

PENGEMBANGAN MEDIA MIKROMAB UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN MATERI PENJUMLAHAN DAN PENGURANGAN SISWA ABK SEKOLAH DASAR

Nur Laily^{1*}, Mohammad Syaifuddin², Siti Inganah³, Zaki Abdul Wahid⁴

^{1*,2,3}Universitas Muhammadiyah Malang, Malang, Indonesia

⁴SD Muhammadiyah Manyar, Gresik, Indonesia

*Corresponding author: Jalan Raya Tlogomas No.246 Malang, 65144, Malang, Indonesia

E-mail: nlaily133@gmail.com^{1*)}

singanah@gmail.com²⁾

drm.syaifuddin@gmail.com³⁾

besuki4@gmail.com⁴⁾

Received 29 December 2024; Received in revised form 09 August 2025; Accepted 29 December 2025

Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi adanya siswa ABK yang mengalami kesulitan dalam mempelajari materi penjumlahan dan pengurangan bilangan bulat. Tujuan penelitian ini untuk mengembangkan dan mengevaluasi media pembelajaran interaktif bernama MIKROMAB (Mobil Interaktif Khusus Matematika Online untuk Anak Berkebutuhan Khusus) guna meningkatkan pemahaman penjumlahan dan pengurangan siswa ABK di sekolah dasar. Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (RnD) dengan model 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*). Media MIKROMAB dirancang menggunakan aplikasi Scratch dengan visualisasi mobil yang bergerak pada garis bilangan, membantu siswa memahami konsep operasi matematika secara konkret dan menyenangkan. Validasi oleh tiga pakar menunjukkan hasil yang sangat layak, dengan skor rata-rata 0,98 untuk aspek pendidikan matematika, 1 untuk multimedia berbasis ICT, dan 1 untuk evaluasi pembelajaran. Implementasi di kelas inklusi juga mendapat respons positif dari guru, yang menilai media ini sangat praktis dengan tingkat praktikalitas 86%. Analisis hasil belajar menggunakan metode N-Gain menunjukkan peningkatan pemahaman siswa dalam kategori tinggi dengan skor rata-rata 0,79. Dengan demikian, MIKROMAB terbukti valid, praktis, dan efektif untuk meningkatkan pemahaman materi penjumlahan dan pengurangan pada siswa ABK.

Kata kunci: garis bilangan; media MIKROMAB; siswa ABK.

Abstract

This research was motivated by the existence of ABK students who experienced difficulties in learning the material on addition and subtraction of integers. This study aims to develop and evaluate an interactive learning media called MIKROMAB (Mobile Interactive Mathematics Online for Special Needs Children) to enhance the understanding of addition and subtraction concepts among elementary school students with special needs. The research employs the Research and Development (RnD) method using the 4D model (Define, Design, Develop, Disseminate). MIKROMAB is designed using the Scratch application, featuring a moving car on a number line to help students grasp mathematical operations concretely and enjoyably. Validation by three experts yielded highly feasible results, with average scores of 0.98 for mathematics education, 1 for ICT-based multimedia, and 1 for instructional evaluation. Classroom implementation in inclusive settings also received positive feedback from teachers, who rated the media as highly practical with a practicality level of 86%. Analysis of students' learning outcomes using the N-Gain method showed a significant improvement categorized as high, with an average score of 0.79. Thus, MIKROMAB is proven to be valid, practical, and effective in improving the understanding of addition and subtraction concepts among special needs students.

Keywords: number line; MIKROMAB media; special needs students.



This is an open access article under the [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i4.11780>

PENDAHULUAN

Pendidikan sangat penting bagi semua anak usia sekolah, termasuk mereka yang berkebutuhan khusus, untuk mempersiapkan tantangan kini dan masa mendatang. Persiapan ini bertujuan untuk mengurangi kemungkinan pengalaman buruk dalam hidup mereka (Pratama et al., 2021) Anak berkebutuhan khusus merupakan anak yang memiliki kebutuhan yang berbeda dengan anak-anak lainnya Rezieka, et al. (2021); Artistia et al., (2024); Silitonga, et al. (2023). Mereka membutuhkan perhatian dan perlakuan khusus (Mardiansah et al., 2024; (Rachmawati & Pramono, 2015). Hal ini disebabkan karena mereka memiliki hambatan pada perkembangan dan pertumbuhan baik secara fisik, mental, sosial, emosional, dan intelektual (Lutfio et al., 2023; Pertiwi & Dewi, 2023) . Anak berkebutuhan khusus termasuk kelompok masyarakat yang rentan karena mereka memiliki keterbatasan dalam pemenuhan hak-haknya (Fitriani & Prahmana, 2021; Pratiwi, 2015; (Ulva & Amalia, 2020).

