

EFEKTIVITAS PEMBELAJARAN *CULTURALLY RESPONSIVE* BERBASIS *AUGMENTED REALITY* TERHADAP HASIL BELAJAR MATEMATIKA DITINJAU DARI *ADVERSITY QUOTIENT* SISWA SEKOLAH DASAR

Michael Indra Permana¹, Gunarhadi², Supianto³

^{1,2,3} Universitas Sebelas Maret Surakarta, Indonesia

indrapermanamichael@gmail.com*, gunarhadi@fkip.uns.ac.id, supianto@staff.uns.ac.id

Article History

Submitted :
26 September 2025

Revised:
18 Oktober 2025

Accepted :
22 Oktober 2025

Published :
03 November 2025

Kata Kunci:

Culturally Responsive Teaching, Augmented Reality, Hasil Belajar Matematika, Adversity Quotient, Sekolah Dasar.

Keywords:

Culturally Responsive Teaching, Augmented Reality, Mathematics Learning Outcomes, Adversity Quotient, Elementary School.

Abstrak Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh CRT berbasis AR terhadap hasil belajar matematika siswa kelas VI SD di Kecamatan Ngrampal, Sragen, ditinjau dari kategori AQ (Climbers, Campers, Quitters). Metode yang digunakan adalah eksperimen kuasi dengan desain faktorial 3x3. Sampel terdiri dari 64 siswa yang dipilih melalui *stratified random sampling* dan *cluster random sampling*. Instrumen penelitian berupa angket AQ dan tes hasil belajar matematika materi geometri yang telah diuji validitas dan reliabilitasnya. Hasil pretest menunjukkan rerata 75,36 untuk kelompok CRT-AR, 73,03 untuk CRT, dan 66,36 untuk pembelajaran langsung. Setelah perlakuan, rerata posttest meningkat menjadi 85,18 pada kelompok CRT-AR, 76,58 pada CRT, dan 65,22 pada pembelajaran langsung. Analisis ANAVA dua jalur dan uji lanjut Scheffe menunjukkan perbedaan signifikan antar kelompok pembelajaran serta antar kategori AQ, namun tidak terdapat interaksi keduanya. Secara keseluruhan, CRT berbasis AR terbukti paling efektif meningkatkan hasil belajar matematika, sementara siswa dengan AQ tinggi memperoleh capaian terbaik. Implikasinya, pembelajaran matematika yang bermakna perlu menggabungkan pendekatan responsif budaya dan teknologi imersif, sekaligus menumbuhkan ketahanan mental siswa untuk menghadapi tantangan akademik.

Abstract: This study examined the effect of AR-based CRT on sixth-grade students' mathematics learning outcomes in Ngrampal District, Sragen, across AQ categories (Climbers, Campers, Quitters). A quasi-experimental method with a 3x3 factorial design was employed. The sample comprised 64 students selected using stratified and cluster random sampling. Instruments included an AQ questionnaire and a validated mathematics achievement test on geometry. Pretest means were 75.36 (CRT-AR), 73.03 (CRT), and 66.36 (direct instruction). Posttest means increased to 85.18, 76.58, and 65.22, respectively. Two-way ANOVA and Scheffe's post-hoc test indicated significant differences among instructional groups and AQ categories, but no interaction effect. Findings suggest that AR-based CRT is the most effective approach for improving mathematics learning, while students with higher AQ achieve the best results. The implication is that meaningful mathematics instruction should combine culturally responsive pedagogy and immersive technology while fostering students' resilience in overcoming academic challenges.



This is an open access article
under the **CC-BY-SA** license



A. PENDAHULUAN

Pendidikan dasar memiliki peran yang sangat penting dalam membentuk dasar keterampilan akademis dan sosial anak, termasuk dalam pembelajaran matematika (Liu et al., 2025; Stelzer et al., 2024; Ženaty et al., 2024). Namun, hasil belajar matematika di Indonesia, khususnya di tingkat Sekolah Dasar (SD), masih menunjukkan angka yang kurang memadai (Rahman et al., 2025). Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2022, hanya sekitar 35% siswa di Indonesia yang mencapai tingkat keterampilan matematika yang memadai sesuai dengan standar Kurikulum 2013 (Marsitin et al., 2024). Angka ini mencerminkan tantangan besar yang dihadapi dalam upaya meningkatkan kualitas pendidikan matematika di sekolah dasar (Yuniarti & Putra, 2021). Salah satu faktor yang mempengaruhi rendahnya hasil belajar matematika adalah kurangnya pendekatan pembelajaran yang mampu mengakomodasi keragaman latar belakang siswa, baik dari segi

budaya, motivasi, maupun kemampuan psikologis mereka (Amir et al., 2021; Anwar et al., 2024; Kawuryan et al., 2023).

Salah satu pendekatan yang memiliki potensi besar dalam mengatasi masalah ini adalah Culturally Responsive Teaching (CRT) (Lam, 2024; Nieman & Flory, 2024; Ortiz, 2024). Pendekatan ini menekankan pentingnya memahami dan mengintegrasikan latar belakang budaya siswa dalam proses pembelajaran, yang dapat meningkatkan keterlibatan dan hasil belajar mereka (Bittner & Meisert, 2021; da Silva et al., 2024; Halpern et al., 2025). Terlebih lagi, dengan perkembangan teknologi, pendekatan CRT dapat diperkuat dengan pemanfaatan Augmented Reality (AR), yang menawarkan pengalaman pembelajaran yang lebih interaktif dan memvisualisasikan materi abstrak, seperti geometri, dengan cara yang lebih mudah dipahami (Alzoubi, 2024; Wiliyanto et al., 2022). Melalui teknologi ini, materi matematika yang seringkali dianggap sulit oleh siswa, dapat disajikan dalam bentuk yang lebih konkret dan menarik (Wong et al., 2022).

Namun, meskipun potensi dari pendekatan CRT berbasis AR sudah dikenal, penerapannya di lapangan, terutama di daerah pedesaan seperti Kecamatan Ngrampal, Sragen, masih sangat terbatas. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara pendahuluan dengan guru di wilayah tersebut, minimnya penerapan teknologi pembelajaran disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain keterbatasan sarana teknologi di sekolah dasar, kurangnya pelatihan guru dalam pemanfaatan media berbasis AR, serta persepsi bahwa teknologi pembelajaran masih menjadi prioritas sekunder dibandingkan pencapaian kurikulum dasar. Kondisi ini menggambarkan adanya kesenjangan digital (digital divide) antara sekolah di wilayah perkotaan dan pedesaan, yang berdampak pada rendahnya paparan siswa terhadap pengalaman belajar berbasis teknologi (Kusumawati et al., 2024; Pratama & Suwandi, 2025). Urgensi penelitian ini semakin kuat mengingat bahwa siswa di wilayah pedesaan juga berhak mendapatkan pengalaman belajar yang inovatif dan kontekstual agar tidak tertinggal dalam perkembangan pendidikan abad ke-21. Selain itu, hasil belajar matematika siswa tidak hanya dipengaruhi oleh pendekatan pembelajaran, tetapi juga oleh karakteristik individu siswa, yang salah satunya tercermin melalui Adversity Quotient (AQ) (Utami et al., 2024; Yanti et al., 2023). AQ mengukur ketahanan mental siswa dalam menghadapi tantangan dan kesulitan, dan penelitian menunjukkan bahwa siswa dengan AQ tinggi (disebut "Climbers") cenderung memiliki hasil belajar yang lebih baik dibandingkan dengan siswa dengan AQ rendah ("Quitters") (Azmi et al., 2025; Hia, 2024; Neikirk et al., 2023). Oleh karena itu, penting untuk mengkaji tidak hanya pengaruh pendekatan pembelajaran, tetapi juga bagaimana AQ siswa dapat mempengaruhi cara mereka merespon metode pembelajaran tersebut.

