

Efektivitas Pembelajaran Adaptif Berbasis Teknologi terhadap Kemampuan Representasi Matematis Siswa

Syamsinar Rabikah^{1*}, Ernawati², A Muhajir Nasir³

^{1) 2)} Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muslim Maros

³⁾ Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Fakultas Ilmu Pendidikan, Universitas Negeri Makassar
sukmawati13062004@gmail.com¹, ernafajar1305@gmail.com², a.muhajir.nasir@unm.ac.id³

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas pembelajaran adaptif berbasis teknologi terhadap kemampuan representasi matematis siswa pada materi barisan dan deret aritmatika. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis penelitian *quasi experiment* dan desain *non-equivalent control group design*. Sampel penelitian terdiri atas siswa kelas X SMAS DDI Alliritengae Maros yang terbagi ke dalam kelas eksperimen dan kelas kontrol. Data dikumpulkan melalui tes kemampuan representasi matematis, lembar observasi aktivitas belajar, dan angket respons siswa. Analisis data dilakukan menggunakan statistik deskriptif dan inferensial melalui uji *independent sample t-test* serta analisis *Normalized Gain (N-Gain)*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa yang mengikuti pembelajaran adaptif berbasis teknologi memperoleh kemampuan representasi matematis yang lebih baik dibandingkan siswa yang mengikuti pembelajaran konvensional. Tingkat peningkatan kemampuan representasi matematis siswa pada kelas eksperimen juga lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Selain itu, aktivitas belajar siswa selama pembelajaran berlangsung berada pada kategori tinggi dan sebagian besar siswa memberikan respons positif terhadap penerapan pembelajaran adaptif berbasis teknologi. Dengan demikian, pembelajaran adaptif berbasis teknologi dapat menjadi alternatif pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan kemampuan representasi matematis dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran matematika.

Kata Kunci : Pembelajaran Adaptif Berbasis Teknologi, Kemampuan Representasi Matematis, Barisan dan Deret Aritmatika, Aktivitas Belajar, Teknologi Pendidikan

Panduan Sitasi : Rabikah, S., Ernawati, & Nasir, A. M. (2026). Efektivitas Pembelajaran Adaptif Berbasis Teknologi terhadap Kemampuan Representasi Matematis Siswa. *Prosiding Seminar Nasional FKIP Universitas Muslim Maros*, 3(1), 124-136.

PENDAHULUAN

Matematika merupakan salah satu mata pelajaran yang memiliki peran penting dalam mengembangkan kemampuan berpikir logis, analitis, kritis, dan sistematis yang diperlukan dalam berbagai aspek kehidupan. Selain berfungsi sebagai alat untuk menyelesaikan masalah, matematika juga menjadi sarana untuk mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi yang mendukung penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000). Oleh karena itu, pembelajaran matematika tidak hanya berorientasi pada penguasaan prosedur perhitungan, tetapi juga pada pengembangan berbagai kemampuan matematis yang memungkinkan siswa memahami, mengomunikasikan, dan menerapkan konsep matematika secara bermakna.

Salah satu kemampuan matematis yang penting untuk dikembangkan adalah kemampuan representasi matematis. Kemampuan representasi matematis merupakan kemampuan siswa dalam menyajikan ide, konsep, dan hubungan matematis ke dalam berbagai bentuk representasi, seperti representasi visual, simbolik, maupun verbal (Goldin, 2002). Menurut NCTM (2000), representasi merupakan salah satu standar proses dalam pembelajaran matematika yang berperan penting dalam

membantu siswa memahami konsep, mengorganisasi pemikiran, mengomunikasikan ide matematika, dan menyelesaikan masalah. Kemampuan representasi yang baik memungkinkan siswa menghubungkan berbagai konsep matematika sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna dan mudah dipahami.

Namun demikian, berbagai penelitian menunjukkan bahwa kemampuan representasi matematis siswa masih tergolong rendah. Banyak siswa mengalami kesulitan dalam mengubah informasi matematika dari satu bentuk representasi ke bentuk representasi lainnya, seperti mengubah masalah verbal ke bentuk simbolik atau menyajikan data dalam bentuk grafik dan diagram (Villegas et al., 2009). Kesulitan tersebut berdampak pada rendahnya pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah matematika. Kondisi ini menunjukkan bahwa proses pembelajaran yang berlangsung belum sepenuhnya mampu memfasilitasi pengembangan kemampuan representasi matematis siswa secara optimal.

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi membuka peluang untuk menghadirkan pembelajaran yang lebih fleksibel, interaktif, dan sesuai dengan kebutuhan siswa. Pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran matematika memungkinkan penyajian materi melalui berbagai bentuk representasi yang dapat membantu siswa memahami konsep secara lebih mendalam (Ainsworth, 2006). Selain itu, teknologi juga memungkinkan siswa memperoleh umpan balik secara langsung dan mengakses sumber belajar yang beragam sehingga proses belajar menjadi lebih efektif (Ma et al., 2014).

Salah satu pendekatan yang berkembang seiring dengan pemanfaatan teknologi dalam pendidikan adalah pembelajaran adaptif berbasis teknologi. Pembelajaran adaptif merupakan pendekatan yang menyesuaikan materi, aktivitas, tingkat kesulitan, dan umpan balik pembelajaran berdasarkan karakteristik, kebutuhan, serta kemampuan masing-masing siswa (Walkington, 2013; Walkington & Bernacki, 2020). Melalui pendekatan ini, siswa memperoleh pengalaman belajar yang lebih personal sehingga dapat belajar sesuai dengan kecepatan dan kebutuhan masing-masing. Pembelajaran yang dipersonalisasi tersebut diyakini mampu meningkatkan keterlibatan siswa, memperkuat pemahaman konsep, dan mendukung perkembangan kemampuan matematis secara lebih optimal (Kulik & Fletcher, 2016).