Beberapa penelitian sebelumnya telah melakukan pengembangan media untuk membantu siswa ABK dalam memahami materi penjumlahan dan pengurangan yang sebagian besar dikembangkan berbasis android. Pengembangan media game edukasi berbasis android untuk siswa tunarungu (Bakti et al., 2021); aplikasi ANTARMUKA (Alfian et al., 2023); media KADARA (Hayati et al., 2023); media BUPI (Pratama et al., 2021); media PANCORAN (Sari et al., 2020) (Sari et al., 2020) dikembangkan untuk siswa tunagrahita.

“Kekurangan media yang dikembangkan berbasis android adalah terbatasnya aplikasi yang tersedia karena aplikasi hanya bisa diunduh melalui

Google Play Store” (Setyoko et al., 2023). Media yang dikembangkan berbasis android memerlukan ruang penyimpanan diperangkat untuk menyimpan pembaharuan (Alvendri et al., 2023). Berbeda dengan media berbasis web dimana cukup membuka browser untuk akses dan memungkinkan penghematan penyimpanan ruang (Al-Rousan et al., 2019). Selain itu media-media yang dikembangkan tersebut terbatas pada siswa ABK dengan hambatan tunarungu dan tunagrahita saja.

Hasil observasi dan wawancara dengan guru menunjukkan bahwa banyak siswa ABK masih kesulitan memahami penjumlahan dan pengurangan pada garis bilangan karena mereka membutuhkan media yang lebih visual, mudah digunakan, dan memberi umpan balik secara langsung. Namun, hingga kini belum ada media berbasis web yang secara khusus dirancang untuk memenuhi kebutuhan tersebut, sementara penelitian sebelumnya hanya menyediakan media yang sifatnya umum dan belum menyesuaikan karakteristik siswa ABK (Fitriani & Prahmana, 2021; Unaenah et al., 2023) mendorong pengembangan media MIKROMAB (Mobil Interaktif Khusus Matematika Online untuk Anak Berkebutuhan Khusus) yang dikembangkan menggunakan platform pemrograman Scratch

Pengembangan media MIKROMAB dilakukan dengan memanfaatkan *Scratch* sebagai platform pembuatan media interaktif (Afrilianto et al., 2022; Iskrenovic-Momcilovic, 2020). Dalam konteks penelitian ini, penggunaan Scratch lebih difokuskan pada kemampuannya menghasilkan produk pembelajaran yang responsif dan mudah dioperasikan oleh siswa, tanpa

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i4.11780>

menekankan proses teknis pemrogramannya.

Keunggulan Scratch yang relevan dalam pengembangan MIKROMAB adalah kemampuannya menyediakan elemen interaktif yang dapat dimanfaatkan untuk menciptakan pengalaman belajar yang sederhana namun tetap menarik bagi anak berkebutuhan khusus (Dohn, 2020). Scratch dapat menumbuhkan motivasi untuk belajar, meningkatkan aktifitas pembelajaran, meningkatkan keterlibatan pembelajaran, dan meningkatkan peluang untuk mempelajari konsep matematika (Rodríguez et al., 2020). Pada media MIKROMAB ini menggunakan konsep garis bilangan penjumlahan dan pengurangan bilangan bulat dengan visualisasi mobil bergerak diatas garis bilangan. Scratch bisa mengoptimalkan kemampuan matematika siswa untuk berpikir kreatif (Afrilianto et al., 2022).