Berdasarkan tinjauan literatur, sejumlah penelitian menunjukkan bahwa pendekatan CRT dapat meningkatkan hasil belajar siswa karena pendekatan ini menghargai dan mengakomodasi latar belakang budaya siswa, yang membuat mereka merasa lebih dihargai dan termotivasi untuk belajar (Shockley et al., 2025; Wang & Bussey, 2025). Demikian pula, teknologi AR telah terbukti meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi yang sulit dipahami, seperti geometri, dengan memberikan representasi visual yang lebih jelas (Farella et al., 2021; Tsuei & Chiu, 2021). Namun, sedikit sekali penelitian yang menggabungkan kedua elemen ini, yaitu CRT berbasis AR, dengan faktor AQ siswa sebagai variabel yang memoderasi pengaruh keduanya terhadap hasil belajar matematika. Penelitian yang ada lebih sering menilai keduanya secara terpisah, tanpa mempertimbangkan bagaimana kombinasi pendekatan ini dapat menghasilkan dampak yang lebih signifikan.

Penelitian ini hadir untuk mengisi gap tersebut dengan mengkaji secara mendalam bagaimana pengaruh pendekatan Culturally Responsive Teaching berbasis Augmented Reality terhadap hasil belajar matematika siswa, serta bagaimana Adversity Quotient (AQ) siswa mempengaruhi efektivitas pendekatan tersebut. Penelitian ini juga akan mengkaji perbedaan hasil belajar berdasarkan kategori AQ siswa, yaitu Climbers, Campers, dan Quitters.

Pentingnya penelitian ini tidak dapat dipandang sebelah mata. Jika pendekatan CRT berbasis AR yang responsif terhadap perbedaan individu siswa tidak diteliti lebih lanjut, maka kita berisiko terus menghadapi tantangan dalam meningkatkan kualitas hasil belajar matematika siswa di tingkat SD (J.-Y. Chao et al., 2023). Tanpa adanya pendekatan yang tepat, yang mengakomodasi perbedaan budaya dan karakteristik psikologis siswa, kita akan kesulitan dalam membekali siswa dengan keterampilan yang dibutuhkan di masa depan (Habibi et al., 2024). Dengan kata lain, jika tidak ada upaya untuk mengintegrasikan teknologi AR dengan pendekatan yang lebih inklusif dan berbasis budaya, hasil belajar siswa mungkin akan terus terhambat, terutama bagi mereka yang memiliki AQ rendah. Oleh karena itu, penelitian ini sangat penting untuk memberikan dasar bagi pengembangan metode pembelajaran yang lebih efektif dan responsif terhadap kebutuhan individu siswa.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain eksperimen kuasi untuk menguji pengaruh pendekatan *Culturally Responsive Teaching* berbasis *Augmented Reality* (CRT-AR) terhadap hasil belajar matematika siswa kelas VI SD, ditinjau dari *Adversity Quotient* (AQ). Desain yang digunakan adalah faktorial 3x3 dengan dua variabel bebas: jenis pendekatan pembelajaran (CRT-AR, CRT, dan pembelajaran langsung) dan kategori AQ (Climbers, Campers, Quitters). Penelitian dilaksanakan di sembilan sekolah dasar di Kecamatan Ngrampal, Sragen, yang dipilih melalui teknik stratified random sampling berdasarkan kategori prestasi sekolah (tinggi, sedang, rendah), dilanjutkan dengan cluster random sampling untuk penentuan kelas sampel.

Instrumen penelitian terdiri dari angket untuk mengukur AQ dan tes hasil belajar matematika siswa pada materi geometri. Angket AQ dikembangkan berdasarkan teori Stoltz, mencakup empat indikator: kontrol, kepemilikan, jangkauan, dan daya tahan. Instrumen diuji validitasnya melalui validitas isi oleh ahli dan validitas empiris menggunakan korelasi Pearson Product Moment; item dianggap valid jika nilai r -hitung > r -tabel pada taraf signifikansi 5%. Uji reliabilitas dilakukan dengan rumus Alpha Cronbach dan seluruh instrumen dinyatakan reliabel dengan koefisien di atas 0,70. Tes matematika disusun berdasarkan indikator kompetensi dasar dan telah melalui tahap validasi serta uji coba terbatas.

Pengumpulan data dilakukan melalui pretest dan posttest. Data dianalisis menggunakan ANOVA dua jalur untuk menguji pengaruh pendekatan pembelajaran, pengaruh AQ, dan interaksi keduanya terhadap hasil belajar. Sebelum analisis, data diuji normalitasnya menggunakan Kolmogorov-Smirnov dan homogenitas menggunakan Levene's Test. Jika ditemukan perbedaan signifikan, maka dilanjutkan dengan uji lanjut Scheffe untuk mengetahui letak perbedaan antar kelompok. Seluruh proses pengolahan data dilakukan menggunakan bantuan perangkat lunak SPSS guna memastikan keakuratan hasil analisis.

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain eksperimen kuasi tipe faktorial 3x3, untuk menganalisis pengaruh pendekatan *Culturally Responsive Teaching* berbasis *Augmented Reality* (CRT-AR) terhadap hasil belajar matematika siswa, ditinjau dari tingkat *Adversity Quotient* (AQ). Dua variabel bebas dalam penelitian ini adalah jenis pendekatan pembelajaran (CRT-AR, CRT konvensional, dan pembelajaran langsung) serta kategori AQ (Climbers, Campers, dan Quitters), sedangkan variabel terikatnya adalah hasil belajar matematika pada materi geometri. Penelitian dilaksanakan di sembilan Sekolah Dasar di Kecamatan Ngrampal, Kabupaten Sragen. Pemilihan sekolah menggunakan stratified random sampling berdasarkan kategori prestasi (tinggi, sedang, rendah), kemudian penentuan kelas dilakukan dengan cluster random sampling sehingga diperoleh 64 siswa kelas VI sebagai sampel. Data primer diperoleh dari hasil pretest, posttest, dan pengisian angket, sedangkan data sekunder berasal dari dokumen sekolah.