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa integrasi teknologi dalam pembelajaran memberikan dampak positif terhadap hasil belajar siswa. Ma et al. (2014) menemukan bahwa penggunaan sistem pembelajaran berbasis teknologi dapat meningkatkan efektivitas belajar melalui penyediaan umpan balik yang cepat dan sesuai dengan kebutuhan siswa. Kulik dan Fletcher (2016) juga melaporkan bahwa sistem pembelajaran adaptif berbasis teknologi memberikan pengaruh positif terhadap pencapaian akademik siswa dibandingkan pembelajaran konvensional. Selain itu, Walkington (2013) menunjukkan bahwa pembelajaran yang dipersonalisasi melalui teknologi mampu meningkatkan keterlibatan dan pemahaman siswa terhadap konsep matematika.

Meskipun berbagai penelitian telah menunjukkan efektivitas pembelajaran adaptif berbasis teknologi, kajian yang secara khusus menghubungkan pembelajaran adaptif dengan kemampuan representasi matematis siswa masih relatif terbatas, khususnya pada materi barisan dan deret aritmetika di tingkat sekolah menengah atas. Sebagian besar penelitian terdahulu lebih banyak berfokus pada hasil belajar umum, motivasi belajar, atau kemampuan pemecahan masalah, sedangkan penelitian yang mengkaji kemampuan representasi matematis sebagai variabel utama masih belum banyak dilakukan. Padahal kemampuan representasi matematis merupakan salah satu kemampuan dasar yang penting dalam pembelajaran matematika dan berperan dalam keberhasilan siswa memahami konsep-konsep matematika yang lebih kompleks.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas pembelajaran adaptif berbasis teknologi terhadap kemampuan representasi matematis siswa pada materi barisan dan deret aritmetika. Secara khusus, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan kemampuan representasi matematis, tingkat peningkatan kemampuan representasi matematis, aktivitas belajar, serta respons siswa setelah mengikuti pembelajaran adaptif berbasis teknologi.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis penelitian *quasi experiment* untuk mengkaji efektivitas pembelajaran adaptif berbasis teknologi terhadap kemampuan representasi matematis siswa pada materi barisan dan deret aritmatika. Desain penelitian yang digunakan adalah *non-equivalent control group design*, yang melibatkan dua kelompok, yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kelas eksperimen memperoleh pembelajaran adaptif berbasis teknologi, sedangkan kelas kontrol memperoleh pembelajaran konvensional. Desain penelitian yang digunakan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Desain Penelitian *Non-Equivalent Control Group Design*

Kelompok	Pretest	Perlakuan	Posttest
Eksperimen	O ₁	X	O ₂
Kontrol	O ₃	–	O ₄

Keterangan:

O₁ dan O₃ : *pretest* kemampuan representasi matematis

O₂ dan O₄ : *posttest* kemampuan representasi matematis

X : pembelajaran adaptif berbasis teknologi

Populasi penelitian adalah seluruh siswa kelas X SMAS DDI Alliritengae Maros Tahun Ajaran 2025/2026. Sampel penelitian dipilih menggunakan teknik *purposive sampling* dengan mempertimbangkan kesetaraan kemampuan akademik siswa berdasarkan hasil belajar matematika sebelumnya. Sampel terdiri atas dua kelompok, yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Jumlah sampel pada masing-masing kelompok disesuaikan dengan kondisi kelas yang digunakan dalam penelitian.

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah pembelajaran adaptif berbasis teknologi, sedangkan variabel terikat adalah kemampuan representasi matematis siswa. Kemampuan representasi matematis diukur melalui tiga indikator utama, yaitu representasi visual, representasi simbolik, dan representasi verbal.

Instrumen penelitian terdiri atas tes kemampuan representasi matematis, lembar observasi, dan angket respons siswa. Tes digunakan untuk mengukur kemampuan representasi matematis siswa pada aspek visual, simbolik, dan verbal. Lembar observasi digunakan untuk mengamati aktivitas siswa selama proses pembelajaran berlangsung, sedangkan angket digunakan untuk mengetahui respons siswa terhadap penerapan pembelajaran adaptif berbasis teknologi. Seluruh instrumen telah melalui proses validasi oleh ahli dan diuji reliabilitasnya sebelum digunakan dalam penelitian.

Pengumpulan data dilakukan melalui beberapa tahap. Pada tahap awal, kedua kelompok diberikan *pretest* untuk mengetahui kemampuan awal siswa. Selanjutnya, kelas eksperimen diberikan pembelajaran adaptif berbasis teknologi, sedangkan kelas kontrol mengikuti pembelajaran konvensional. Setelah seluruh rangkaian pembelajaran selesai dilaksanakan, kedua kelompok diberikan *posttest*. Selain itu, observasi dilakukan selama proses pembelajaran berlangsung dan angket diberikan pada akhir pembelajaran.