Berdasarkan uraian tersebut, perlu dikembangkan media MIKROMAB untuk meningkatkan pemahaman materi penjumlahan dan pengurangan siswa ABK sekolah dasar yang valid, praktis, dan efektif. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan media MIKROMAB yang memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif untuk meningkatkan pemahaman siswa ABK pada materi penjumlahan dan pengurangan. Media MIKROMAB ini dapat digunakan oleh siswa ABK selain tunanetra untuk memahami materi penjumlahan dan pengurangan dengan menggunakan konsep garis bilangan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Model 4D (Mu'tiah et al., 2023; Setya et al., 2023) yang terdiri dari 4 stage (Mu'tiah et al., 2023), yaitu *define*, *design*, *develop*, dan *disseminate* (Gambar 1).

Tahap *define* dilakukan dengan mengidentifikasi masalah belajar siswa ABK melalui observasi dan wawancara, menganalisis karakteristik siswa, menguraikan keterampilan yang diperlukan dalam memahami garis bilangan, menelaah konsep matematika yang harus dikuasai, serta menetapkan tujuan pembelajaran yang akan dicapai. Tahap *design* mencakup penyusunan instrumen asesmen, pemilihan media visual interaktif berbasis web, penentuan format tampilan dan alur interaksi, serta pembuatan rancangan awal atau storyboard media MIKROMAB. Selanjutnya, tahap *develop* dilakukan dengan meminta penilaian ahli untuk memperbaiki prototipe dan melaksanakan uji coba terbatas pada siswa ABK guna melihat keterpahaman dan kemudahan penggunaan media sebelum direvisi kembali.

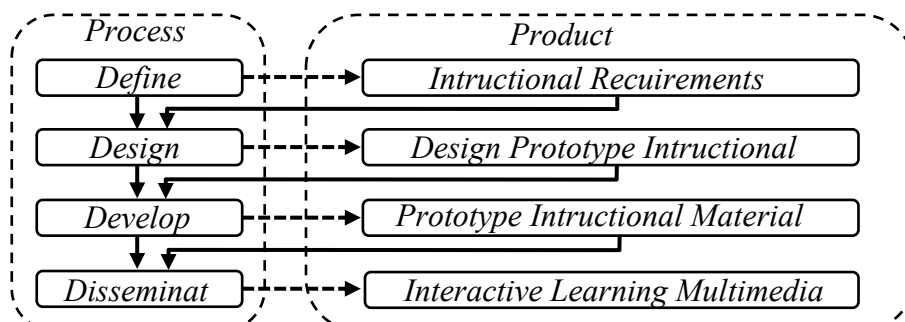
Tahap *disseminate* adalah tahap akhir pengembangan media MIKROMAB yang bertujuan untuk publikasi, distribusi, dan replikasi setelah dinyatakan layak. Proses ini dimulai dengan *developmental testing* pada satu kelas sumber berisi 12 siswa ABK untuk melihat respons awal dan memperbaiki kekurangan. Selanjutnya dilakukan *validation testing* dengan dua kelas reguler yaitu kelas I dan II guna menguji efektivitas, keberterimaan, dan konsistensi penggunaan media. Setelah itu, media difinalisasi melalui *packaging* dan desiminasikan saat kegiatan pelatihan Guru Pendamping Khusus (GPK), serta dipublikasikan di forum akademik agar penggunaannya berkelanjutan.

Media MIKROMAB dapat digunakan dengan baik, menurut penilaian pakar yang dilakukan oleh tiga ahli. Para ahli ini dipilih berdasarkan bidang keahlian yang relevan: pendidikan matematika, ahli media pembelajaran berbasis ICT, dan

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i4.11780>

ahli evaluasi pembelajaran, seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 1. Validasi para ahli mencakup tiga elemen: desain

pembelajaran, rekayasa, dan komunikasi visual pada Tabel 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian Pengembangan Menggunakan Four-D Model

Tabel 1. Daftar Validator dan Bidang Keahliannya

No	Inisial	Bidang Keahlian
1	AA	Pendidikan Matematika
2	YMC	Media Pembelajaran Berbasis ICT
3	DPU	Evaluasi Pendidikan

Rumus Aiken yang digunakan untuk menganalisis data hasil penelitian pakar tercantum dalam persamaan 1.

$$V = \frac{\sum s}{n(c-1)} \dots(1)$$

Dimana V merupakan indeks kesepakatan penilai, $s = r_i - l_0$ dengan r_i adalah skor pilihan penilai dan l_0 adalah skor terendah dalam kategori yang digunakan, n adalah jumlah penilai, dan c skor tertinggi yang dapat dipilih untuk penilaian (Sainuddin et al., 2022) sebagaimana terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Menggambarkan interpretasi indeks Aiken.