Instrumen penelitian terdiri atas angket AQ dan tes hasil belajar matematika. Angket AQ dikembangkan berdasarkan teori Stoltz (1997) yang mencakup empat indikator: *control* (kemampuan mengendalikan diri), *ownership* (tanggung jawab atas hasil), *reach* (sejauh mana kesulitan memengaruhi aspek lain), dan *endurance* (ketahanan menghadapi kesulitan). Angket terdiri dari 30 butir pernyataan berskala Likert 1–5. Tes hasil belajar matematika disusun berdasarkan materi geometri yang meliputi: (1) memahami sifat bangun datar dan ruang, (2) menghitung luas dan volume, serta (3) menerapkan konsep geometri dalam konteks kehidupan sehari-hari. Instrumen diuji validitas isi oleh lima ahli (dua dosen pendidikan matematika dan tiga guru sekolah dasar), dan validitas empiris menggunakan korelasi Pearson Product Moment, di mana butir dianggap valid jika r -hitung > r -tabel ($\alpha = 0,05$). Hasil uji menunjukkan seluruh item valid dengan reliabilitas tinggi (Alpha Cronbach's = 0,82 untuk angket AQ dan 0,87 untuk tes hasil belajar).

Prosedur penelitian meliputi tiga tahap: (1) persiapan (penyusunan perangkat dan uji instrumen), (2) pelaksanaan (penerapan CRT-AR, CRT, dan pembelajaran langsung selama empat pertemuan), serta (3) evaluasi melalui pretest, posttest, dan klasifikasi AQ. Data dianalisis menggunakan ANAVA dua jalur (Two-Way ANOVA) untuk menguji pengaruh pendekatan pembelajaran, tingkat AQ, dan interaksinya terhadap hasil belajar matematika. Sebelum analisis, dilakukan uji normalitas (Shapiro-Wilk) dan uji homogenitas (Levene's Test). Jika terdapat perbedaan signifikan, analisis dilanjutkan dengan uji lanjut Scheffé. Seluruh pengolahan data dilakukan menggunakan program IBM SPSS Statistics versi 22 untuk menjamin ketepatan hasil analisis.

C. HASIL

Deskripsi Data

Penelitian ini melibatkan 64 siswa kelas VI dari sembilan Sekolah Dasar di Kecamatan Ngrampal, Kabupaten Sragen. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengkaji pengaruh pendekatan *Culturally Responsive Teaching* (CRT) berbasis *Augmented Reality* (AR) terhadap hasil belajar matematika siswa, dengan mempertimbangkan perbedaan tingkat *Adversity Quotient* (AQ) siswa. Sebelum dilakukan analisis utama terhadap hipotesis, terlebih dahulu dilakukan pengujian kualitas instrumen dan kelayakan data yang digunakan, seperti uji validitas, reliabilitas, normalitas, dan homogenitas.

Uji validitas instrumen dilakukan terhadap dua jenis instrumen yang digunakan dalam penelitian, yaitu angket AQ dan tes hasil belajar matematika. Uji validitas dilakukan dengan analisis korelasi Pearson Product Moment terhadap data uji coba. Semua butir dari kedua instrumen memiliki nilai r -hitung lebih besar dari r -tabel pada taraf signifikansi 5%, sehingga seluruh butir dinyatakan valid dan layak digunakan dalam pengambilan data. Selanjutnya, uji reliabilitas dilakukan menggunakan rumus Alpha Cronbach. Hasilnya menunjukkan nilai koefisien reliabilitas di atas 0,70 untuk kedua instrumen, sehingga keduanya dianggap reliabel dan konsisten dalam mengukur konstruk yang dimaksud.

Untuk menggambarkan profil awal kemampuan siswa sebelum diberi perlakuan, dilakukan analisis deskriptif terhadap hasil pretest dari masing-masing kelompok pembelajaran. Data ini bertujuan memastikan bahwa kelompok eksperimen dan kontrol memiliki kemampuan awal yang relatif setara.

Tabel 1. Deskripsi Data Kemampuan Awal Siswa

Model Pembelajaran	N	Nilai Min	Nilai Max	Rerata	Standar Deviasi
Pendekatan CRT dengan AR	23	40	93	75,362	14,830
Pendekatan CRT	22	40	93	73,030	15,900
Pembelajaran Langsung	19	30	90	66,364	16,456

Berdasarkan Tabel 1, terlihat bahwa ketiga kelompok pembelajaran memiliki rentang nilai minimum dan maksimum yang relatif sebanding, serta standar deviasi yang tidak berbeda secara mencolok. Nilai rata-rata (rerata) kemampuan awal tertinggi diperoleh oleh kelompok dengan Pendekatan CRT dengan AR, yaitu 75,36 dengan standar deviasi 14,83. Kelompok Pendekatan CRT memiliki rerata 73,03 dengan standar deviasi 15,90, sedangkan kelompok Pembelajaran Langsung menunjukkan rerata terendah yaitu 66,36 dengan standar deviasi 16,46.

Perbedaan rerata tersebut menunjukkan bahwa sebelum perlakuan diberikan, ketiga kelompok memang memiliki variasi nilai awal, namun secara umum masih berada dalam kategori kemampuan awal yang setara secara statistik. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa ketiga kelompok memiliki kondisi awal yang seimbang dan layak untuk dibandingkan dalam tahap perlakuan selanjutnya.

Selanjutnya, dilakukan analisis terhadap karakteristik AQ siswa untuk memastikan persebaran kategori Climbers, Campers, dan Quitters. Data ini penting untuk melihat peran moderasi AQ terhadap efektivitas pendekatan pembelajaran yang digunakan.

Tabel 2. Deskripsi Data Adversity Quotient

Kategori AQ	N	Rerata	Variansi	Standar Deviasi
Climbers	20	142,300	64,116	8,007
Campers	32	108,313	93,448	9,667
Quitters	15	85,200	34,171	5,846

Dari Tabel 2, dapat dilihat bahwa rata-rata AQ tertinggi dimiliki oleh kategori Climbers, yang menunjukkan ketahanan dan motivasi tinggi dalam menghadapi tantangan. Sebaliknya, Quitters menunjukkan skor AQ yang paling rendah. Hal ini menunjukkan keberagaman profil mentalitas siswa dalam menyikapi proses pembelajaran, yang berpotensi memengaruhi hasil belajar secara signifikan.

Untuk memastikan bahwa data layak dianalisis lebih lanjut dengan metode parametrik, dilakukan uji normalitas terhadap data hasil belajar siswa. Pengujian dilakukan dengan menggunakan uji Shapiro-Wilk yang sesuai untuk jumlah sampel di bawah 100.