Data penelitian dianalisis menggunakan statistik deskriptif dan inferensial. Statistik deskriptif digunakan untuk menggambarkan kemampuan representasi matematis siswa, aktivitas belajar, dan respons siswa. Statistik inferensial diawali dengan uji normalitas dan uji homogenitas sebagai uji prasyarat. Selanjutnya dilakukan uji *independent sample t-test* untuk mengetahui perbedaan kemampuan representasi matematis antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Tingkat peningkatan kemampuan representasi matematis siswa dianalisis menggunakan *Normalized Gain (N-Gain)* untuk mengetahui efektivitas pembelajaran yang diterapkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

1. Kemampuan Representasi Matematis Siswa

Kemampuan representasi matematis siswa diukur melalui pemberian *pretest* dan *posttest* pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Pengukuran dilakukan untuk mengetahui perubahan kemampuan siswa setelah mengikuti proses pembelajaran pada materi barisan dan deret aritmatika. Ringkasan hasil *pretest* dan *posttest* disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Hasil Pretest dan Posttest Kemampuan Representasi Matematis

Kelas	Rata-rata Pretest	Rata-rata Posttest	Kategori Peningkatan
Eksperimen	58,40	82,10	Tinggi
Kontrol	57,90	70,25	Sedang

Berdasarkan Tabel 2, rata-rata nilai *pretest* pada kelas eksperimen dan kelas kontrol menunjukkan perbedaan yang relatif kecil. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa kemampuan awal representasi matematis siswa pada kedua kelompok berada pada tingkat yang relatif setara sebelum perlakuan diberikan.

Setelah proses pembelajaran berlangsung, kedua kelompok mengalami peningkatan kemampuan representasi matematis yang ditunjukkan melalui kenaikan rata-rata nilai *posttest*. Namun demikian, capaian rata-rata *posttest* pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Perbedaan tersebut menunjukkan adanya variasi capaian kemampuan representasi matematis siswa setelah mengikuti pembelajaran yang berbeda.

Selain terlihat pada nilai akhir yang diperoleh siswa, perbedaan capaian juga tampak pada kemampuan siswa dalam menyajikan ide matematika melalui berbagai bentuk representasi. Pada kelas eksperimen, siswa menunjukkan perkembangan yang lebih baik dalam penggunaan representasi visual, simbolik, dan verbal dibandingkan kelas kontrol. Sementara itu, siswa pada kelas kontrol masih menunjukkan keterbatasan dalam menghubungkan berbagai bentuk representasi matematika yang digunakan dalam penyelesaian masalah.

Secara umum, hasil tersebut menunjukkan bahwa kemampuan representasi matematis siswa pada kelas eksperimen berada pada tingkat yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol setelah proses pembelajaran selesai dilaksanakan.

2. Peningkatan Kemampuan Representasi Matematis Siswa

Selain dianalisis melalui hasil *pretest* dan *posttest*, peningkatan kemampuan representasi matematis siswa juga dianalisis menggunakan *Normalized Gain (N-Gain)*. Analisis ini digunakan untuk mengetahui tingkat peningkatan kemampuan siswa setelah mengikuti pembelajaran. Hasil perhitungan *N-Gain* disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan N-Gain Kemampuan Representasi Matematis

Kelas	Rata-rata N-Gain	Kategori
Eksperimen	0,57	Sedang–Tinggi
Kontrol	0,29	Rendah–Sedang

Berdasarkan Tabel 3, kedua kelompok mengalami peningkatan kemampuan representasi matematis setelah mengikuti proses pembelajaran. Namun demikian, tingkat peningkatan yang dicapai masing-masing kelompok menunjukkan perbedaan.

Kelas eksperimen memperoleh nilai *N-Gain* yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan representasi matematis siswa pada kelas eksperimen berlangsung pada tingkat yang lebih baik dibandingkan siswa pada kelas kontrol.

Perbedaan tingkat peningkatan tersebut terlihat pada kemampuan siswa dalam menyajikan konsep matematika melalui berbagai bentuk representasi. Pada kelas eksperimen, peningkatan terjadi pada aspek representasi visual, simbolik, dan verbal secara lebih merata. Sementara itu, pada kelas kontrol peningkatan yang terjadi cenderung lebih dominan pada representasi simbolik dibandingkan aspek representasi lainnya.

Temuan ini menunjukkan bahwa perkembangan kemampuan representasi matematis siswa selama proses pembelajaran berlangsung berbeda antara kedua kelompok. Perbedaan tersebut tercermin baik dari hasil belajar akhir maupun dari tingkat peningkatan kemampuan yang dicapai oleh siswa selama penelitian berlangsung.

3. Aktivitas Belajar Siswa

Aktivitas belajar siswa diamati selama proses pembelajaran berlangsung untuk mengetahui tingkat keterlibatan siswa dalam setiap tahapan pembelajaran. Pengamatan dilakukan pada beberapa aspek aktivitas, meliputi partisipasi dalam diskusi, kemampuan mengajukan pertanyaan, keterlibatan dalam menyelesaikan tugas, dan kemampuan menyampaikan hasil kerja. Hasil observasi aktivitas belajar siswa disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Aktivitas Belajar Siswa

Aspek Aktivitas	Kelas Eksperimen (%)	Kelas Kontrol (%)
Mengajukan Pertanyaan	80	65
Berpartisipasi dalam Diskusi	85	68
Menyelesaikan Tugas	88	72
Menyampaikan Hasil Kerja	82	66
Rata-rata Aktivitas	83,75	67,75

Berdasarkan Tabel 4, aktivitas belajar siswa pada kelas eksperimen menunjukkan persentase yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol pada seluruh aspek yang diamati. Perbedaan tersebut terlihat pada aktivitas mengajukan pertanyaan, partisipasi dalam diskusi, penyelesaian tugas, maupun penyampaian hasil kerja.

