yang kompleks dan meningkatkan keterlibatan mereka dalam proses pembelajaran (Wiliyanti, Ayu, Noperi, & Suryani, 2024). Dalam bidang pendidikan matematika, pemanfaatan perangkat lunak GeoGebra telah menjadi fokus penelitian bagi banyak akademisi dan terus mengalami perkembangan dalam mendukung proses pembelajaran matematika. Di Indonesia, penggunaan GeoGebra telah diterapkan mulai dari jenjang Sekolah Menengah Pertama (SMP) hingga tingkat perguruan tinggi (Fathurrahman & Fitrah, 2023).

Tingkat literasi digital mahasiswa dalam pembelajaran matematika berbasis GeoGebra menunjukkan hasil yang bervariasi berdasarkan aspek yang dianalisis. Pada aspek sikap belajar, mahasiswa berada dalam kategori tinggi, yang menunjukkan bahwa mereka merasa lebih aman dan menikmati penggunaan media digital dalam proses belajar. Sementara itu, pada aspek sosial-emosional, hasilnya berada pada kategori sangat tinggi, yang mengindikasikan bahwa mahasiswa umumnya mampu berinteraksi dan berkolaborasi dengan baik dalam menyelesaikan tugas akademik (Wahyuni, Fauzan, Yezon, & Musdi, 2022).

Mahasiswa merasa bahwa GeoGebra memiliki peran penting sebagai alat bantu dalam proses pembelajaran pada mata kuliah lainnya. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai pemanfaatan media pembelajaran ini di berbagai mata kuliah. Selain itu, penggunaan GeoGebra juga dapat meningkatkan keterampilan mahasiswa dalam mengoperasikan aplikasi tersebut, yang pada akhirnya berkontribusi terhadap peningkatan kualitas pembelajaran geometri (Pamungkas & Sudihartinih, 2021). Berdasarkan pembahasan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa penerapan media pembelajaran berbasis Augmented Reality (AR) sangat efektif bagi peserta didik dalam mempelajari matematika. Teknologi AR mampu menyajikan visualisasi menarik dalam bentuk objek 3D, yang mendorong interaksi lebih aktif dari siswa selama proses pembelajaran (Meilindawati, Zainuri, & Hidayah, 2023).

Pemanfaatan Augmented Reality dalam dunia pendidikan dapat merangsang pola pikir kritis peserta didik terhadap berbagai permasalahan dan fenomena dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu, AR memungkinkan siswa untuk belajar secara fleksibel, kapan saja dan di mana saja. Dengan kemampuannya dalam memvisualisasikan konsep abstrak menjadi lebih konkret, AR menjadi media pembelajaran yang lebih efektif dalam mencapai tujuan pembelajaran (Mustaqim, 2016).

Simpulan

Teknologi *augmented reality* (AR) ini mempunyai kemampuan sebagai memperdalam pemahaman siswa dengan cara menyajikan visualisasi interaktif yang menarik, terutama dalam konsep seperti batas atas, batas bawah, supremum, infimum, dan

aksioma kelengkapan pada bilangan real. Meskipun berkontribusi memberi keuntungan, namun ada juga tantangan, seperti desain yang tidak optimal dan kesulitan dalam menjelaskan konsep-konsep abstrak. Secara keseluruhan, meskipun ada beberapa tantangan, ketiga subjek menunjukkan bahwa penggunaan Augmented Reality (AR) dengan visualisasi GeoGebra berkontribusi positif terhadap pemahaman mahasiswa terhadap sifat kelengkapan pada bilangan real. Namun, peneliti menyadari adanya kekurangan, seperti keterbatasan dalam menjangkau semua aspek konsep yang diajarkan dan kesulitan peserta dalam mengaitkan visualisasi AR dengan teori. Kekurangan ini menjadi acuan untuk penelitian berikutnya guna meningkatkan efektivitas pembelajaran dengan pendekatan yang lebih menyeluruh. Penelitian selanjutnya dapat berfokus pada beberapa rekomendasi untuk mengatasi kekurangan yang ada, seperti mengembangkan pendekatan yang menggabungkan Augmented Reality (AR) dengan metode pembelajaran lain untuk meningkatkan pemahaman konseptual siswa. Selain itu, penting untuk menciptakan modul pembelajaran AR yang komprehensif, melakukan studi kasus guna memahami kesulitan spesifik siswa dalam mengaitkan visualisasi AR dengan teori, serta mengukur efektivitas AR dalam berbagai disiplin ilmu. Penelitian juga dapat mengeksplorasi integrasi teknologi lain, seperti Virtual Reality (VR) untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih imersif dan interaktif. Dengan langkah-langkah ini, diharapkan efektivitas pembelajaran AR dapat ditingkatkan secara signifikan.

