

PETUALANGAN DALAM *E-COMIC* PADA KONTEN BILANGAN BULAT

Ismianda Rohadatul 'Aisy¹, Shinta Wulandari², Alfian Mucti³

^{1,2,3} Universitas Borneo Tarakan

*Corresponding author

ismiishiko21@gmail.com^{1*}

pmatshintaw@gmail.com²

alfianmucti@gmail.com³

Abstract

High school students in Tarakan also experienced errors in integer operations, even though they should have mastered this material at an earlier level. This problem is closely related to classroom learning practices, especially the use of learning media that should facilitate cognitive engagement and meaningful learning experiences. Given the need for media, students' status as digital natives, and a survey showing that 67.2% of students are interested in adventure-themed comics, it is necessary to develop e-comics on integer operations material with adventure themes. The 4-D model development research was used by modifying it to 3-D (define, design, and develop). The research subjects consisted of six Year 10 students selected through purposive sampling. Data collection used qualitative and quantitative data obtained through observation, interviews, questionnaires, and documentation. Data analysis was conducted descriptively using a Likert scale to assess expert validity and student responses, with media feasibility criteria deemed feasible if they achieved a minimum percentage of 61%. The validation results showed that the media met the feasibility criteria, with material and language expert assessments of 91.25% and media and language expert assessments of 90.79%, both of which were classified as highly feasible. Limited trials involving six students with diverse abilities showed positive responses with a feasibility percentage in the feasible category. Thus, e-comic media with an adventure theme are feasible for use as learning media for tenth-grade students.

Keywords: Adventure Theme, E-comics, Integer Counting Operations, Learning Media.

Abstrak

Kesalahan dalam operasi bilangan bulat juga dialami siswa Sekolah Menengah Atas di Tarakan, padahal seharusnya materi tersebut telah dikuasai di jenjang sebelumnya. Permasalahan tersebut berkaitan erat dengan praktik pembelajaran di kelas, terutama dengan pemanfaatan media pembelajaran yang seharusnya dapat memfasilitasi keterlibatan kognitif dan pengalaman belajar bermakna. Penggabungan kebutuhan media, karakteristik siswa sebagai *digital natives*, dan hasil survey 67,2% siswa tertarik pada komik bertemakan petualangan. Sehingga diperlukan pengembangan media *e-comic* dengan tema petualangan pada materi operasi bilangan bulat. Penelitian pengembangan model 4-D digunakan dengan memodifikasi menjadi 3-D (*define, design, dan develop*). Subjek penelitian terdiri dari 6 siswa kelas X yang dipilih melalui teknik *purposive sampling*. Pengumpulan data menggunakan data kualitatif dan kuantitatif yang dilakukan melalui observasi, wawancara, angket, dan dokumentasi. Analisis data dilakukan secara deskriptif menggunakan skala Likert untuk menilai validitas ahli dan respon siswa, dengan kriteria kelayakan media yang dinyatakan layak apabila mencapai persentase minimal 61%. Hasil validasi menunjukkan bahwa media memenuhi kriteria kelayakan, dengan penilaian ahli materi dan bahasa sebesar 91,25% serta ahli media dan bahasa sebesar 90,79%, keduanya termasuk kategori sangat layak. Uji coba terbatas terhadap enam siswa dengan karakteristik kemampuan yang beragam menunjukkan respons positif dengan persentase kelayakan pada kategori layak. Sehingga, media *e-comic* dengan tema petualangan layak digunakan sebagai media pembelajaran bagi siswa kelas X.

Kata kunci: *E-comic*, Media Pembelajaran, Operasi Hitung Bilangan Bulat, Tema Petualangan.

PENDAHULUAN

Kemampuan dasar matematika, khususnya pemahaman konsep bilangan, merupakan fondasi esensial bagi siswa Sekolah Menengah Atas (SMA) dalam menguasai konsep matematika yang lebih kompleks (Al-Mutawah et al., 2018). Ketidakmampuan menguasai keterampilan ini berdampak langsung pada kesulitan siswa dalam memahami materi lanjutan (Lastari et al., 2025; Susanti & Satiti, 2023). Permasalahan tersebut semakin terlihat pada fase transisi dari aritmatika ke aljabar, ketika siswa dituntut untuk mengaplikasikan operasi bilangan secara fleksibel dalam konteks pemecahan masalah (Pratiwi & Kurniadi, 2018). Lemahnya penguasaan operasi hitung bilangan bulat sebagai komponen fundamental matematika sekolah menengah memperlebar kesenjangan pemahaman ini (Susanti et al., 2025). Kondisi serupa juga teridentifikasi melalui hasil observasi di salah satu SMA di Tarakan, yang menunjukkan bahwa siswa masih mengalami kesulitan signifikan dalam menyelesaikan soal-soal operasi hitung bilangan bulat.

Permasalahan konseptual tersebut tidak dapat dilepaskan dari proses pembelajaran yang berlangsung di kelas, khususnya dalam hal penggunaan media pembelajaran (Manurung & Mihardi, 2016). Media pembelajaran memegang peranan strategis dalam menjembatani karakter abstrak konsep matematika dengan pemahaman konseptual siswa (Widodo, Darhim, et al., 2018). Lebih dari sekadar alat bantu penyampaian materi, media berfungsi sebagai sarana pedagogis yang memfasilitasi keterlibatan kognitif, pembentukan makna, dan pengalaman belajar bermakna (Widodo, Turmudi, et al., 2018). Media yang dirancang secara kreatif dan kontekstual terbukti mampu meningkatkan partisipasi aktif siswa sekaligus meminimalkan perilaku belajar yang tidak relevan (Eva Susanti & Hamid, 2019). Sehingga peran guru mengalami pergeseran dari sekadar penyampai materi menjadi perancang pengalaman belajar yang adaptif terhadap karakteristik peserta didik dan tuntutan era digital (Nurmala R, 2021; Rahmata et al., 2020).

Meskipun potensi media pembelajaran berbasis teknologi semakin besar, implementasinya di sekolah masih menghadapi berbagai kendala (Hulu, 2023). Hasil observasi di SMA Negeri 2 Tarakan menunjukkan bahwa pembelajaran Matematika masih didominasi oleh media konvensional, seperti buku teks cetak dan penjelasan satu arah melalui papan tulis, dengan pemanfaatan teknologi yang terbatas. Pola pembelajaran ini berdampak pada rendahnya keterlibatan siswa, yang tercermin dari sikap pasif, distraksi, dan aktivitas di luar konteks pembelajaran. Sebaliknya, penggunaan media berbasis teknologi sederhana, seperti *website quiz*, justru menunjukkan peningkatan antusiasme dan partisipasi siswa. Kondisi ini menegaskan bahwa ketidaksesuaian antara karakteristik siswa sebagai *digital natives* dan media pembelajaran yang digunakan berpotensi menurunkan kualitas pembelajaran Matematika, khususnya pada materi yang menuntut keterlibatan kognitif tinggi (Guzmán et al., 2019).