Rata-rata aktivitas belajar siswa pada kelas eksperimen mencapai 83,75%, sedangkan pada kelas kontrol sebesar 67,75%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa keterlibatan siswa selama proses pembelajaran berlangsung lebih tinggi pada kelas eksperimen dibandingkan kelas kontrol.

Selain itu, aspek menyelesaikan tugas memperoleh persentase tertinggi pada kedua kelompok. Sementara itu, aktivitas mengajukan pertanyaan menunjukkan persentase yang relatif lebih rendah dibandingkan aspek lainnya. Meskipun demikian, seluruh aspek aktivitas belajar pada kelas eksperimen tetap menunjukkan capaian yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol.

4. Hasil Uji Hipotesis

Pengujian hipotesis dilakukan untuk mengetahui perbedaan kemampuan representasi matematis siswa antara kelas eksperimen dan kelas kontrol setelah perlakuan diberikan. Sebelum pengujian hipotesis dilakukan, data telah memenuhi asumsi normalitas dan homogenitas. Hasil pengujian menggunakan uji *independent sample t-test* disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Independent Sample t-Test

Variabel	t hitung	t tabel	Sig.	Keterangan
Kemampuan Representasi Matematis	3,27	2,04	0,002	Signifikan

Berdasarkan Tabel 5, nilai *t* hitung yang diperoleh lebih besar dibandingkan nilai *t* tabel. Selain itu, nilai signifikansi yang diperoleh berada di bawah taraf signifikansi 0,05. Hasil tersebut menunjukkan adanya perbedaan kemampuan representasi matematis antara siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol setelah proses pembelajaran selesai dilaksanakan.

Temuan ini sejalan dengan hasil analisis deskriptif yang menunjukkan adanya perbedaan capaian *posttest* dan tingkat peningkatan kemampuan representasi matematis antara kedua kelompok. Dengan demikian, hasil pengujian statistik mendukung adanya perbedaan hasil belajar yang diperoleh siswa pada kedua kelompok penelitian.

5. Respons Siswa terhadap Pembelajaran Adaptif Berbasis Teknologi

Respons siswa terhadap pembelajaran adaptif berbasis teknologi diperoleh melalui penyebaran angket pada akhir kegiatan pembelajaran. Pengukuran dilakukan untuk mengetahui tanggapan siswa terhadap proses pembelajaran yang telah mereka ikuti. Hasil respons siswa disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Respons Siswa terhadap Pembelajaran Adaptif Berbasis Teknologi

Kategori Respons	Persentase (%)
Sangat Baik	48
Baik	37
Cukup	10
Kurang	5

Berdasarkan Tabel 6, sebagian besar siswa memberikan respons positif terhadap pembelajaran adaptif berbasis teknologi. Kategori sangat baik dan baik memperoleh persentase tertinggi dibandingkan kategori lainnya.

Secara keseluruhan, sebanyak 85% siswa memberikan penilaian positif terhadap pembelajaran yang diterapkan. Sementara itu, persentase siswa yang memberikan respons cukup dan kurang relatif lebih kecil. Distribusi respons tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran yang diterapkan memperoleh penerimaan yang baik dari sebagian besar siswa.

Hasil angket juga menunjukkan bahwa siswa merasa lebih mudah mengikuti pembelajaran, memperoleh kesempatan belajar sesuai kebutuhan, serta lebih aktif dalam memahami materi yang dipelajari. Temuan tersebut menggambarkan adanya respons yang positif terhadap pelaksanaan pembelajaran adaptif berbasis teknologi selama penelitian berlangsung.

Pembahasan

1. Pengaruh Pembelajaran Adaptif Berbasis Teknologi terhadap Kemampuan Representasi Matematis Siswa

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan representasi matematis siswa pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol setelah proses pembelajaran dilaksanakan. Perbedaan tersebut terlihat dari capaian nilai *posttest* yang menunjukkan bahwa siswa yang mengikuti



pembelajaran adaptif berbasis teknologi memperoleh hasil yang lebih baik dibandingkan siswa yang mengikuti pembelajaran konvensional. Temuan ini mengindikasikan bahwa pembelajaran adaptif berbasis teknologi mampu mendukung perkembangan kemampuan representasi matematis siswa pada materi barisan dan deret aritmetika. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi yang disesuaikan dengan kebutuhan belajar siswa dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih efektif dibandingkan pembelajaran yang bersifat seragam bagi seluruh siswa (Kulik & Fletcher, 2016; Ma et al., 2014).

Kemampuan representasi matematis merupakan salah satu kemampuan penting dalam pembelajaran matematika karena memungkinkan siswa menyajikan ide dan konsep matematika dalam berbagai bentuk, seperti representasi visual, simbolik, maupun verbal (Goldin, 2002; Villegas et al., 2009). Menurut National Council of Teachers of Mathematics (2000), representasi merupakan salah satu standar proses yang berperan penting dalam membantu siswa memahami konsep matematika, mengomunikasikan ide, dan menyelesaikan masalah. Representasi matematis juga berfungsi sebagai sarana bagi siswa untuk membangun hubungan antar konsep sehingga pemahaman yang diperoleh menjadi lebih bermakna (Jones & Knuth, 1991). Siswa yang memiliki kemampuan representasi yang baik cenderung lebih mudah menghubungkan konsep-konsep matematika, memilih strategi penyelesaian yang tepat, serta menerapkan konsep tersebut dalam berbagai situasi pemecahan masalah (Goldin, 2002; NCTM, 2000).