Indeks Validitas (V)	Interpretasi
$0 \leq V \leq 0,4$	Kurang layak
$0,4 < V \leq 0,8$	Layak
$0,8 < V \leq 1$	Sangat layak

Menurut (Nabila et al., (2021) kepraktisan media MIKROMAB dapat

dianalisis menggunakan rumus sebagaimana pada persamaan 2 dan kriteria kepraktisan media terdapat pada tabel 3.

$$\text{Praktikalitas} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{jumlah skor total}} \times 100\% \dots(2)$$

Tabel 3. Kriteria kepraktisan media MIKROMAB

Interval Rata-Rata Skor	Klasifikasi
$80\% < \text{skor} \leq 100\%$	Sangat Praktis
$60\% < \text{skor} \leq 80\%$	Praktis
$40\% < \text{skor} \leq 60\%$	Cukup Praktis
$20\% < \text{skor} \leq 40\%$	Kurang Praktis

Untuk mengukur Pemahaman materi penjumlahan dan pengurangan dilihat dari seberapa besar peningkatan hasil antara *pretest* dan *posttest* dengan melakukan uji N-Gain. Fauzi, et al., (2022) menyatakan bahwa uji *N-Gain* merupakan sebuah uji yang bisa memberikan gambaran umum peningkatan skor hasil pembelajaran antara sebelum dan sesudah diterapkannya media MIKROMAB. Rumus uji N-Gain sebagaimana pada persamaan 3 dan kriteria skor *N-Gain* terdapat pada Tabel 4.

$$N - Gain = \frac{\text{mean skor posttest} - \text{mean skor pretest}}{\text{nilai ideal (100)} - \text{mean skor pretest}} \dots(3)$$

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i4.11780>

Tabel 4. kriteria skor *N-Gain*

Skor N-Gain	Kategori
$N-Gain > 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq N-Gain \leq 0,7$	Sedang
$N-Gain < 0,3$	Rendah

Subjek penelitian ini adalah 12 siswa ABK dari kelas I sampai IV pada fase A dan B yang dipilih menggunakan teknik *purposive sampling*. Lokasi penelitian ada di SD Muhammadiyah 1 Bawean. Teknik pengumpulan data yang digunakan berupa angket dan tes. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:(1) Angket, digunakan untuk mengukur validitas media MIKROMAB oleh tiga ahli, dan mengukur kepraktisan media MIKROMAB dalam pembelajaran matematika oleh Guru Pendamping Khusus.(2) Tes diberikan dalam bentuk soal materi penjumlahan dan pengurangan dua bilangan berupa pretest (tanpa menggunakan media MIKROMAB) dan post-test (dengan bantuan media MIKROMAB). Pedoman pemberian skor angket lembar validasi dan lembar kepraktisan terdapat pada Tabel 5.

Tabel 5. pedoman pemberian skor angket lembar validasi dan lembar kepraktisan

Skor	Kriteria
5	Sangat Valid (SV)
4	Valid (V)
3	Cukup Valid (CV)
2	Tidak Valid (TV)
1	Sangat Tidak Valid (STV)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah serangkaian proses penelitian dan pengembangan dilakukan, hasil kegiatan pada setiap tahap dalam model 4D dapat diuraikan sebagai berikut. Tahap pendefinisian *define* bertujuan mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran serta karakteristik siswa ABK sebagai dasar pengembangan

media. Tahap perancangan *design* memfokuskan pada penyusunan rancangan awal media MIKROMAB yang sesuai dengan tujuan pembelajaran. Tahap pengembangan *develop* menghasilkan prototipe media yang divalidasi oleh para ahli dan diuji coba terbatas pada siswa. Selanjutnya, tahap penyebaran *disseminate* dilakukan untuk mengenalkan media kepada guru dan sekolah agar dapat dimanfaatkan dalam pembelajaran penjumlahan dan pengurangan bilangan bulat pada siswa fase A dan B.