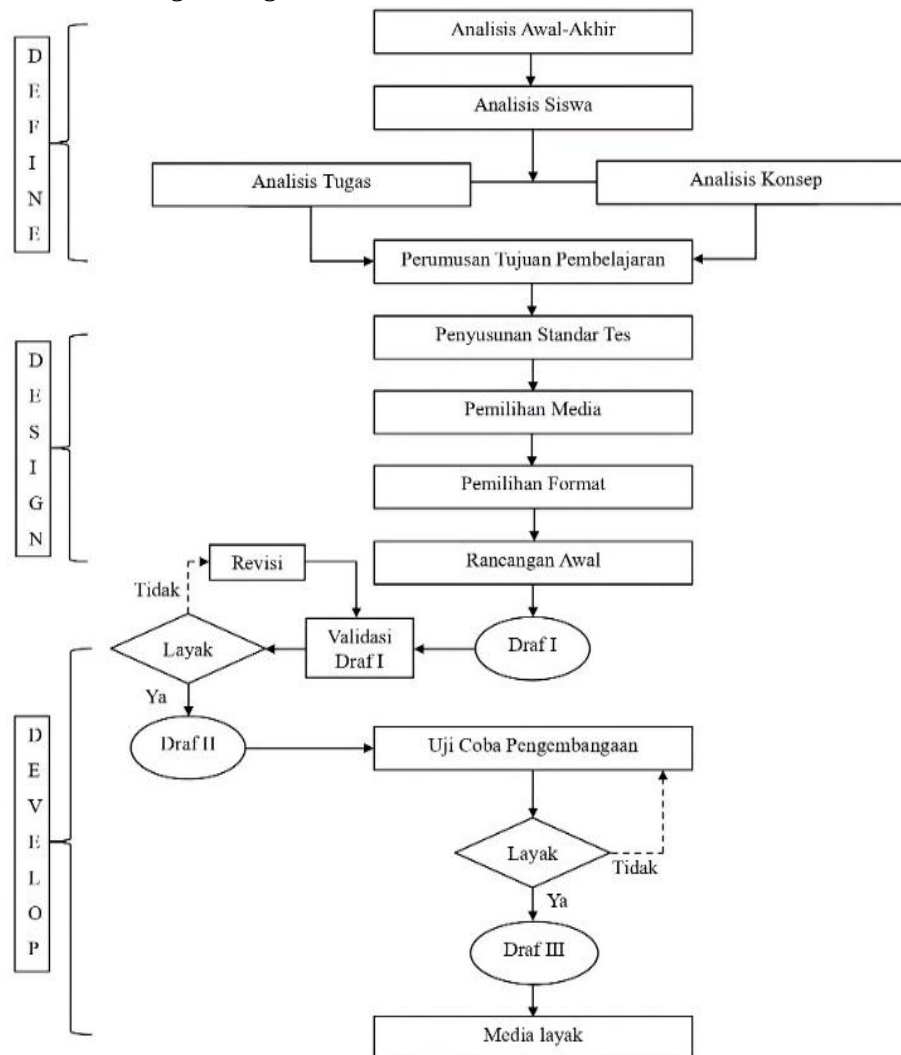
Berdasarkan permasalahan tersebut diperlukan alternatif media pembelajaran yang tidak hanya berbasis teknologi, tetapi juga selaras dengan karakteristik siswa dan kebutuhan konseptual materi

(Yunita et al., 2023). Salah satu media yang berpotensi memenuhi kebutuhan tersebut adalah *electronic comic* (*e-comic*), yaitu media pembelajaran digital berbasis cerita bergambar yang menyajikan konsep secara kontekstual, menarik, dan mudah diakses melalui perangkat digital (Addam et al., 2022; Rahmata et al., 2020; Trimurtini et al., 2021; Widodo, Turmudi, et al., 2018). Namun demikian, sebagian besar penelitian sebelumnya masih menitikberatkan pada aspek motivasi dan ketertarikan belajar, sementara kajian pengembangan *e-comic* yang secara spesifik dirancang untuk memperkuat penguasaan konsep dasar matematika, khususnya operasi hitung bilangan bulat pada jenjang SMA, masih terbatas. Dengan demikian, masih minim media *e-comic* yang dikembangkan secara sistematis untuk mendukung pemahaman konseptual operasi bilangan bulat yang dapat mendukung capaian pembelajaran Kurikulum Merdeka untuk siswa SMA.

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan pengembangan media pembelajaran berbasis teknologi yang tidak hanya inovatif, tetapi juga secara spesifik dirancang untuk memperkuat pemahaman konsep dasar Matematika siswa. Penelitian ini menawarkan pengembangan *e-comic*, sebuah media pembelajaran berbasis *smartphone* yang mengintegrasikan narasi petualangan dengan konsep operasi hitung bilangan bulat. Pemilihan media ini didukung oleh hasil angket terhadap 58 siswa kelas X yang menunjukkan bahwa 67,2% siswa tertarik pada media pembelajaran berupa komik Matematika, dengan tema petualangan sebagai preferensi utama. Selain itu, rendahnya capaian literasi siswa Indonesia berdasarkan hasil PISA semakin menegaskan urgensi inovasi media pembelajaran yang mampu meningkatkan literasi dan pemahaman konseptual siswa (Patria, 2021). Oleh karena itu, *e-comic* penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mendeskripsikan proses pengembangan media pada materi operasi hitung bilangan bulat hingga menghasilkan produk yang layak digunakan bagi siswa kelas X sebagai tahap awal pengembangan media pembelajaran Matematika berbasis teknologi.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang juga dikenal dengan *Research and Development* (*R&D*). Penelitian dan pengembangan merupakan proses atau metode yang digunakan untuk memvalidasi dan mengembangkan produk (Gall et al., 1996). Prosedur penelitian ini menggunakan model pengembangan 4-D yang dibatasi menjadi 3-D yaitu *define*, *design*, dan *develop* karena keterbatasan waktu dan biaya dalam pelaksanaan penelitian, serta tujuan penelitian yang telah tercapai pada tahap *develop*. Penerapan tahapan utama dalam penelitian tidak harus mengikuti model asli secara kaku, melainkan perlu disesuaikan dengan karakteristik subjek, konteks institusi, serta kebutuhan pengembangan di lapangan (Ibrahim, 2016). Berikut desain penelitian dan pengembangan yang dilakukan dalam penelitian ini.