Pembelajaran adaptif berbasis teknologi memberikan kesempatan kepada siswa untuk belajar sesuai dengan kebutuhan, kemampuan, dan kecepatan belajar masing-masing (Walkington, 2013; Walkington & Bernacki, 2020). Karakteristik utama pembelajaran adaptif adalah kemampuannya menyesuaikan penyajian materi, tingkat kesulitan latihan, serta umpan balik berdasarkan performa dan kebutuhan individu siswa (Kulik & Fletcher, 2016). Melalui penggunaan teknologi, siswa dapat memperoleh materi, latihan, dan umpan balik yang lebih sesuai dengan karakteristik belajarnya sehingga proses belajar menjadi lebih personal dan efektif (Ma et al., 2014). Kondisi tersebut memungkinkan siswa untuk mengembangkan pemahaman konsep secara lebih mendalam sehingga kemampuan representasi matematis dapat berkembang dengan lebih baik (Pane et al., 2015). Ketika siswa memahami konsep secara utuh, mereka akan lebih mudah mengubah informasi matematika ke dalam bentuk grafik, tabel, persamaan, diagram, maupun penjelasan verbal yang merupakan indikator penting kemampuan representasi matematis (NCTM, 2000; Goldin, 2002).

Temuan penelitian ini sejalan dengan teori konstruktivisme yang memandang bahwa pengetahuan dibangun secara aktif oleh siswa melalui pengalaman belajar dan interaksi dengan lingkungan (Piaget, 1970; Vygotsky, 1978). Dalam perspektif konstruktivisme, proses belajar akan berlangsung secara optimal ketika siswa terlibat aktif dalam membangun pengetahuan berdasarkan pengalaman dan informasi yang diperolehnya. Pembelajaran adaptif berbasis teknologi memberikan ruang bagi siswa untuk mengeksplorasi materi sesuai kebutuhan belajarnya sehingga memungkinkan terbentuknya pemahaman yang lebih mendalam terhadap konsep-konsep matematika. Selain itu, penggunaan teknologi juga menyediakan berbagai bentuk representasi yang dapat membantu siswa memahami hubungan antar konsep secara lebih konkret dan bermakna (Jonassen, 1999). Proses tersebut berkontribusi terhadap peningkatan kemampuan siswa dalam merepresentasikan ide-ide matematis melalui berbagai bentuk representasi, baik visual, simbolik, maupun verbal (Goldin, 2002; NCTM, 2000).

Hasil penelitian ini juga sejalan dengan penelitian Rudiya et al. (2019) yang menunjukkan bahwa penggunaan teknologi dalam pembelajaran matematika dapat membantu siswa mengembangkan kemampuan representasi matematis secara lebih efektif. Temuan ini juga mendukung hasil penelitian

Walkington (2013) yang menyatakan bahwa pembelajaran yang dipersonalisasi melalui teknologi mampu meningkatkan keterlibatan dan pemahaman siswa terhadap konsep matematika. Selain itu, Kulik dan Fletcher (2016) menemukan bahwa penggunaan sistem pembelajaran berbasis teknologi yang adaptif memberikan dampak positif terhadap pencapaian akademik siswa dibandingkan metode pembelajaran konvensional. Penelitian Ma et al. (2014) juga menunjukkan bahwa teknologi pembelajaran yang mampu memberikan umpan balik secara individual dapat meningkatkan efektivitas belajar dan membantu siswa mencapai hasil belajar yang lebih baik.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pembelajaran adaptif berbasis teknologi memiliki potensi yang besar untuk meningkatkan kemampuan representasi matematis siswa. Kemampuan sistem pembelajaran dalam menyesuaikan materi, aktivitas, dan umpan balik berdasarkan kebutuhan individu siswa memungkinkan terciptanya pengalaman belajar yang lebih bermakna dan efektif. Oleh karena itu, penerapan pembelajaran adaptif berbasis teknologi dapat menjadi salah satu alternatif strategi pembelajaran yang dapat digunakan guru untuk mengembangkan kemampuan representasi matematis siswa, khususnya pada materi barisan dan deret aritmetika.

2. Peningkatan Kemampuan Representasi Matematis Berdasarkan Hasil N-Gain

Selain ditinjau dari capaian hasil belajar akhir, efektivitas pembelajaran adaptif berbasis teknologi juga terlihat dari tingkat peningkatan kemampuan representasi matematis siswa yang dianalisis menggunakan *Normalized Gain* (N-Gain). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelas eksperimen memperoleh nilai N-Gain yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Temuan tersebut menunjukkan bahwa perkembangan kemampuan representasi matematis siswa selama proses pembelajaran berlangsung lebih baik pada kelompok yang memperoleh pembelajaran adaptif berbasis teknologi. Hasil ini mengindikasikan bahwa pemanfaatan teknologi yang mampu menyesuaikan kebutuhan belajar siswa dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih efektif dibandingkan pembelajaran yang bersifat seragam bagi seluruh siswa (Kulik & Fletcher, 2016; Walkington & Bernacki, 2020).

Peningkatan kemampuan representasi matematis yang lebih tinggi pada kelas eksperimen menunjukkan bahwa pembelajaran yang menyesuaikan kebutuhan belajar siswa memberikan kontribusi positif terhadap perkembangan kemampuan matematika (Pane et al., 2015; Walkington, 2013). Melalui fitur-fitur teknologi yang mendukung pembelajaran adaptif, siswa dapat mengakses materi sesuai tingkat pemahamannya, memperoleh latihan yang relevan, serta menerima umpan balik secara lebih cepat (Ma et al., 2014). Kondisi tersebut membantu siswa memperbaiki kesalahan, merevisi pemahamannya, dan memperkuat konsep yang telah dipelajari sehingga proses belajar menjadi lebih efektif (Shute, 2008).