Tabel 3. Hasil Uji Normalitas

Kelompok	W_{hitung}	W_{tabel}	Kesimpulan
CRT dengan AR	0,936	0,914	Berdistribusi Normal
CRT	0,958	0,911	Berdistribusi Normal
Pembelajaran Langsung	0,940	0,911	Berdistribusi Normal
Climbers	0,945	0,905	Berdistribusi Normal

Campers	1,631	0,930	Berdistribusi Normal
Quitters	0,989	0,881	Berdistribusi Normal

Tabel 3 menunjukkan bahwa semua kelompok, baik berdasarkan pendekatan pembelajaran maupun kategori AQ, memiliki nilai W hitung yang lebih besar dari W tabel. Dengan demikian, data dinyatakan berdistribusi normal, sehingga memenuhi salah satu syarat penggunaan analisis varians. Setelah uji normalitas, dilakukan uji homogenitas untuk memastikan kesamaan variansi antar kelompok. Uji ini penting dilakukan agar asumsi kesetaraan variansi dalam ANOVA terpenuhi. Pengujian dilakukan menggunakan uji Levene.

Tabel 4. Hasil Uji Homogenitas

Sumber Variasi	W_{hitung}	W_{tabel}	Kesimpulan
Pendekatan Pembelajaran	2,794	3,140	Homogen
Adversity Quotient	2,682	3,140	Homogen

Seperti terlihat pada Tabel 4, nilai W hitung untuk kedua sumber variasi lebih kecil dari W tabel, sehingga variansi antar kelompok dapat dinyatakan homogen. Hal ini memperkuat bahwa data memenuhi semua asumsi dasar untuk dilakukan uji ANOVA dua jalur dalam pengujian hipotesis utama.

Dengan terpenuhinya seluruh prasyarat statistik, yaitu validitas, reliabilitas, normalitas, dan homogenitas data, maka data penelitian ini dinyatakan layak untuk dianalisis lebih lanjut dalam pengujian pengaruh pendekatan pembelajaran dan Adversity Quotient terhadap hasil belajar matematika siswa kelas VI SD.

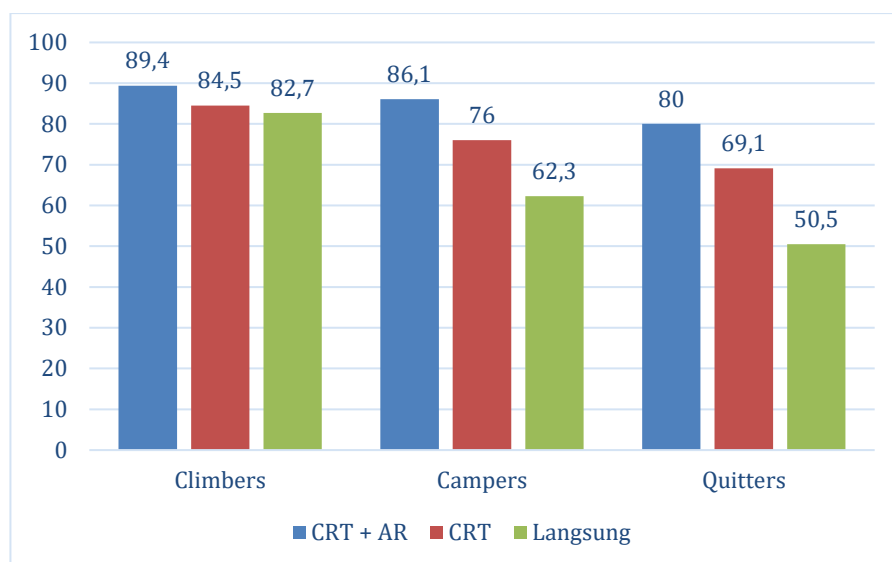
Uji Hipotesis

Setelah data dinyatakan memenuhi asumsi normalitas dan homogenitas, analisis dilanjutkan dengan uji hipotesis menggunakan teknik ANAVA dua jalur dengan sel tak sama. Tujuan analisis ini adalah untuk mengetahui: (1) apakah terdapat perbedaan hasil belajar matematika antar pendekatan pembelajaran; (2) apakah terdapat perbedaan berdasarkan tingkat *Adversity Quotient* (AQ); dan (3) apakah terdapat interaksi antara pendekatan pembelajaran dan AQ terhadap hasil belajar matematika siswa. Pengujian dilakukan dengan taraf signifikansi 5% ($\alpha = 0,05$), dan hasilnya disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 5. Rangkuman Hasil Uji ANAVA Dua Jalur

Sumber Variasi	JK	dk	RK	F_{hitung}	F_{tabel}	Keputusan
Pendekatan Pembelajaran (A)	3985,973	2	1992,986	18,450	3,14	H_0 ditolak
Adversity Quotient (B)	3619,831	2	1809,915	16,755	3,14	H_0 ditolak
Interaksi (A $\times$ B)	997,576	4	249,394	2,309	2,52	H_0 diterima
Galat	6805,463	63	108,023	-	-	-
Total	15408,842	71	-	-	-	-

Berdasarkan Tabel 5, terdapat tiga temuan utama. Pertama, pendekatan pembelajaran memberikan pengaruh signifikan terhadap hasil belajar matematika ($F = 18,450 > 3,14$). Kedua, terdapat perbedaan signifikan dalam hasil belajar berdasarkan tingkat *Adversity Quotient* siswa ($F = 16,755 > 3,14$). Ketiga, tidak ditemukan interaksi signifikan antara pendekatan pembelajaran dan AQ ($F = 2,309 < 2,52$), yang menunjukkan bahwa efek masing-masing faktor berdiri sendiri dan tidak saling memoderasi. Untuk melihat kecenderungan perbedaan antar kelompok, rata-rata hasil belajar matematika masing-masing kombinasi perlakuan disajikan dalam grafik berikut:



Gambar 1. Rerataan Hasil Belajar Matematika Berdasarkan Pendekatan dan AQ

Grafik diatas menunjukkan bahwa pada semua kategori *Adversity Quotient* (Climbers, Campers, Quitters), pendekatan CRT berbasis AR consistently menghasilkan nilai tertinggi dibandingkan dengan CRT biasa maupun pembelajaran langsung. Siswa dengan AQ tipe Climbers selalu memperoleh hasil belajar paling tinggi, diikuti oleh Campers, sedangkan Quitters memiliki hasil paling rendah. Dengan demikian, baik pendekatan pembelajaran maupun tingkat AQ sama-sama berpengaruh, di mana CRT berbasis AR dan AQ tinggi terbukti memberikan kombinasi terbaik untuk peningkatan hasil belajar matematika. Karena terdapat perbedaan signifikan antar kelompok, dilakukan uji lanjut Scheffe untuk mengidentifikasi kelompok mana yang berbeda secara signifikan.

Tabel 6. Uji Komparasi Antar Baris (Pendekatan Pembelajaran)

Hipotesis	F _{hitung}	F _{tabel}	Keputusan
$\mu_1 = \mu_2$ (CRT+AR vs CRT)	7,702	6,312	H ₀ ditolak
$\mu_1 = \mu_3$ (CRT+AR vs Langsung)	41,482	6,312	H ₀ ditolak
$\mu_2 = \mu_3$ (CRT vs Langsung)	13,144	6,312	H ₀ ditolak

Hasil ini menunjukkan bahwa semua pendekatan memiliki perbedaan signifikan satu sama lain. Pendekatan CRT dengan AR unggul secara signifikan dibandingkan CRT biasa, dan keduanya jauh lebih baik dari pembelajaran langsung. Selanjutnya, dilakukan uji perbandingan antar tingkat AQ siswa.