Gambar 1.Desain Penelitian dan Pengembangan Media *E-comic*

Penelitian ini dilaksanakan di Madrasah Aliyah Negeri kota Tarakan pada semester genap tahun ajaran 2023-2024. Penelitian ini melibatkan siswa kelas X sebagai populasinya. Sampel dari penelitian ini adalah 6 siswa di kelas X-2 yang diambil dengan menggunakan metode *purposive sampling*. Media yang telah dirancang adalah media *e-comic* yang berfokus pada materi operasi hitung bilangan bulat. Penelitian ini memanfaatkan metode pengumpulan data berupa kualitatif dan kuantitatif yang dilakukan melalui observasi, wawancara, angket, dan dokumentasi. Instrumen pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan lembar angket validasi dan lembar angket respon siswa. Lembar angket validasi digunakan untuk mengukur kevalidan produk serta komentar dan saran perbaikan terhadap media. Lembar angket validasi terdiri dari ahli materi, media dan bahasa yang meliputi aspek isi atau materi, keterpaduan, bahasa, dan tampilan menyeluruh. Lembar angket respon siswa digunakan untuk mendapatkan data terkait respon siswa pada media yang berisi beberapa aspek, yakni kemudahan, materi, tampilan, motivasi, dan bahasa.

Teknik analisis data kualitatif yang digunakan berupa penjabaran dari hasil observasi dan wawancara dengan guru dan siswa terkait permasalahan, analisis dokumen terkait kemampuan awal siswa terhadap materi bilangan bulat, dan pemaparan komentar perbaikan dan masukan oleh para ahli mengenai media *e-comic*. Analisis data deskriptif yang dilakukan berupa analisis data hasil validasi ahli media dan bahasa, ahli materi dan bahasa, serta angket respon siswa untuk menguji kelayakan media *e-comic*. Penskoran data ini menggunakan skala *likert* dengan interval 1-4. Adapun pedoman penskoran skala likert dengan interval 1-4 untuk lembar validasi ahli media dan bahasa, serta lembar validasi ahli materi dan bahasa ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 1

Pedoman penskoran skala likert interval 1-4 lembar validasi ahli media, ahli materi, dan ahli bahasa

Kriteria	Skor
Sangat Baik (SB)	4
Baik (B)	3
Kurang Baik (KB)	2
Sangat Kurang Baik (SKB)	1

Sumber: (Tanjung et al., 2022)

Pedoman penskoran skala likert dengan interval 1-4 untuk lembar angket respon siswa (Tanjung et al., 2022) ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 2

Pedoman penskoran skala likert interval 1-4 lembar angket respon siswa

Kriteria	Skor
Sangat Setuju (SS)	4
Setuju (S)	3
Tidak Setuju (TS)	2
Sangat Tidak Setuju (STS)	1

Setelah mendapatkan skor data dari validator, dan angket respon siswa. Selanjutnya dihitung persentase kelayakannya dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Persentase Kelayakan} = \frac{\sum \text{Jumlah Skor Tiap Indikator}}{\sum \text{Jumlah Skor Ideal}} \times 100\%$$

Selanjutnya data tersebut dianalisis dengan teknik analisis deskriptif yang diuraikan dalam persentase penilaian yang telah ditentukan (Arikunto, 2015) yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3

Skala persentase uji kelayakan

Persentase Penilaian	Kategori
81-100%	Sangat Layak
61-80%	Layak
41-60%	Cukup Layak
21-40%	Kurang Layak
0-20%	Tidak Layak

Kriteria kelayakan media *e-comic* dapat dikatakan sudah layak digunakan jika masing-masing hasil penilaian dari angket validasi ahli media dan bahasa, angket validasi ahli materi dan bahasa, serta angket respon siswa memperoleh kategori minimal layak yaitu 61-80%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penerapan model pengembangan 4D yang dimodifikasi menjadi 3D ini melalui beberapa tahapan yaitu:

Define

Pada tahap *define* terdiri dari analisis awal-akhir dengan melaksanakan observasi dan wawancara kepada guru Matematika. Temuan yang diperoleh yaitu proses pembelajaran Matematika masih didominasi oleh metode ceramah dan diskusi dengan pemanfaatan buku cetak dan penjelasan langsung di papan tulis, tanpa dukungan teknologi pembelajaran yang memadai. Hal ini berdampak pada rendahnya keterlibatan siswa, kurangnya fokus belajar dan munculnya perilaku yang tidak mendukung proses pembelajaran. Selain itu, sebagian besar siswa belum memiliki penguasaan pengetahuan dasar Matematika, sebagian siswa melakukan kesalahan dalam perhitungan yang melibatkan operasi hitung bilangan bulat, sehingga mengalami kesulitan dalam memahami materi Matematika lanjutan. Berdasarkan analisis siswa diperoleh bahwa pemahaman terhadap materi operasi hitung bilangan bulat masih rendah, yang tercermin dari jawaban siswa yang menyatakan “lupa” serta ketidakmampuan menjawab latihan soal yang disajikan dalam angket. Kesalahan perhitungan yang dilakukan siswa yaitu kesalahan melakukan operasi pengurangan menjadi perkalian dan hasil operasi perkalian dua bilangan positif menjadi bilangan negatif, yang ditunjukkan pada gambar berikut:

Gambar 2

Kesalahan siswa dalam operasi bilangan bulat

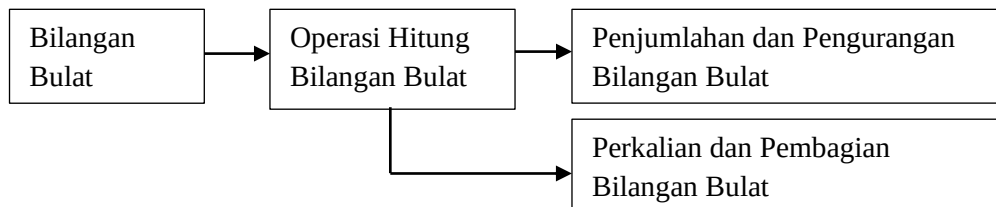
The image shows two examples of student work with errors in integer operations. The left photo shows a student's work for the expression $-10 + 5 \times 25 : 5 - (-5)$. The student incorrectly calculates $25 \times 25 = 125$, then $125 : 5 = 25$, and finally $25 \times (-5) = -125$, leading to the final result -110 . The right photo shows a student's work for the expression $25 - 15 - 5$. The student incorrectly calculates $25 + 15 + 5 = 10 + 5 = 15$, then $25 - (-15) - 5 = 40 - 5 = 35$, and finally $5 \times 5 + 10 = -25 + 10 = -5$.