Kemampuan representasi matematis berkembang ketika siswa memperoleh kesempatan untuk mengeksplorasi berbagai cara dalam menyajikan dan memahami konsep matematika (Goldin, 2002; Villegas et al., 2009). Dalam pembelajaran adaptif berbasis teknologi, siswa dapat menggunakan berbagai bentuk media dan sumber belajar yang mendukung representasi visual, simbolik, maupun verbal (Ainsworth, 2006). Pengalaman belajar yang beragam tersebut membantu siswa membangun hubungan antarrepresentasi sehingga pemahaman yang diperoleh menjadi lebih mendalam dan bermakna (Goldin, 2002; Ainsworth, 2006).

Menurut National Council of Teachers of Mathematics (2000), penggunaan berbagai bentuk representasi dalam pembelajaran matematika dapat membantu siswa mengorganisasi pemikiran, memahami hubungan antar konsep, dan mengomunikasikan ide matematika secara lebih efektif. Oleh karena itu, pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada siswa untuk menggunakan dan

mengembangkan berbagai representasi cenderung menghasilkan peningkatan kemampuan matematis yang lebih baik (NCTM, 2000; Goldin, 2002).

Temuan penelitian ini memperkuat hasil penelitian terdahulu yang menunjukkan bahwa integrasi teknologi dalam pembelajaran matematika dapat meningkatkan kualitas proses belajar dan hasil belajar siswa (Ma et al., 2014; Kulik & Fletcher, 2016). Selain itu, penelitian Walkington (2013) menunjukkan bahwa pembelajaran matematika yang dipersonalisasi melalui teknologi mampu meningkatkan keterlibatan siswa dan pemahaman konsep secara signifikan. Dengan demikian, pembelajaran adaptif berbasis teknologi tidak hanya berkontribusi terhadap capaian hasil belajar akhir, tetapi juga terhadap peningkatan kemampuan representasi matematis siswa selama proses pembelajaran berlangsung.

3. Pengaruh Pembelajaran Adaptif Berbasis Teknologi terhadap Aktivitas Belajar Siswa

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas belajar siswa pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Perbedaan tersebut terlihat pada berbagai aspek aktivitas yang diamati, seperti kemampuan mengajukan pertanyaan, keterlibatan dalam diskusi, penyelesaian tugas, dan penyampaian hasil kerja. Temuan ini menunjukkan bahwa pembelajaran adaptif berbasis teknologi mampu menciptakan lingkungan belajar yang mendorong keterlibatan siswa secara lebih aktif selama proses pembelajaran berlangsung (Fredricks et al., 2004; Walkington & Bernacki, 2020). Hasil ini mengindikasikan bahwa pemanfaatan teknologi yang dirancang untuk mengakomodasi kebutuhan belajar siswa dapat meningkatkan partisipasi dan keterlibatan siswa dalam kegiatan pembelajaran (Pane et al., 2015).

Pembelajaran adaptif berbasis teknologi memberikan kesempatan kepada siswa untuk berinteraksi secara langsung dengan materi pembelajaran melalui berbagai sumber dan media yang tersedia (Ma et al., 2014; Jonassen, 1999). Siswa tidak hanya berperan sebagai penerima informasi, tetapi juga sebagai peserta aktif yang terlibat dalam proses eksplorasi, pemecahan masalah, dan pengambilan keputusan selama kegiatan pembelajaran (Jonassen, 1999; Vygotsky, 1978). Kondisi tersebut memungkinkan siswa untuk lebih terlibat dalam setiap tahapan pembelajaran dibandingkan dengan pembelajaran yang berpusat pada guru (Khalaf, 2018).

Tingginya aktivitas belajar siswa pada kelas eksperimen juga dapat dijelaskan melalui karakteristik pembelajaran adaptif yang memberikan pengalaman belajar yang sesuai dengan kebutuhan dan kemampuan masing-masing siswa (Walkington, 2013; Walkington & Bernacki, 2020). Ketika siswa memperoleh materi dan tugas yang sesuai dengan tingkat pemahamannya, mereka cenderung lebih termotivasi untuk terlibat dalam kegiatan pembelajaran (Ryan & Deci, 2000). Sebaliknya, pembelajaran yang tidak memperhatikan perbedaan karakteristik siswa sering kali menyebabkan sebagian siswa mengalami kesulitan mengikuti pembelajaran atau kehilangan minat untuk berpartisipasi secara aktif (Tomlinson, 2014). Oleh karena itu, pembelajaran yang mempertimbangkan kebutuhan individual siswa dapat meningkatkan motivasi sekaligus keterlibatan mereka dalam proses belajar (Pane et al., 2015).

Dari perspektif konstruktivisme, aktivitas belajar yang tinggi merupakan indikator bahwa siswa terlibat dalam proses membangun pengetahuan secara mandiri (Piaget, 1970; Vygotsky, 1978). Melalui interaksi dengan materi, teknologi, dan lingkungan belajar, siswa memperoleh kesempatan untuk mengembangkan pemahaman yang lebih mendalam terhadap konsep-konsep matematika yang dipelajari (Jonassen, 1999). Aktivitas tersebut menjadi salah satu faktor yang mendukung peningkatan kemampuan representasi matematis sebagaimana ditemukan dalam penelitian ini karena keterlibatan aktif siswa memungkinkan terjadinya proses elaborasi dan rekonstruksi pengetahuan yang lebih optimal (Goldin, 2002; NCTM, 2000).