Pendefinisian (*define*)

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan pada pelaksanaan pembelajaran matematika di kelas inklusi SD Muhammadiyah 1 Bawean, tahap awal pengembangan penelitian ini terdiri dari lima langkah. Pertama *Front-End Analysis*, analisis kebutuhan menunjukkan bahwa siswa ABK di SD Muhammadiyah 1 Bawean mengalami kesulitan memahami konsep abstrak penjumlahan dan pengurangan bilangan bulat. Media pembelajaran berbasis visual dan interaktif seperti MIKROMAB dirasa penting untuk menjembatani masalah ini. Berdasarkan wawancara dengan guru dan observasi kelas, media berbasis aplikasi Scratch dipilih karena memiliki fitur yang menarik dan mudah dioperasikan. Kedua *Learner Analysis*, analisis karakteristik siswa menunjukkan keragaman kebutuhan belajar dari 12 subjek penelitian, yaitu: 1 siswa tunadaksa, 3 siswa ADHD, 3 siswa autisme, 6 siswa slow learner. Setiap karakteristik siswa dianalisis untuk menentukan desain dan fitur media. Siswa tunadaksa membutuhkan intervensi sederhana dengan kontrol minimal, sedangkan siswa ADHD dan autisme membutuhkan media interaktif yang menarik namun tidak terlalu

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i4.11780>

kompleks untuk menghindari distraksi. Bagi siswa slow learner penjelasan langkah-langkah dalam media dirancang sistematis dan mudah dipahami.

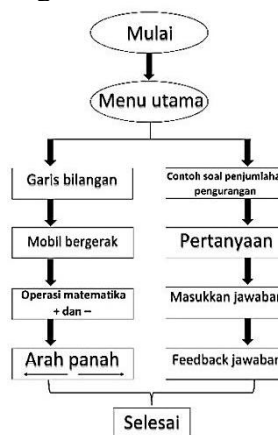
Ketiga, *Task Analysis*, analisis tugas menentukan keterampilan dasar yang harus dikuasai siswa ABK dalam menggunakan media MIKROMAB. Keterampilan dasar yang harus dimiliki oleh siswa ABK antara lain mengenal angka dan bilangan, mampu mengurutkan bilangan, dan mampu menjumlahkan dan mengurangi dua bilangan dengan jarimatika. Keempat, *Concept Analysis*, konsep yang diajarkan difokuskan pada operasi penjumlahan dan pengurangan bilangan bulat antara 0 sampai 20. Memahami konsep jika operasi penjumlahan arah mobil menghadap ke depan, jika operasi pengurangan mobil berbalik arah. Bilangan bulat positif mobil bergerak maju dan bilangan bulat negatif mobil bergerak mundur. Kelima, *Specifying Instructional Objectives*, tujuan pembelajaran yang dirumuskan adalah peserta didik dapat menyelesaikan permasalahan penjumlahan dan pengurangan bilangan bulat 0 sampai 20 dengan media MIKROMAB secara mandiri atau dengan bimbingan minimal.

Tahap define memberikan landasan yang kuat untuk pengembangan media MIKROMAB. Analisis kebutuhan menunjukkan pentingnya media sesuai dengan kebutuhan khusus siswa ABK, sementara analisis karakteristik memastikan bahwa desain media mempertimbangkan keberagaman kemampuan siswa. Proses *task analysis*, *concept analysis*, dan perumusan tujuan pembelajaran menegaskan relevansi media dengan kompetensi matematika yang ingin dicapai. Keberhasilan tahap define ini menunjukkan bahwa pengembangan media MIKROMAB memiliki dasar yang jelas dan terarah

untuk memenuhi kebutuhan siswa ABK dengan karakteristik yang beragam. Tahap ini menggarisbawahi pentingnya kolaborasi antara pengembang media dan guru dalam merancang alat pembelajaran yang inklusif dan efektif.

Perancangan (*design*)

Tahap *design* bertujuan untuk membentuk prototipe awal media pembelajaran MIKROMAB. Tahap ini dilakukan melalui empat langkah, yaitu *Constructing Criterion Referenced, Media Selection, Format Selection*, dan *Initial Design*. Hasilnya adalah media MIKROMAB dikatakan berhasil saat pemahaman materi dilihat pada skor *N-Gain* minimal ada pada kriteria sedang. Dengan menggunakan aplikasi Scratch secara online, pemilihan dan penyusunan media MIKROMAB yang interaktif sangat mudah. Langkah selanjutnya, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2, adalah penyusunan flowchart pengembangan media MIKROMAB.