Selain itu, hasil angket menunjukkan bahwa siswa memiliki ketertarikan terhadap penggunaan media pembelajaran berupa komik matematika untuk membantu memahami materi tersebut, khususnya media yang dapat diakses melalui smartphone atau komputer. Tahap selanjutnya, analisis tugas dilakukan untuk menentukan isi pembelajaran yang dimasukkan ke dalam media yang dikembangkan, berdasarkan hasil analisis sebelumnya maka capaian pembelajaran yang digunakan satu tingkat fase dibawah standarnya, yang seharusnya fase E menjadi fase D pada kurikulum merdeka yaitu

“...siswa mampu mengoperasikan secara efisien bilangan bulat...”. Sebelum langkah terakhir perumusan tujuan pembelajaran, dilakukan analisis konsep untuk menentukan isi materi dalam media pembelajaran dengan mempertimbangan agar dapat menunjang Capaian Pembelajaran Kurikulum Merdeka tingkat SMA/MA, sehingga diperoleh sebagai berikut.

Gambar 3

Perumusan Tujuan Pembelajaran



Berdasarkan hal tersebut, perumusan tujuan pembelajaran yaitu media diharapkan dapat memudahkan siswa mempelajari materi pengetahuan dasar Matematika pada operasi hitung penjumlahan dan pengurangan bilangan bulat dan media diharapkan dapat memudahkan siswa mempelajari materi pengetahuan dasar Matematika operasi hitung perkalian dan pembagian bilangan bulat.

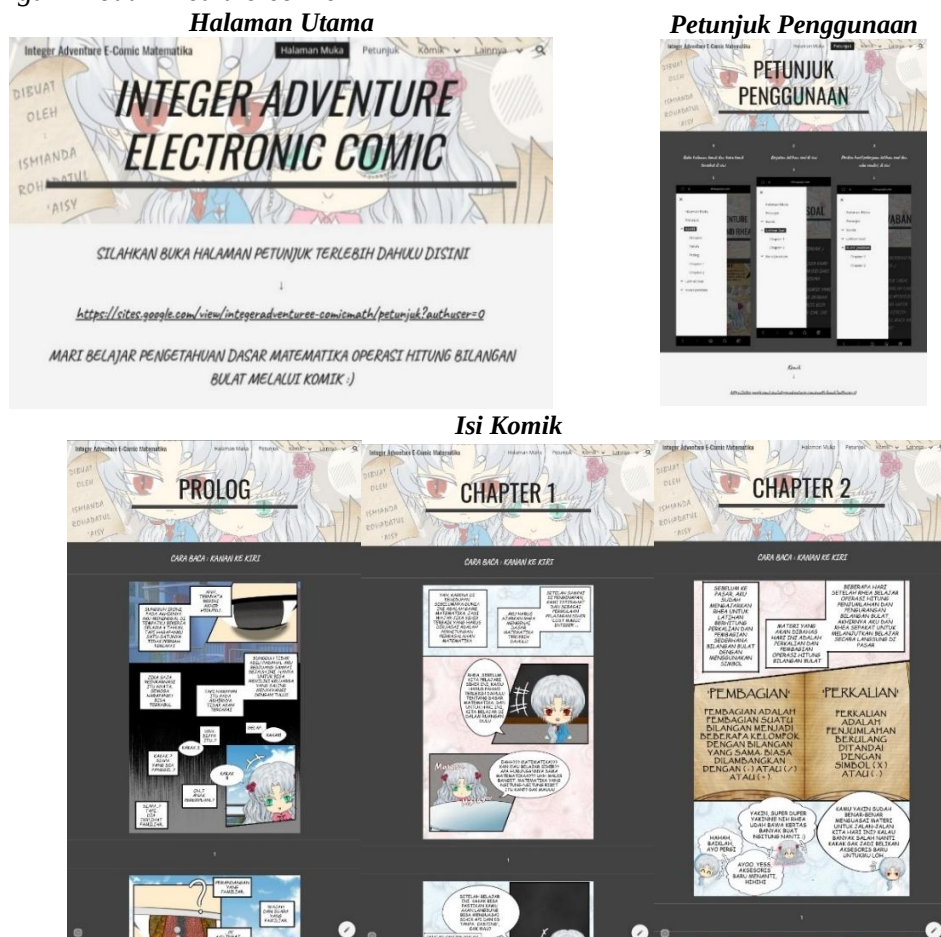
Hasil analisis pada tahap *define* menunjukkan bahwa pembelajaran Matematika belum memanfaatkan media berbasis teknologi secara optimal, sehingga keterlibatan siswa rendah dan berdampak pada lemahnya pemahaman materi operasi hitung bilangan bulat, yang ditandai oleh kesalahan perhitungan dan kesalahan dalam menerapkan operasi. Keterbatasan media pembelajaran yang kurang kreatif dan tidak sesuai dengan kebutuhan siswa berkontribusi terhadap rendahnya kualitas pembelajaran (Rachmavita, 2020; Tabuena & Pentang, 2021). Selain itu, berdasarkan analisis hasil angket menunjukkan ketertarikan siswa terhadap penggunaan media pembelajaran berupa komik matematika khususnya yang dapat diakses melalui *smartphone*. Penggunaan *e-comic* (komik elektronik yang dapat diakses melalui *smartphone*) dalam pembelajaran Matematika dapat digunakan untuk membantu siswa memahami konsep hingga meningkatkan kualitas pembelajaran Matematika (Nurfadillah et al., 2024; Rahmasantika & Prahmana, 2022; Trimurtini et al., 2021). Pengembangan media komik yang menekankan pemahaman simbol matematika dan prosedur operasi hitung bilangan bulat dapat membantu siswa memahami konsep dasar operasi bilangan bulat (Rahmani et al., 2022). Selain itu media pembelajaran yang dikemas dalam bentuk cerita petualangan mampu meningkatkan minat belajar siswa dan juga pemahaman siswa tentang materi Matematika (Alegrait et al., 2025; Cahyandari & Fitriana, 2023; Wen & Dubé, 2022; Yuliani et al., 2023). Bercerita yang dikemas dalam bentuk media dapat menciptakan pengalaman belajar matematika yang menyenangkan dan menarik serta dapat membantu mengurangi kecemasan matematika dan mendorong siswa untuk menikmati belajar matematika (Irmayanti et al., 2025). Sehingga media yang dipilih untuk dikembangkan berupa *e-comic* dengan tema petualangan yang dapat diakses di *smartphone* dengan materi operasi hitung bilangan bulat.