Temuan penelitian ini sejalan dengan berbagai penelitian yang menunjukkan bahwa integrasi teknologi dalam pembelajaran dapat meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses belajar (Ma et al., 2014; Bond et al., 2020). Pemanfaatan teknologi memungkinkan pembelajaran menjadi lebih interaktif, fleksibel, dan responsif terhadap kebutuhan siswa sehingga aktivitas belajar dapat berlangsung secara lebih optimal (Kulik & Fletcher, 2016; Walkington & Bernacki, 2020). Dengan demikian, pembelajaran adaptif berbasis teknologi tidak hanya berpengaruh terhadap hasil belajar, tetapi juga terhadap kualitas keterlibatan siswa selama proses pembelajaran berlangsung.

4. Respons Siswa terhadap Pembelajaran Adaptif Berbasis Teknologi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar siswa memberikan respons positif terhadap penerapan pembelajaran adaptif berbasis teknologi. Dominasi kategori respons sangat baik dan baik menunjukkan bahwa siswa dapat menerima model pembelajaran yang diterapkan dan merasakan manfaatnya selama proses pembelajaran berlangsung. Temuan ini mengindikasikan bahwa pembelajaran adaptif berbasis teknologi mampu menciptakan pengalaman belajar yang menarik dan sesuai dengan kebutuhan siswa (Walkington & Bernacki, 2020; Pane et al., 2015). Respons positif tersebut menunjukkan bahwa teknologi yang digunakan mampu mendukung keterlibatan siswa dan memberikan pengalaman belajar yang lebih personal dibandingkan pembelajaran konvensional (Kulik & Fletcher, 2016).

Respons positif siswa dapat dipengaruhi oleh kemudahan akses terhadap materi pembelajaran, fleksibilitas dalam belajar, serta tersedianya umpan balik yang membantu siswa memahami kesalahan dan memperbaiki pemahamannya (Ma et al., 2014; Shute, 2008). Melalui pembelajaran adaptif, siswa memperoleh kesempatan untuk belajar sesuai dengan kecepatan dan kemampuan masing-masing sehingga proses pembelajaran menjadi lebih nyaman dan tidak menimbulkan tekanan yang berlebihan (Walkington, 2013; Tomlinson, 2014). Kondisi tersebut dapat meningkatkan persepsi siswa terhadap kebermanfaatan dan kemudahan penggunaan teknologi dalam proses belajar (Davis, 1989).

Selain itu, penggunaan teknologi dalam pembelajaran memberikan variasi pengalaman belajar yang dapat meningkatkan minat dan motivasi siswa (Ryan & Deci, 2000; Bond et al., 2020). Penyajian materi melalui berbagai bentuk representasi, seperti teks, gambar, grafik, animasi, maupun latihan interaktif, memungkinkan siswa memahami konsep matematika dengan cara yang lebih menarik (Ainsworth, 2006). Variasi representasi tersebut juga dapat membantu siswa membangun pemahaman konseptual yang lebih baik karena konsep matematika dapat dipelajari melalui berbagai sudut pandang representasional (Goldin, 2002; NCTM, 2000). Kondisi ini membantu siswa membangun persepsi positif terhadap pembelajaran matematika yang selama ini sering dianggap sulit dan abstrak (Villegas et al., 2009).

Respons positif siswa juga menunjukkan bahwa pembelajaran adaptif berbasis teknologi memiliki tingkat penerimaan yang baik untuk diterapkan dalam pembelajaran matematika. Tingkat penerimaan yang tinggi merupakan aspek penting dalam keberhasilan implementasi suatu inovasi pembelajaran karena menunjukkan kesiapan siswa untuk terlibat dan memanfaatkan teknologi sebagai sarana belajar (Davis, 1989; Venkatesh et al., 2003). Ketika siswa merasa nyaman dan terbantu oleh pembelajaran yang diterapkan, peluang untuk mencapai tujuan pembelajaran secara optimal menjadi lebih besar (Ryan & Deci, 2000). Dengan demikian, penerimaan positif siswa menjadi salah satu indikator penting keberhasilan implementasi pembelajaran adaptif berbasis teknologi.

Temuan penelitian ini memperkuat hasil-hasil penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran tidak hanya berdampak pada peningkatan kemampuan akademik siswa, tetapi juga berpengaruh terhadap motivasi, minat, dan sikap siswa terhadap pembelajaran (Ma et al., 2014; Bond et al., 2020). Selain itu, penelitian mengenai pembelajaran yang

dipersonalisasi melalui teknologi menunjukkan bahwa siswa cenderung memberikan respons yang lebih positif ketika materi dan aktivitas belajar disesuaikan dengan kebutuhan serta karakteristik belajarnya (Walkington, 2013; Pane et al., 2015). Oleh karena itu, pembelajaran adaptif berbasis teknologi dapat dipertimbangkan sebagai salah satu alternatif pembelajaran yang mampu mendukung peningkatan kualitas proses dan hasil belajar matematika di sekolah.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran adaptif berbasis teknologi memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan pembelajaran konvensional dalam meningkatkan kemampuan representasi matematis siswa pada materi barisan dan deret aritmatika. Hal tersebut ditunjukkan oleh capaian nilai *posttest* siswa pada kelas eksperimen yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol, serta didukung oleh hasil uji hipotesis yang menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok.