ORIGINALITY REPORT

16%	13%	7%	1%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	text-id.123dok.com Internet Source	1%
2	pdfcoffee.com Internet Source	1%
3	id.scribd.com Internet Source	1%
4	journal.upgris.ac.id Internet Source	1%
5	Yusri Wahyuni, Ahmad Fauzan, Yerizon Yerizon, Edwin Musdi. "Analisis Literasi Digital Mahasiswa dalam Pembelajaran Matematika Berbasis Geogebra", Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika, 2022 Publication	1%
6	Arif Febriyanto, Raden Mohamad Herdian Bhakti, Puji Wahyuningsih. "IMPLEMENTASI AUGMENTED REALITY BERBASIS ANDROID SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN BENDA LANGIT DI SMP N 1 TANJUNG", Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan, 2024 Publication	1%
7	Nur Aminudin, Mutmainah Mutmainah, Afnan Zalfa Salsabila A. "Implementation of Augmented Reality Technology in Android- based Science with Interactive Cards", Jurnal Teknologi Terpadu, 2024	1%

8	eprints.walisongo.ac.id Internet Source	<1 %
9	www.daun.id Internet Source	<1 %
10	Submitted to Universitas Muslim Indonesia Student Paper	<1 %
11	de.scribd.com Internet Source	<1 %
12	indrawanpradinata.wordpress.com Internet Source	<1 %
13	ojs.unm.ac.id Internet Source	<1 %
14	www.scribd.com Internet Source	<1 %
15	zombiedoc.com Internet Source	<1 %
16	Musyafak Musyafak, Muhamad Rifa'i Subhi. "Strategi Pembelajaran Pendidikan Agama Islam dalam Menghadapi Tantangan di Era Revolusi Industri 5.0", Asian Journal of Islamic Studies and Da'wah, 2023 Publication	<1 %
17	Muhammad Subhan. "Pengantar Analisis Real 1", Open Science Framework, 2018 Publication	<1 %
18	fkip.uad.ac.id Internet Source	<1 %
19	Submitted to Academic Library Consortium Student Paper	<1 %

20	ejurnal.iainpare.ac.id Internet Source	<1 %
21	digilib.uinsgd.ac.id Internet Source	<1 %
22	frangao.net Internet Source	<1 %
23	mathcyber1997.com Internet Source	<1 %
24	repository.unhas.ac.id Internet Source	<1 %
25	Khairi Murdy, Nopa Wilyanita. "Media Interaktif Augmented Reality untuk Peningkatan Kemampuan Financial Literacy Anak Usia Dini", Jurnal Obsesi : Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini, 2023 Publication	<1 %
26	buanaindonesia.co.id Internet Source	<1 %
27	toffee.dev Internet Source	<1 %
28	artikelpendidikan.id Internet Source	<1 %
29	digilib.uin-suka.ac.id Internet Source	<1 %
30	download.garuda.ristekdikti.go.id Internet Source	<1 %
31	a-research.upi.edu Internet Source	<1 %
32	biologi.fmipa.unila.ac.id Internet Source	<1 %

33	erwin2h.wordpress.com Internet Source	<1 %
34	id.wikipedia.org Internet Source	<1 %
35	marketnoise.wordpress.com Internet Source	<1 %
36	repository.ub.ac.id Internet Source	<1 %
37	sinta.unud.ac.id Internet Source	<1 %
38	slifelog.wordpress.com Internet Source	<1 %
39	Rikke Kurniawati, Suyatno, Bambang Yulianto, Setya Yuwana Sudikan. "APAKAH AUGMENTED REALITY DAN ARTIFICIAL INTELLIGENCE BERPENGARUH PADA ANTUSIASME DAN AKSEPTANSI PEMBELAJARAN BAHASA SISWA SEKOLAH DASAR?", ETNOLINGUAL, 2024 Publication	<1 %
40	Tasya Oktaviani, Agus Juhana, Agus Juhana. "Penerapan Augmented Reality Pada Pembelajaran Biologi Tentang Sirkulasi Darah : Systematic Literature Review", Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi (JustIN), 2024 Publication	<1 %

Exclude quotes Off
Exclude bibliography Off

Exclude matches Off