Tabel 7. Uji Komparasi Antar Kolom (Adversity Quotient)

Hipotesis	F _{hitung}	F _{tabel}	Keputusan
$\mu_a = \mu_b$ (Climbers vs Campers)	13,258	6,312	H ₀ ditolak
$\mu_a = \mu_c$ (Climbers vs Quitters)	28,728	6,312	H ₀ ditolak
$\mu_b = \mu_c$ (Campers vs Quitters)	6,420	6,312	H ₀ ditolak

Ketiga perbandingan menunjukkan adanya perbedaan signifikan. Siswa dengan AQ tipe *climbers* memperoleh hasil belajar matematika tertinggi, diikuti oleh *campers*, lalu *quitters*. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi AQ, semakin baik hasil belajar matematika siswa. Sesuai hasil ANAVA, karena tidak ditemukan interaksi antara pendekatan pembelajaran dan AQ, maka tidak dilakukan uji lanjut antar sel.

D. PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini mengonfirmasi bahwa pendekatan Culturally Responsive Teaching (CRT) berbasis Augmented Reality (AR) secara signifikan meningkatkan hasil belajar matematika siswa SD dibandingkan pendekatan CRT konvensional maupun pembelajaran langsung. Secara konseptual, CRT menekankan bahwa pembelajaran yang efektif harus mempertimbangkan latar belakang budaya, pengalaman hidup, serta identitas siswa sebagai modal utama dalam pembelajaran (W.-L. Chao et al., 2025; Özüdoğru, 2025; Tanjung et al., 2025). Ketika guru mengaitkan materi matematika dengan pengalaman budaya lokal, siswa lebih mudah memahami konsep karena merasa pembelajaran relevan dengan kehidupannya (Lawson et al., 2024). Dalam konteks penelitian ini, CRT diperkuat oleh media AR yang memungkinkan siswa memvisualisasikan objek geometri abstrak ke dalam bentuk nyata dan interaktif. Temuan ini sejalan dengan teori dual coding dari Paivio (1986), yang menyatakan bahwa informasi yang disajikan melalui kombinasi verbal dan visual lebih mudah dipahami

dan diingat (Mehta et al., 2025). Dengan demikian, keberhasilan CRT-AR tidak hanya karena kesesuaian budaya, tetapi juga karena optimalisasi saluran kognitif siswa melalui pengalaman multimodal.

Secara empiris, hasil ini mempertegas penelitian sebelumnya yang menemukan bahwa AR mampu meningkatkan pemahaman konseptual dalam matematika (Zhao et al., 2025). Namun, kontribusi penelitian ini lebih jauh karena mengombinasikan AR dengan prinsip CRT, menghasilkan pembelajaran yang tidak hanya efektif secara kognitif, tetapi juga bermakna secara afektif. Ini menunjukkan bahwa integrasi pedagogi dan teknologi memiliki efek sinergis, di mana CRT menyediakan landasan kontekstual dan emosional, sementara AR memberikan dukungan representasional dan visualisasi yang konkret (W.-L. Chao et al., 2025; Utami et al., 2024). Dalam konteks teori sociocultural learning dari Vygotsky (1978), CRT-AR dapat dipahami sebagai bentuk scaffolding ganda: scaffolding sosial-budaya melalui CRT dan scaffolding kognitif-teknologis melalui AR (Thomas, 2024).

Selain itu, penelitian ini menunjukkan bahwa Adversity Quotient (AQ) memengaruhi hasil belajar matematika secara signifikan (Hia, 2024). Siswa dengan kategori climbers—yang dicirikan dengan daya tahan tinggi, optimisme, dan kemampuan memandang kesulitan sebagai tantangan—menunjukkan hasil belajar lebih baik dibanding campers maupun quitters (Marsitin et al., 2024). Hal ini konsisten dengan teori Stoltz (1997) bahwa AQ menentukan bagaimana individu merespons kesulitan: climbers cenderung gigih, campers cenderung berhenti di zona nyaman, dan quitters mudah menyerah (Ruqoyyah & Ristiana, 2020). Dalam pembelajaran matematika yang menuntut latihan berulang dan penyelesaian masalah kompleks, ketahanan mental ini menjadi determinan penting (Nahrowi, 2020). Temuan ini memperkuat hasil penelitian Ristiana et al. (2020) yang menyatakan bahwa AQ tinggi berhubungan dengan kemampuan pemecahan masalah, kemandirian belajar, dan hasil belajar matematika yang lebih baik.

Penelitian ini menegaskan bahwa baik pendekatan Culturally Responsive Teaching berbasis Augmented Reality (CRT-AR) maupun Adversity Quotient (AQ) memiliki pengaruh signifikan terhadap hasil belajar matematika siswa sekolah dasar. Namun, meskipun keduanya berpengaruh secara positif, hasil analisis menunjukkan bahwa pengaruh CRT-AR dan AQ bersifat independen atau berdiri sendiri, sehingga guru perlu memperhatikan keduanya secara terpisah dalam praktik pembelajaran.

Secara pedagogis, CRT-AR berkontribusi terutama pada peningkatan aspek kognitif dan afektif yang terkait dengan proses belajar siswa. Pendekatan ini membantu siswa memahami konsep matematika abstrak melalui visualisasi interaktif, sekaligus membangun keterlibatan emosional dengan mengaitkan materi pada konteks budaya lokal. Hal ini sejalan dengan teori Culturally Responsive Pedagogy yang menekankan pentingnya relevansi budaya dalam meningkatkan motivasi dan pemahaman konseptual siswa. Selain itu, teknologi AR berperan sebagai cognitive scaffold yang membantu siswa membangun representasi mental yang lebih kuat terhadap konsep geometri. Dengan demikian, CRT-AR memberikan kontribusi langsung terhadap pemahaman konseptual dan motivasi belajar, tanpa sangat bergantung pada faktor psikologis individu.

Sementara itu, AQ berkontribusi pada aspek disposisional atau karakter personal siswa dalam menghadapi tantangan belajar. Siswa dengan AQ tinggi (Climbers) menunjukkan ketahanan mental, ketekunan, dan rasa tanggung jawab yang lebih kuat ketika dihadapkan pada kesulitan akademik. Mereka cenderung memiliki strategi belajar mandiri dan pantang menyerah ketika menghadapi soal-soal matematika yang kompleks. Hal ini memperkuat teori Stoltz (1997) bahwa AQ memengaruhi cara individu memandang kesulitan sebagai peluang untuk berkembang. Dengan kata lain, AQ tidak secara langsung meningkatkan kemampuan kognitif siswa, tetapi berfungsi sebagai personal driver yang menentukan sejauh mana siswa mampu memanfaatkan peluang belajar yang diberikan melalui metode pembelajaran tertentu.