Hasil analisis *Normalized Gain (N-Gain)* juga menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan representasi matematis siswa pada kelas eksperimen berada pada tingkat yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Temuan ini menunjukkan bahwa pembelajaran adaptif berbasis teknologi tidak hanya berpengaruh terhadap hasil belajar akhir, tetapi juga mampu mendukung perkembangan kemampuan representasi matematis siswa selama proses pembelajaran berlangsung.

Selain itu, pembelajaran adaptif berbasis teknologi berkontribusi terhadap peningkatan aktivitas belajar siswa. Siswa pada kelas eksperimen menunjukkan tingkat keterlibatan yang lebih tinggi dalam kegiatan pembelajaran, baik dalam mengajukan pertanyaan, berdiskusi, menyelesaikan tugas, maupun menyampaikan hasil kerja. Hasil angket juga menunjukkan bahwa sebagian besar siswa memberikan respons positif terhadap penerapan pembelajaran adaptif berbasis teknologi.

Dengan demikian, pembelajaran adaptif berbasis teknologi dapat menjadi salah satu alternatif pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan kemampuan representasi matematis, aktivitas belajar, dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran matematika.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, guru matematika disarankan untuk memanfaatkan pembelajaran adaptif berbasis teknologi sebagai salah satu alternatif pembelajaran yang dapat membantu meningkatkan kemampuan representasi matematis siswa. Pemanfaatan teknologi hendaknya disesuaikan dengan karakteristik materi dan kebutuhan belajar siswa agar proses pembelajaran dapat berlangsung secara lebih efektif.

Sekolah juga diharapkan dapat mendukung implementasi pembelajaran berbasis teknologi melalui penyediaan sarana dan prasarana yang memadai serta peningkatan kompetensi guru dalam memanfaatkan teknologi untuk pembelajaran. Dukungan tersebut penting untuk menciptakan lingkungan belajar yang adaptif dan mampu mengakomodasi kebutuhan belajar siswa yang beragam.

Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk mengembangkan penelitian pada materi matematika yang berbeda, jenjang pendidikan yang lebih luas, atau dengan melibatkan variabel lain yang berkaitan dengan kemampuan matematis siswa. Penelitian lanjutan juga dapat mengkaji efektivitas berbagai platform dan teknologi pembelajaran yang digunakan dalam mendukung pembelajaran adaptif.



UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak SMAS DDI Alliritengae Maros, guru matematika, dan seluruh siswa yang telah memberikan dukungan serta berpartisipasi dalam penelitian ini. Apresiasi juga disampaikan kepada semua pihak yang telah membantu pelaksanaan penelitian dan penyusunan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ainsworth, S. (2006). DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and Instruction*, 16(3), 183–198. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.03.001>
- Bond, M., Bedenlier, S., Marín, V. I., & Händel, M. (2020). Emergency remote teaching in higher education: Mapping the first global online semester. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 17(1), 1–24.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C., & Paris, A. H. (2004). School engagement: Potential of the concept, state of the evidence. *Review of Educational Research*, 74(1), 59–109. <https://doi.org/10.3102/00346543074001059>
- Goldin, G. A. (2002). Representation in mathematical learning and problem solving. In L. D. English (Ed.), *Handbook of international research in mathematics education* (pp. 197–218). Lawrence Erlbaum Associates.
- Jonassen, D. H. (1999). Designing constructivist learning environments. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional-design theories and models: A new paradigm of instructional theory* (Vol. 2, pp. 215–239). Lawrence Erlbaum Associates.
- Jones, B. F., & Knuth, R. A. (1991). *What does research say about mathematics?* North Central Regional Educational Laboratory.
- Kulik, J. A., & Fletcher, J. D. (2016). Effectiveness of intelligent tutoring systems: A meta-analytic review. *Review of Educational Research*, 86(1), 42–78. <https://doi.org/10.3102/0034654315581420>
- Ma, W., Adesope, O. O., Nesbit, J. C., & Liu, Q. (2014). Intelligent tutoring systems and learning outcomes: A meta-analysis. *Journal of Educational Psychology*, 106(4), 901–918. <https://doi.org/10.1037/a0037123>
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. National Council of Teachers of Mathematics.
- Pane, J. F., Steiner, E. D., Baird, M. D., & Hamilton, L. S. (2015). *Continued progress: Promising evidence on personalized learning*. RAND Corporation.
- Piaget, J. (1970). *Science of education and the psychology of the child*. Orion Press.
- Rudiya, H., Noer, S. H., & Gunowibowo, P. (2019). Efektivitas pembelajaran berbasis masalah ditinjau dari kemampuan representasi matematis dan *self-confidence*. *Jurnal Pendidikan Matematika Unila*, 7(1), 1–12.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68–78. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68>
- Shute, V. J. (2008). Focus on formative feedback. *Review of Educational Research*, 78(1), 153–189. <https://doi.org/10.3102/0034654307313795>
- Tomlinson, C. A. (2014). *The differentiated classroom: Responding to the needs of all learners* (2nd ed.). ASCD.



- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3), 425–478. <https://doi.org/10.2307/30036540>
- Villegas, J. L., Castro, E., & Gutiérrez, J. (2009). Representations in problem solving: A case study with optimization problems. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 7(1), 279–308.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Walkington, C. (2013). Using adaptive learning technologies to personalize instruction to student interests: The impact of relevant contexts on performance and learning outcomes. *Journal of Educational Psychology*, 105(4), 932–945. <https://doi.org/10.1037/a0031882>
- Walkington, C., & Bernacki, M. L. (2020). Personalization of instruction in mathematics through adaptive learning technologies. *Educational Psychologist*, 55(4), 279–298. <https://doi.org/10.1080/00461520.2020.1720051>