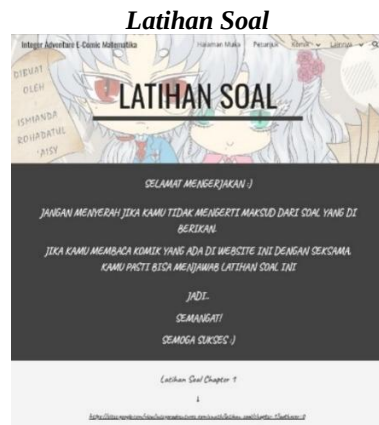
Design

Pada tahap *design* dimulai dari penyusunan standar tes dengan menggunakan dokumen siswa pada saat mengerjakan latihan soal di angket dan diperoleh terdapat beberapa siswa yang melakukan kesalahan perhitungan operasi bilangan bulat, sehingga materi yang dimasukkan dalam media yang dikembangkan yaitu materi operasi hitung bilangan bulat. Pemilihan media berupa *e-comic* yang dapat digunakan sebagai bahan belajar mandiri yaitu membantu siswa dalam mempelajari materi dalam media tanpa guru dan dapat digunakan dimanapun karena dapat diakses melalui *smartphone* (Addam et al., 2022). Pada pemilihan format dilakukan dengan merancang komponen-komponen berdasarkan teori belajar Gagne untuk dimasukkan ke dalam media pembelajaran menggunakan bantuan aplikasi *ibis paint*, *canva*, *website google site*, *flipbook*, dan *google form*. Susunan pembuatan media ini terbagi menjadi beberapa halaman dengan bagian *header google site* dibuat dengan bantuan aplikasi *canva*, kemudian dibuat halaman yang berisi; petunjuk penggunaan media, *cover* dan sinopsis komik, tokoh komik, isi komik yang terdiri dari prolog dan dua *chapter*, komik digambar menggunakan aplikasi *ibis paint* dan dibaca dengan tampilan berupa *flipbook* dan yang terakhir latihan soal dan kunci jawaban yang memanfaatkan *google form*.

Gambar 4

Rancangan Produk Media e-comic





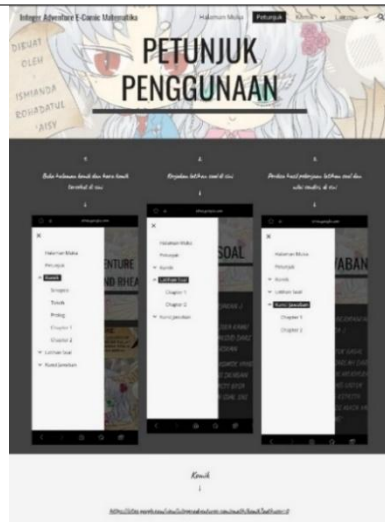
Develop

Pada tahap *develop* dilaksanakan penilaian ahli materi dan bahasa dan diperoleh hasil validasi 91,25% dengan kriteria sangat layak sehingga dapat disimpulkan bahwa materi dan bahasa yang disajikan dalam media *e-comic* layak dan dapat digunakan sebagai produk media pembelajaran untuk siswa kelas X. Sedangkan penilaian ahli media dan bahasa pada pengembangan media *e-comic* memperoleh persentase 68,42% berada pada kriteria layak, akan tetapi karena terdapat cukup banyak komentar dan saran perbaikan yang diberikan, maka perlu dilakukan perbaikan pada media *e-comic*. Adapun revisi produk yang dilakukan dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4

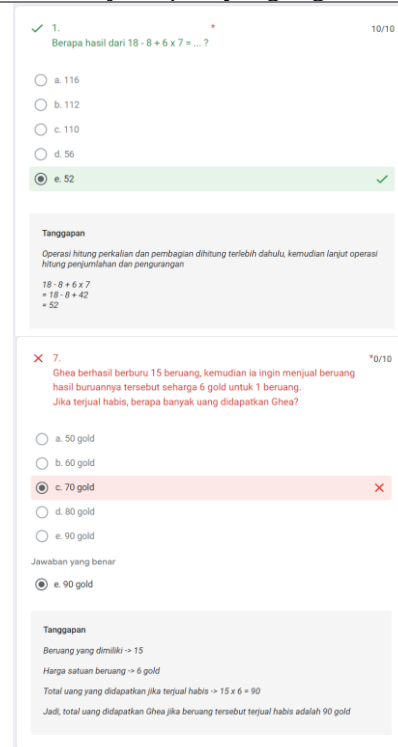
Revisi Produk

Komentar dan Saran Perbaikan	Revisi
	
Pada bagian cover komik perlu dilakukan revisi untuk menarik perhatian pembaca	Agar lebih menarik perhatian pembaca, cover komik digabungkan dengan sinopsis
Website yang Berisi Elektronik Komik Matematika dengan Materi "Operasi Hitung Bilangan Bulat" Di buat oleh : Ismianda Rohadatul 'Aisy Apabila Ada Pertanyaan Terkait Website, Kalian Dapat Menghubungi Alamat Berikut ini: ismishika21@gmail.com	Kalo ada yang pengen tau lebih banyak soal website ini, bisa langsung tanya saya di alamat email saya nih: ismishika21@gmail.com Jurusan Pendidikan Matematika, FKIP Universitas Borneo Tarakan
Identitas pada beberapa halaman juga perlu ada perbaikan	Identitas yang terdapat pada setiap halaman (<i>footer</i>) diperbaiki ukuran dan jenis <i>font</i> yang digunakan



Simbol pada beberapa halaman juga perlu ada perbaikan

Simbol pada beberapa halaman diperbaiki dengan mengubah posisi (memanfaatkan *tools* yang ada di *google site*) serta mengubah ukuran dan jenis *font* yang digunakan



Pedoman penskoran untuk jawaban perlu dibuat lebih rinci

Latihan soal diubah dari esai menjadi pilihan ganda, skor penilaian memanfaatkan google form yang nilainya langsung keluar setelah selesai mengerjakan latihan soal



Apabila masih memungkinkan antar *part* dapat di *scroll* atau *linknya* dibuat menjadi berbentuk *butir*

Link untuk menuju halaman selanjutnya atau halaman sebelumnya diubah menjadi bentuk kotak dan dapat di klik