Perbedaan mendasar antara kontribusi CRT-AR dan AQ terletak pada sumber dan mekanisme pengaruhnya. CRT-AR bekerja melalui intervensi eksternal yang dirancang oleh guru untuk memperkaya pengalaman belajar, sedangkan AQ merupakan faktor internal yang melekat pada diri siswa dan berfungsi sebagai kesiapan psikologis dalam merespons proses pembelajaran. CRT-AR dapat meningkatkan hasil belajar semua siswa karena menyediakan pengalaman belajar yang inklusif dan visual, tetapi efeknya akan lebih optimal bila siswa memiliki AQ tinggi. Sebaliknya, siswa dengan AQ tinggi tetap dapat mencapai hasil baik meskipun dalam pembelajaran konvensional karena mereka memiliki ketekunan dan disiplin yang kuat.

Implikasi teoretis dari temuan ini adalah perlunya memperluas paradigma efektivitas pembelajaran dari sekadar teaching methods menuju integrasi antara pendekatan pedagogis, teknologi, dan faktor psikologis siswa (Rifa'i et al., 2024). Penelitian ini menegaskan bahwa keberhasilan pembelajaran matematika tidak hanya ditentukan oleh inovasi teknologi (AR) atau pendekatan pedagogis (CRT), tetapi juga oleh aspek non-kognitif seperti AQ yang memengaruhi kesiapan siswa menghadapi tantangan akademik (Anwar et al., 2024). Implikasi praktisnya, guru tidak cukup hanya mengadopsi media AR atau menerapkan CRT, tetapi juga harus

memperhatikan pengembangan AQ siswa melalui strategi pembelajaran yang menumbuhkan resiliensi, seperti problem-based learning dengan refleksi atau latihan *growth mindset* (Chu et al., 2025).

Secara kritis, meskipun CRT-AR terbukti unggul, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa efektivitas teknologi tetap dibatasi oleh kesiapan psikologis siswa. AR dapat memudahkan pemahaman geometri, tetapi tanpa keuletan (AQ tinggi), siswa mungkin tidak sepenuhnya memanfaatkan potensi teknologi tersebut (Alzoubi, 2024). Sebaliknya, siswa dengan AQ tinggi bahkan dalam pembelajaran langsung pun cenderung menunjukkan capaian lebih baik. Hal ini memberi pesan penting bahwa inovasi pedagogis sebaiknya selalu dikombinasikan dengan intervensi untuk memperkuat faktor internal siswa (Arif Wicagsono et al., 2023). Oleh karena itu, dalam praktik pembelajaran, guru sebaiknya tidak hanya berfokus pada inovasi metode seperti CRT-AR, tetapi juga memperkuat aspek psikologis siswa melalui pengembangan AQ. Upaya ini dapat dilakukan dengan memberi kesempatan refleksi diri, pembelajaran berbasis tantangan, dan pemberian umpan balik yang menumbuhkan *growth mindset*. Dengan memadukan pendekatan pedagogis yang adaptif dan penguatan karakter tahan banting, guru dapat menciptakan lingkungan belajar yang tidak hanya efektif secara kognitif, tetapi juga membentuk ketangguhan psikologis siswa dalam menghadapi kesulitan belajar matematika.

Dengan demikian, pembelajaran matematika di sekolah dasar idealnya diarahkan pada model integratif yang tidak hanya menekankan pada penyajian materi melalui teknologi inovatif, tetapi juga membangun karakter tahan banting siswa. Guru dapat memanfaatkan CRT-AR sebagai sarana memperkaya pengalaman belajar, sekaligus mengembangkan strategi pembelajaran reflektif dan kolaboratif yang menumbuhkan AQ. Melalui kombinasi ini, pembelajaran matematika tidak hanya menghasilkan pemahaman konseptual yang lebih baik, tetapi juga membentuk generasi yang resilien dalam menghadapi tantangan akademik maupun kehidupan.

E. SIMPULAN DAN SARAN

Pendekatan *Culturally Responsive Teaching* (CRT) berbasis *Augmented Reality* (AR) terbukti lebih efektif dalam meningkatkan hasil belajar matematika siswa kelas VI dibandingkan pendekatan CRT konvensional maupun pembelajaran langsung. Integrasi nilai-nilai budaya dengan teknologi interaktif memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna dan membantu siswa memahami konsep abstrak secara lebih konkret, sehingga capaian akademik dapat ditingkatkan secara signifikan. Perbedaan hasil belajar juga tampak jelas pada kategori *Adversity Quotient* (AQ). Siswa dengan tipe *climbers* menunjukkan hasil belajar paling tinggi, diikuti *campers*, dan terakhir *quitters*. Temuan ini menegaskan bahwa ketahanan mental, kegigihan, serta kemampuan menghadapi kesulitan berperan penting dalam menentukan keberhasilan siswa, khususnya pada pembelajaran matematika yang membutuhkan konsistensi, logika, dan strategi pemecahan masalah.

Tidak ditemukan interaksi signifikan antara pendekatan pembelajaran dan tingkat AQ, yang berarti kedua faktor bekerja secara independen. Meskipun demikian, CRT-AR tetap memberikan manfaat bagi semua kategori AQ, meskipun hasil optimal dicapai oleh kelompok dengan AQ tinggi. Implikasinya, guru dan sekolah perlu mengintegrasikan strategi pembelajaran berbasis budaya dan teknologi modern dengan upaya penguatan aspek non-kognitif siswa, terutama daya tahan menghadapi tantangan, agar pembelajaran matematika tidak hanya menghasilkan pemahaman konseptual yang kuat tetapi juga membentuk karakter yang resilien.

Penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan *Culturally Responsive Teaching* berbasis *Augmented Reality* (CRT-AR) secara signifikan meningkatkan hasil belajar matematika siswa sekolah dasar dibandingkan dengan pendekatan CRT konvensional maupun pembelajaran langsung. Integrasi nilai-nilai budaya lokal dengan teknologi AR terbukti membantu siswa memahami konsep abstrak matematika secara lebih konkret, interaktif, dan bermakna. Selain itu, *Adversity Quotient* (AQ) juga berpengaruh signifikan terhadap hasil belajar. Siswa dengan AQ tinggi (*Climbers*) menunjukkan ketahanan dan motivasi belajar lebih baik dibandingkan *Campers* dan *Quitters*. Namun, tidak ditemukan interaksi antara pendekatan pembelajaran dan AQ, yang berarti keduanya berkontribusi secara terpisah terhadap hasil belajar siswa. Temuan ini menegaskan bahwa peningkatan hasil belajar memerlukan perhatian terhadap dua aspek penting: inovasi pembelajaran dan ketangguhan psikologis siswa. Guru perlu mengadopsi pendekatan CRT-AR untuk menghadirkan pembelajaran yang kontekstual dan menyenangkan, sekaligus menumbuhkan daya juang siswa melalui strategi *growth mindset*, refleksi diri, serta pembelajaran berbasis tantangan. Dengan demikian, pembelajaran matematika tidak hanya fokus pada aspek kognitif, tetapi juga membentuk karakter siswa yang tangguh dan adaptif. Penelitian ini memiliki keterbatasan pada jumlah sampel dan lingkup wilayah yang terbatas. Penelitian lanjutan disarankan memperluas cakupan ke berbagai mata pelajaran dan jenjang pendidikan, serta mengeksplorasi

dampak jangka panjang penerapan CRT-AR terhadap peningkatan hasil belajar dan ketahanan siswa dalam menghadapi tantangan akademik.

DAFTAR RUJUKAN

- Alzoubi, K. A. A. (2024). The Effect of Virtual Reality Technology in Teaching Mathematics on Students' Ability to Process Data and Graphic Representation. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 18(8), 27–39. <https://doi.org/10.3991/ijim.v18i08.46901>
- Amir, M. Z., Nurdin, E., Azmi, M. P., & Andrian, D. (2021). The increasing of math adversity quotient in mathematics cooperative learning through metacognitive. *International Journal of Instruction*, 14(4), 841–856. <https://doi.org/10.29333/iji.2021.14448a>
- Anwar, L., Sa'dijah, C., Murtafiah, W., & Huljannah, M. (2024). Adversity quotient of Indonesian prospective mathematics teachers in solving geometry higher-order thinking skills problems. *Journal on Mathematics Education*, 15(1), 79–98. <https://doi.org/10.22342/jme.v15i1.pp79-98>
- Arif Wicagsono, M., Muhammad Hamad Al-Nil, B. M. A., & Muthoifin. (2023). Strategies for Improving Teacher Pedagogic Competence Industrial Revolution Era 4.0. *Multicultural Islamic Education Review*, 1(1), 15–25. <https://doi.org/10.23917/mier.v1i1.2816>
- Azmi, M. P., Purwanto, P., Anwar, L., & Muksar, M. (2025). Epistemological Obstacles in Solving 2D Geometry Problems Using Adversity Quotient. *TEM Journal*, 14(1), 203–215. <https://doi.org/10.18421/TEM141-19>
- Bittner, V., & Meisert, A. (2021). Sex education meets interculturality–German biology teachers' views on the suitability of specific topics and their personal competencies. *Sex Education*, 21(2), 190–207. <https://doi.org/10.1080/14681811.2020.1766436>
- Chao, J.-Y., Liu, C.-H., & Kao, H.-C. (2023). Science, Technology, Engineering, and Mathematics Curriculum Design for Teaching Mathematical Concept of Perspective at Indigenous Elementary School Using Robots. *Sensors and Materials*, 35(5), 1547–1556. <https://doi.org/10.18494/SAM4051>
- Chao, W.-L., Chu, S.-Y., Wang, Y.-W., & Yang, T.-H. (2025). Culturally Responsive Teaching Efficacy of Teachers at Inclusive Preschools in Taiwan. *Early Childhood Education Journal*. <https://doi.org/10.1007/s10643-025-01882-2>
- Chu, S.-Y., Yang, T.-H., & Wang, Y.-W. (2025). Implementing Culturally Responsive Teaching Practices in Inclusive Preschools in Taiwan. *Early Childhood Education Journal*, 53(1), 271–285. <https://doi.org/10.1007/s10643-023-01586-5>
- da Silva, I., Rogers, D., & Arnett, A. E. (2024). “Welcome to my backyard”: an intersectional approach to inclusive teaching in the asynchronous learning environment. *Distance Education*, 45(3), 446–451. <https://doi.org/10.1080/01587919.2024.2355538>
- Farella, M., Taibi, D., Arrigo, M., Todaro, G., Fulantelli, G., & Chiazzese, G. (2021). An augmented reality mobile learning experience based on treasure hunt serious game. In C. Busch, M. Steinicke, R. Frieß, & T. Wendler (Eds.), *Proceedings of the European Conference on e-Learning, ECEL* (pp. 148–154). Academic Conferences and Publishing International Limited. <https://doi.org/10.34190/EEL.21.109>
- Habibi, A. M., Al Mubarak, F. U., Chusniatun, C., Shobahiya, M., & Musyaffa, Z. H. (2024). Science Education Data Analysis to Improve Student Achievement: An In-Depth Bibliometric Analysis. *Iseedu: Journal of Islamic Educational Thoughts and Practices*, 8(1), 87–99. <https://doi.org/10.23917/iseedu.v8i1.8849>
- Halpern, C., Aydin, H., Halpern, B., Franz, M., & Parks, T. (2025). Cultural or linguistic competence? Pre-service teachers' perceptions of their preparation to teach multilingual children. *Pedagogy, Culture and Society*. <https://doi.org/10.1080/14681366.2025.2472417>
- Hia, Y. (2024). Adversity quotient-based mathematical reasoning ability in geometry learning through virtual realistic approaches. In E. Retnowati, A. Wiyarsi, P. White, N. K. Thoe, S. Hamdi, F. Fauzi, & W. S. B. Dwandaru (Eds.), *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2622, Issue 1). American Institute of Physics. <https://doi.org/10.1063/5.0133469>
- Kawuryan, S. P., Senen, A., & Lidyasari, A. T. (2023). Predicting the Quality of Perception Assessment Instruments for Prospective Elementary School Teachers on the Culturally Responsive Teaching Approach. *New Educational Review*, 74, 112–127. <https://doi.org/10.15804/tner.23.74.4.08>
- Lam, H. C. (2024). How kindergarten teachers experience teaching for ethnically diverse children: A phenomenographic study. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 68(7), 1503–1521. <https://doi.org/10.1080/00313831.2023.2250377>
- Lawson, T. K., Knox, J., Romero, E., Molina Palacios, A., & Fallon, L. M. (2024). Check yourself! Exploring current culturally responsive teaching assessment measures. *Psychology in the Schools*, 61(6), 2649–2667.