1. $-5 - (-15) + 5 + (-2) + 28 = 40$ 10 poin
Benar atau salah?
☐ Benar
☐ Salah

2. $15 - (-6) - 5 + 4 + (-5) = 15$ 10 poin
Benar atau salah?
☐ Benar
☐ Salah

3. $5 + 10 - (-5) - 10 + (-15) = -15$ 10 poin
Benar atau salah?
☐ Benar
☐ Salah

4. $-25 - 3 + 15 - (-10) - 3 = -4$ 10 poin
Benar atau salah?
☐ Benar
☐ Salah

5. $(-20) - (-10) + 20 - 25 + (-5) = 30$ 10 poin
Benar atau salah?
☐ Benar
☐ Salah

Sebaiknya soal latihan mencakup soal atau masalah rutin

Latihan soal yang sebelumnya hanya 2 soal, ditambahkan menjadi 10 soal yang terdiri dari 5 soal masalah rutin dan 5 soal penerapan

Revisi yang dilakukan meliputi penggabungan cover *e-comic* dengan sinopsis untuk meningkatkan daya tarik awal dan membangkitkan rasa ingin tahu pembaca terhadap isi media, sejalan dengan temuan bahwa tampilan visual awal dan ringkasan konten berperan penting dalam menarik perhatian dan meningkatkan motivasi belajar siswa (Esra, 2018). Identitas pada setiap halaman (footer) diperbaiki dari segi ukuran dan jenis huruf guna meningkatkan keterbacaan, sesuai prinsip desain visual dalam pembelajaran digital (Mackare & Jansone, 2017). Selain itu, simbol pada beberapa halaman disesuaikan dengan memperbaiki posisi, ukuran, dan jenis font melalui pemanfaatan fitur pada Google Sites untuk menghasilkan tampilan *e-comic* yang lebih konsisten dan menarik secara visual (Yunita et al., 2023). Navigasi antar halaman juga ditingkatkan dengan mengubah tautan menjadi tombol (button) yang dapat diklik, karena desain navigasi yang jelas terbukti meningkatkan kenyamanan dan efektivitas penggunaan media pembelajaran digital (Mamolo, 2022).

Perbaikan selanjutnya dilakukan pada latihan soal, yang diubah menjadi bentuk pilihan ganda agar siswa dapat memperoleh umpan balik dan skor secara langsung melalui *google form*, mengingat asesmen berbasis digital dengan umpan balik instan dapat meningkatkan keterlibatan dan pemahaman siswa (Wildgoose & Bakrania, 2017). Jumlah soal juga ditingkatkan dari dua menjadi sepuluh butir, yang terdiri atas lima soal rutin dan lima soal penerapan, guna menyeimbangkan penguasaan prosedural dan kemampuan pemecahan masalah kontekstual siswa, sebagaimana direkomendasikan dalam literatur pembelajaran matematika (Tsumori et al., 2016). Penilaian kedua oleh ahli media dan bahasa setelah perbaikan yang dilakukan mendapatkan hasil persentase 90,79% dengan kriteria sangat layak sehingga dapat disimpulkan bahwa tampilan menyeluruh dan bahasa yang disajikan dalam media *e-comic* layak dan dapat digunakan sebagai produk media pembelajaran.

Uji coba pengembangan yang dilaksanakan dalam penelitian ini adalah uji coba terbatas dimana pemilihan subjek uji coba dipilih berdasarkan dari hasil pengisian angket yang dilaksanakan pada tahap

analisis siswa untuk penentuan kelas, kemudian ditentukan 6 siswa untuk menjadi subjek uji coba terbatas berdasarkan pilihan guru yang mengajar kelas tersebut, diantaranya yaitu 2 siswa yang cepat tanggap, 2 siswa yang tidak cepat tanggap dan tidak kurang tanggap, serta 2 siswa yang kurang tanggap. Strategi pemilihan subjek yang merepresentasikan variasi kemampuan ini sejalan dengan rekomendasi penelitian pengembangan yang menekankan pentingnya heterogenitas responden untuk menguji stabilitas kualitas media pembelajaran (Duong & von Davier, 2013).

Hasil uji coba terbatas menunjukkan bahwa media *e-comic* memperoleh persentase respon siswa yang berada pada kategori layak di seluruh kelompok. Pada kelompok siswa cepat tanggap, persentase respon sebesar 80% dan 85% mengindikasikan bahwa media mampu mendukung pemahaman konsep secara efektif serta menarik minat belajar siswa dengan kemampuan kognitif tinggi. Temuan ini menguatkan teori *multimedia learning*, yang menyatakan bahwa integrasi teks dan visual yang dirancang secara tepat dapat meningkatkan pemrosesan informasi dan memperdalam pemahaman konseptual siswa (Luzón & Letón, 2015).

Menariknya, pada kelompok siswa yang tidak cepat tanggap dan tidak kurang tanggap, media *e-comic* juga menunjukkan tingkat kelayakan yang relatif konsisten, dengan persentase respon berkisar antara 78,33% hingga 81,67%. Hal ini mengindikasikan bahwa media tidak hanya efektif bagi siswa dengan kemampuan tinggi, tetapi juga inklusif dan mampu menjembatani perbedaan kemampuan belajar siswa. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa media berbasis visual naratif, seperti komik digital, dapat membantu siswa dengan kemampuan rendah melalui penyajian konteks yang konkret, alur cerita yang sistematis, serta representasi visual yang memperjelas konsep abstrak matematika (Widodo, Turmudi, et al., 2018).

Konsistensi skor kelayakan pada ketiga kelompok siswa menunjukkan bahwa media *e-comic* memiliki desain instruksional yang stabil, baik dari aspek penyajian materi, keterbacaan, navigasi, maupun latihan soal. Stabilitas ini merupakan indikator penting dalam penelitian pengembangan, karena menunjukkan bahwa produk yang dikembangkan tidak bersifat bias terhadap kelompok siswa tertentu (Zualkernan, 2015). Selain itu, penggunaan *e-comic* sebagai media pembelajaran matematika terbukti mampu meningkatkan keterlibatan siswa secara afektif, yang berkontribusi positif terhadap kesiapan kognitif mereka dalam memahami materi (Dewi & Sulistiowati, 2025; Nurfadillah et al., 2024; Rahmani et al., 2022; Rahmasantika & Prahmana, 2022; Widodo, Turmudi, et al., 2018). Berdasarkan keseluruhan hasil uji coba terbatas, dapat disimpulkan bahwa media *e-comic* yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan dan kepraktisan sebagai media pembelajaran matematika. Temuan ini memberikan dukungan empiris bahwa media *e-comic* tidak hanya layak secara teknis, tetapi juga relevan secara pedagogis dalam mendukung pembelajaran matematika yang lebih menarik, bermakna, dan adaptif terhadap perbedaan karakteristik siswa (Mamolo, 2022).