- <https://doi.org/10.1002/pits.23189>
- Liu, J., Sun, D., Sun, J., Wang, J., & Yu, P. L. H. (2025). Designing a generative AI enabled learning environment for mathematics word problem solving in primary schools: Learning performance, attitudes and interaction. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 9. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2025.100438>
- Marsitin, R., Sa'dijah, C., & Chandra, T. D. (2024). Students' mathematical creative reasoning with adversity quotient in problem solving. In L. Anwar, D. Rahmadani, D. E. Cahyani, T. Listiawan, I. Rofiki, P. Darmawan, & A. D. Pahrany (Eds.), *AIP Conference Proceedings* (Vol. 3049, Issue 1). American Institute of Physics Inc. <https://doi.org/10.1063/5.0195407>
- Mehta, N., Benjamin, J., Agrawal, A., Valanci, S., Masters, K., & MacNeill, H. (2025). Addressing educational overload with generative AI through dual coding and cognitive load theories. *Medical Teacher*. <https://doi.org/10.1080/0142159X.2025.2543548>
- Nahrowi, N. (2020). The profile of student's creative thinking skills in mathematics problem solving in terms of adversity quotient. In D. Wahyuni (Ed.), *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1465, Issue 1). Institute of Physics Publishing helen.craven@iop.org. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1465/1/012064>
- Neikirk, K., Barongan, T., Rolle, T., Garza-López, E., Marshall, A., Beasley, H. K., Crabtree, A., Spencer, E. C., Shuler, H., & Martinez, D. (2023). Using quotients as a mentor to facilitate the success of underrepresented students. *Pathogens and Disease*, 81. <https://doi.org/10.1093/femspd/ftad008>
- Nielsen, T. (2024). Student teachers' opportunities to learn through observation, own practice and feedback on the practice while in field practice placements: a graphical model approach. *Frontline Learning Research*, 12(1), 34–48. <https://doi.org/10.14786/flr.v12i1.1347>
- Nieman, C. V., & Flory, S. B. (2024). 'Put yourself in their shoes': developing a knowledge base in urban physical education. *Curriculum Studies in Health and Physical Education*. <https://doi.org/10.1080/25742981.2024.2404930>
- Ortiz, R. S. (2024). Radical Love: Liberatory Pedagogical Praxis for Black and Latinx Youth in an Alternative School. *International Journal of Learner Diversity and Identities*, 31(1), 99–124. <https://doi.org/10.18848/2327-0128/CGP/v31i01/99-124>
- Özüdoğru, F. (2025). Culturally responsive adult education practices in Türkiye: investigating adult educators and students' perspectives. *International Journal of Lifelong Education*. <https://doi.org/10.1080/02601370.2025.2532784>
- Rahman, A., Murdiono, M., & Saptono, B. (2025). Augmented Reality in STEAM Education: A Systematic Review of Collaborative Practices for Primary Schools. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 19(10), 163–181. <https://doi.org/10.3991/ijim.v19i10.51825>
- Rifa'i, F. L., Al Mubarak, F. U., Maksum, M. N. R., & Mustofa, T. A. (2024). From Mimbar to Mouse: Adapting Islamic Education to the Digital Age. *Iseedu: Journal of Islamic Educational Thoughts and Practices*, 8(1), 1–9. <https://doi.org/https://doi.org/10.23917/iseedu.v8i1.8700>
- Ristiana, M. G., Istianah, E., & Pratama, D. F. (2020). Adversity quotient and logical thinking skills of prospective primary school teachers. In H. Hendriana, W. Hidayat, S. A. Widodo, M. Irfan, M. S. Noto, K. S. Perbowo, & R. C. I. Prahmana (Eds.), *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1657, Issue 1). IOP Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1657/1/012002>
- Ruqoyyah, S., & Ristiana, M. G. (2020). Adversity quotient of prospective primary school teachers in making scratch-assisted math application. In H. Hendriana, W. Hidayat, S. A. Widodo, M. Irfan, M. S. Noto, K. S. Perbowo, & R. C. I. Prahmana (Eds.), *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1657, Issue 1). IOP Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1657/1/012014>
- Shockley, E., Ellis, V., & Ivy, K. K. (2025). Perspectives of Black female STEM majors: culturally responsive online teaching practices among higher education institutions. *Journal for Multicultural Education*, 19(1), 28–42. <https://doi.org/10.1108/JME-08-2024-0095>
- Stelzer, F., Andrés, M. L., García-Coni, A. G., Vernucci, S., & Canet-Juric, L. (2024). School Engagement, Frustration Tolerance, and Mathematics Performance: Their Relationships in Primary School Students. *Quadernos de Psicologia*, 26(3). <https://doi.org/10.5565/rev/qpsicologia.2130>
- Tanjung, Y. I., Diliarosta, S., Arsih, F., Fadillah, M. A., & Makrooni, G. (2025). Culturally Responsive Teaching in Science Education and its Relationship with Technopreneurship. *APTISI Transactions on Technopreneurship*, 7(2), 387–399. <https://doi.org/10.34306/att.v7i2.563>
- Thomas, C. A. (2021). One university's story on teacher preparation in elementary mathematics: examining opportunities to learn. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 24(6), 641–667. <https://doi.org/10.1007/s10857-021-09487-3>

- Thomas, C. A. (2024). District Certified Culturally Responsive Elementary Teachers and Their Mathematics Teaching Practices. *Journal of Urban Mathematics Education*, 17(1), 10–47. <https://doi.org/10.21423/jume-v17i1a480>
- Tsuei, M., & Chiu, J.-I. (2021). Using a Mobile Augmented Reality APP on Mathematics Word Problems for Children. In C. Stephanidis, M. Antona, & S. Ntoa (Eds.), *Communications in Computer and Information Science: Vol. 1499 CCIS* (pp. 302–306). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. https://doi.org/10.1007/978-3-030-90179-0_39
- Utami, I. Q., Hwang, W.-Y., & Hariyanti, U. (2024). Contextualized and Personalized Math Word Problem Generation in Authentic Contexts Using Generative Pre-trained Transformer and Its Influences on Geometry Learning. *Journal of Educational Computing Research*, 62(6), 1604–1639. <https://doi.org/10.1177/07356331241249225>
- Wang, S., & Bussey, T. J. (2025). Re-Envisioning Classroom Culture in an Introductory General Chemistry Course: Description of a Course Redesign Project. *Education Sciences*, 15(3). <https://doi.org/10.3390/educsci15030307>
- Wiliyanto, D. A., Gunarhadi, G., Anggarani, F. K., Yusuf, M., & Subagya, S. (2022). Development of augmented reality-based learning models for students with specific learning disabilities. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 17(8), 2915–2926. <https://doi.org/10.18844/cjes.v17i8.7845>
- Wong, J., Bayoumy, S., Freke, A., & Cabo, A. (2022). Augmented reality for learning mathematics: a pilot study with WebXR as an accessible tool. In H.-M. Jarvinen, S. Silvestre, A. Llorens, & B. V Nagy (Eds.), *Towards a new future in engineering education, new scenarios that european alliances of tech universities open up* (pp. 1805–1814). Universitat Politècnica de Catalunya. <https://doi.org/10.5821/conference-9788412322262.1216>
- Yanti, A. W., Jaelani, A., Sutini, S., & Kusuma, H. J. (2023). PISA Problem Solving of Student with Proportional Reasoning and Adversity Quotient. In H. Habiddin & N. Farida (Eds.), *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2569). American Institute of Physics Inc. <https://doi.org/10.1063/5.0112543>
- Yuniarti, D. A. F., & Putra, B. J. M. (2021). Analysis mathematical communication ability of vocational student in osborn learning based on adversity quotient. In Dafik (Ed.), *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1836, Issue 1). IOP Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1836/1/012045>
- Ženatý, E., Dosedla, M., Picka, K., & Šťastná, J. (2024). Didactic Game Based on the Unreal Engine and the Effectiveness of its Implementation in Mathematics Education. *TEM Journal*, 13(4), 3092–3102. <https://doi.org/10.18421/TEM134-44>
- Zhao, Z., Wang, Z., Shi, Y., Wan, S., & Li, Z. (2025). Multidimensional-Encrypted Meta-Optics Storage Empowered by Diffraction-Order Decoupling. *Advanced Materials*, 37(21). <https://doi.org/10.1002/adma.202419322>