Media *e-comic* yang dikembangkan dalam penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, media hanya mencakup satu materi, yaitu operasi hitung bilangan bulat, sehingga

efektivitasnya belum dapat digeneralisasi pada materi matematika lainnya. Literatur pengembangan media menegaskan bahwa efektivitas suatu media sangat bergantung pada kesesuaian antara desain media dan karakteristik materi yang diajarkan (Chiu & Churchill, 2015). Penelitian lain dapat memperluas pengembangan media *e-comic* pada materi matematika lainnya agar dapat digunakan secara berkelanjutan. Kedua, media ini dirancang sebagai media belajar mandiri yang dapat diakses tanpa pengawasan langsung guru. Sehingga memungkinkan siswa mengerjakan latihan soal tanpa terlebih dahulu membaca dan memahami isi komik, yang berpotensi mengurangi kedalaman pemahaman konsep (Toh et al., 2017). Penelitian lanjutan dapat mengembangkan mekanisme kontrol pembelajaran, seperti penguncian latihan soal atau pemberian pertanyaan pemahaman awal sebelum siswa mengakses soal, untuk memastikan siswa mempelajari konten komik terlebih dahulu, agar dapat meningkatkan keterlibatan kognitif siswa dalam pembelajaran digital secara mandiri.

KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan media pembelajaran Matematika berupa *e-comic* pada materi operasi hitung bilangan bulat yang dikembangkan menggunakan model 4-D yang dimodifikasi menjadi 3-D (define, design, dan develop). Hasil validasi menunjukkan bahwa media memenuhi kriteria kelayakan, dengan penilaian ahli materi dan bahasa sebesar 91,25% serta ahli media dan bahasa sebesar 90,79%, keduanya termasuk kategori sangat layak. Uji coba terbatas terhadap enam siswa dengan karakteristik kemampuan yang beragam menunjukkan respons positif dengan persentase kelayakan pada kategori layak. Temuan ini mengindikasikan bahwa media *e-comic* yang dikembangkan layak digunakan sebagai media pembelajaran bagi siswa kelas X. Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan agar media diperluas pada materi Matematika lainnya, diuji pada skala yang lebih besar, serta dilengkapi tahap diseminasi guna meningkatkan kualitas dan dampak implementasinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Addam, B., Bunmi, *, & Omodan, I. (2022). Mathematic Comic Mobile Learning (MCML) for Class VII Article Info. *Innovative Journal of Curriculum and Educational Technology*, 11(1).
- Alegrait, H., Trisiana, A., & Irmade, O. (2025). Analisis Metode Storytelling dalam Meningkatkan Kemampuan Soal Perkalian dan Pembagian Matematika. *Journal of Mathematics Education*, 4(2), 510.
- Al-Mutawah, M. A., Eid, A., Thomas, R., Mahmoud, E. Y., & Fateel, M. J. (2018). Analysing Mathematical Abilities of High School Graduates. *KnE Social Sciences*, 3(10), 26. <https://doi.org/10.18502/kss.v3i10.3101>
- Arikunto, S. (2015). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Rineka Cipta.
- Cahyandari, R., & Fitriana, D. (2023). Improving Mathematical Literacy: Strengthening Students' Learning Motivation through Fairy Tales with the Title "Petualangan Tiga Saudara Menyelamatkan Selendang Pusaka." *Jurnal Pendidikan : Riset Dan Konseptual*, 7(1), 50. https://doi.org/10.28926/riset_konseptual.v7i1.608
- Chiu, T. K. F., & Churchill, D. (2015). Exploring the characteristics of an optimal design of digital materials for concept learning in mathematics: Multimedia learning and variation theory.

- Computers & Education*, 82, 280–291.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.12.001>
- Dewi, R. A., & Sulistiowati, D. L. (2025). Pengembangan Media Pembelajaran Komik Matematika Berbasis Cerita Petualangan untuk Memfasilitasi Kemampuan Representasi Matematis Siswa. *Jurnal Ilmiah Matematika (JIMAT)*, 6(1), 220–233. <https://doi.org/10.63976/jimat.v6i1.871>
- Duong, M. Q., & von Davier, A. A. (2013). Heterogeneous Populations and Multistage Test Design. In R. E. Millsap, L. A. van der Ark, D. M. Bolt, & C. M. Woods (Eds.), *New Developments in Quantitative Psychology* (pp. 151–170). Springer New York.
- Esra, A. (2018). Analyzing students views about mathematics teaching through stories and story generation process. *Educational Research and Reviews*, 13(7), 249–259. <https://doi.org/10.5897/err2018.3498>
- Eva Susanti, S., & Hamid, H. (2019). Pengembangan Kosami (Komik Saku Matematika) bagi Siswa Kelas VII SMP Negeri 7 Tarakan. *Mathematic Education And Application Journal*, 1(1), 37–45.
- Gall, M. D., Borg, W. R., & Gall, J. P. (1996). Educational research: An introduction, 6th ed. In *Educational research: An introduction*, 6th ed. Longman Publishing.
- Guzmán, M. O., Castro, S. O., Acuña, F. M., & Malo, E. S. (2019). Importance of coupling the teaching methodologies of mathematics with the learning styles of digital natives. *Journal of Physics: Conference Series*, 1414(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1414/1/012004>
- Hulu, Y. (2023). Problematika Guru Dalam Pengembangan Teknologi dan Media Pembelajaran. | *ANTHOR: Education and Learning Journal*, 2(6), 840–846.
- Ibrahim, A. (2016). Definition Purpose and Procedure of Developmental Research: An Analytical Review. *Asian Research Journal of Arts & Social Sciences*, 1(6), 1–6. <https://doi.org/10.9734/arjass/2016/30478>
- Irmayanti, M., Chou, L. F., & Anuar, N. N. binti Z. (2025). Storytelling and math anxiety: a review of storytelling methods in mathematics learning in Asian countries. *European Journal of Psychology of Education*, 40(1). <https://doi.org/10.1007/s10212-024-00927-1>
- Lastari, D. A., Simamora, R. E., & Susanti, D. (2025). Faktor Penyebab Kesulitan Belajar Matematika pada Siswa Sekolah Menengah Atas: Studi Kasus. *Mathematics Education And Application Journal (META)*, 7(1), 1–15. <http://jurnal.borneo.ac.id/index.php/meta>
- Luzón, J. M., & Letón, E. (2015). Use of animated text to improve the learning of basic mathematics. *Computers & Education*, 88, 119–128. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.04.016>
- Mackare, K., & Jansone, A. (2017). Research of guidelines for designing E-study materials. *Environment. Technology. Resources. Proceedings of the 11th International Scientific and Practical Conference*, 2, 90–96. <https://doi.org/10.17770/etr2017vol2.2560>
- Mamolo, L. A. (2022). Students' evaluation and learning experience on the utilization of Digital Interactive Math Comics (DIMaC) mobile app. *Advances in Mobile Learning Educational Research*, 2(2), 375–388. <https://doi.org/10.25082/AMLER.2022.02.006>
- Manurung, S. R., & Mihardi, S. (2016). *Journal of Education and Practice* www.iiste.org ISSN (Vol. 7, Issue 9). Online. www.iiste.org
- Nurfadillah, Z. A., Ratnaningsih, N., & Hidayat, E. (2024). *Penelitian Bahan Ajar E-comic g untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik pada Materi Barisan Aritmetika* (Vol. 3, Issue 2). <https://jurnal.unsil.ac.id/index.php/kongruen>
- Nurmala R. (2021). Minat Belajar Siswa Menggunakan Pocket Book Mathematic (Pockemath) Berbasis Android Sebagai Media Pembelajaran. *Mathematic Education And Application*, 03(2), 1–8.

- Patria, R. R. (2021). Why Indonesian Students Struggle in Reading Test?: An Insight from PISA 2018 Results. *Proceedings of the International Conference on Educational Assessment and Policy*, 29–40.
- Pratiwi, W. D., & Kurniadi, E. (2018). *Transisi Kemampuan Berpikir Aritmatika Ke Kemampuan Berpikir Aljabar Pada Pembelajaran Matematika*. 1. <http://ojs.umrah.ac.id/index.php/gantang/index>
- Rachmavita, F. P. (2020). Interactive media-based video animation and student learning motivation in mathematics. *Journal of Physics: Conference Series*, 1663(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1663/1/012040>
- Rahmani, A., Heryadi, Y., & Sa'adah, L. (2022). Pengembangan Bahan Ajar Komik Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Matematika Siswa Sekolah Dasar pada Materi Operasi. *Jurnal Pendidikan Dasar Setia Budhi*, 6(1), 63–71. <https://stkipsetiabudhi.e-journal.id/jpd>
- Rahmasantika, D., & Prahmana, R. C. I. (2022). Math E-Comic Cerita Rakyat Joko Kendil dan Si Gundul Untuk Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Tunarungu. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(2), 787–805. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i2.4971>
- Rahmata, A., Tuljannah, L., Chotimah, S. C., & Fiangga, S. (2020). Validitas E-Comic Matematika Berbasis Pemecahan Masalah pada Materi Kesebangunan. *JRPM (Jurnal Review Pembelajaran Matematika)*, 5(1), 53–65. <https://doi.org/10.15642/jrpm.2020.5.1.53-65>
- Susanti, D., & Satiti, A. R. (2023). Eksplorasi Kesalahan-Kesalahan dalam Menyelesaikan Soal Nilai Mutlak Berdasarkan Tahapan Kastolan. *Mathematics Education And Application Journal (META)*, 5(2), 104–117. <http://jurnal.borneo.ac.id/index.php/meta>
- Susanti, D., Yulianti, E., & Noviantari, I. (2025). Error analysis in algebraic operations: Identifying and addressing misconceptions in algebraic learning. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 16, 943–958. <https://doi.org/10.24042/ajpm.v16i1.29351>
- Tabuena, A. C., & Pentang, J. T. (2021). Learning motivation and utilization of virtual media in learning mathematics. *Asia-Africa Journal of Recent Scientific Research (AAJRSR) | 1 AAJRSR*, 1, 1–11.
- Tanjung, R. S. S., Munajat, M. D. E., & Novianti, E. (2022). Pengaruh Faktor Pendorong dan Penarik Terhadap Keputusan Berkunjung ke Devoyage Bogor. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 3, 7059–7072.
- Toh, T. L., Cheng, L. P., Ho, S. Y., Jiang, H., & Lim, K. M. (2017). Use of comics to enhance students' learning for the development of the twenty-first century competencies in the mathematics classroom. *Asia Pacific Journal of Education*, 37(4), 437–452. <https://doi.org/10.1080/02188791.2017.1339344>
- Trimurtini, T., Setyani, M. A., Sari, E. F., & Nugraheni, N. (2021). Development of mind mapping-based comics to improve math learning outcomes. *Premiere Educandum : Jurnal Pendidikan Dasar Dan Pembelajaran*, 11(1), 15–29. <https://doi.org/10.25273/pe.v11i1.7817>
- Tsumori, S., Yamazumi, T., & Nishino, K. (2016). Strategy for Offering Test Questions Based on the Relationship between the Representation of Calculation Questions and their Difficulty. *Procedia Computer Science*, 96, 1437–1446. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.08.189>
- Wen, R., & Dubé, A. K. (2022). A Systematic Review of Secondary Students' Attitudes Towards Mathematics and its Relations With Mathematics Achievement. *Journal of Numerical Cognition*, 8(2), 295–325. <https://doi.org/10.5964/jnc.7937>
- Widodo, S. A., Darhim, & Ikhwanudin, T. (2018). Improving mathematical problem solving skills through visual media. *Journal of Physics: Conference Series*, 948(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/948/1/012004>
- Widodo, S. A., Turmudi, T., Dahlan, J. A., Istiqomah, I., & Saputro, H. (2018). Mathematical Comic Media For Problem Solving Skills. *Proceedings of the Joint Workshop KO2PI and the 1st*

- International Conference on Advance & Scientific Innovation*, 101–108.
<https://doi.org/10.4108/eai.23-4-2018.2277592>
- Wildgoose, A., & Bakrania, S. (2017). Development and implementation of rapid feedback using a cloud-based assessment tool. *2017 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 1–6.
<https://doi.org/10.1109/FIE.2017.8190602>
- Yuliani, A., Sajiman, S. U., & Wiratomo, Y. (2023). Game Edukasi Petualangan Matematika: Media Pembelajaran Digital Matematika pada Materi SD Kelas V. *JKPM (Jurnal Kajian Pendidikan Matematika)*, 8(1), 87. <https://doi.org/10.30998/jkpm.v8i1.14320>
- Yunita, N., Linda, R., & M Noer, A. (2023). Development of comic-based electronic modules using canva design in elements periodic system material in class X SMA/MA. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 15(1), 60–67. <https://doi.org/10.24114/jpkim.v15i1.41668>
- Zuolkernan, ImranA. (2015). Gender Differences in a Technology -based Numeracy Intervention in a Developing Country. *Global Humanitarian Technology Conference*.