Gambar 2. Flowchart media MIKROMAB

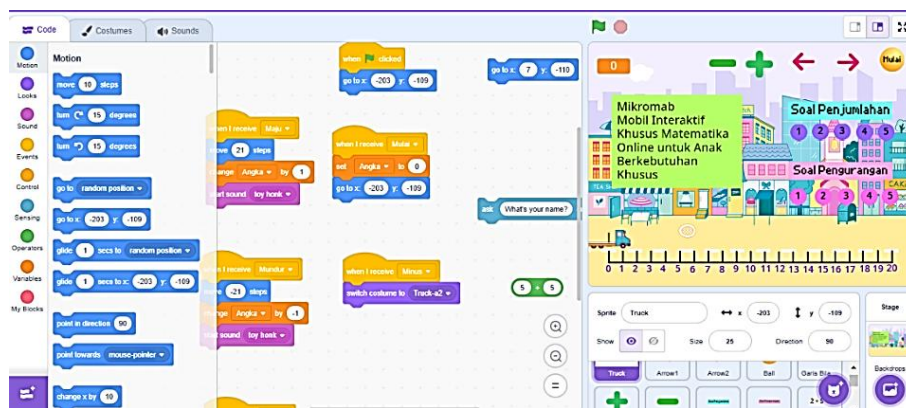
Gambar 2 merupakan algoritma untuk mengembangkan media MIKROMAB. Setelah melalui halaman mulai, pengguna disuguhkan dua menu yaitu garis bilangan kemudian soal penjumlahan dan pengurangan. Pada garis bilangan terdapat mobil yang bisa

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i4.11780>

bergerak sesuai dengan operasi penjumlahan atau pengurangan. Arah panah menentukan arah gerak mobil ke depan atau ke belakang. Pengguna dapat melakukan simulasi untuk menyelesaikan soal penjumlahan dan pengurangan secara berulang-ulang sesuai kebutuhan. Kemudian pengguna dapat menguji kemampuannya dalam menyelesaikan soal penjumlahan dan pengurangan, pengguna memasukkan jawaban dari soal kemudian akan mendapatkan informasi jawaban benar atau salah.

Pengembangan (*develop*)

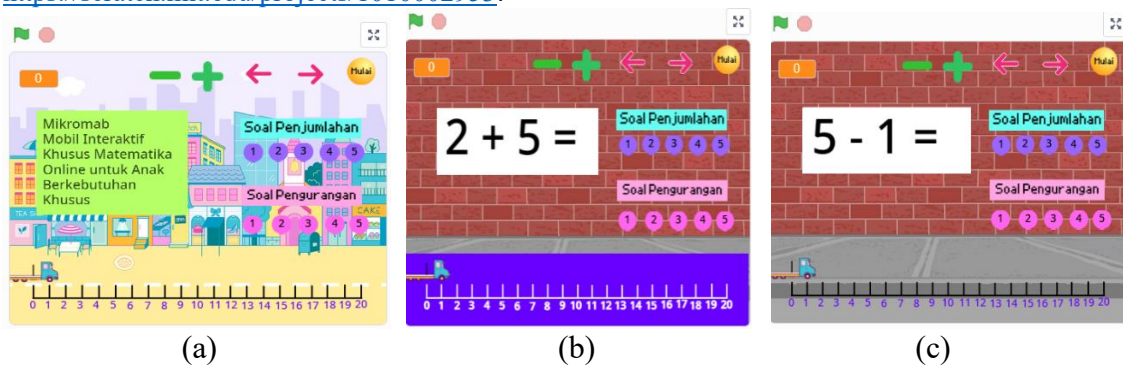
Proses pengembangan terdiri dari dua tahap: *Expert Appraisal* dan *Developmental Testing*. Pada titik ini, pengembangan secara langsung dilakukan pada lamaa Scratch menggunakan alur yang ditunjukkan pada Gambar 2. Proses pengembangan media MIKROMAB menggunakan *Scratch* ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Contoh *Script* Pada Penyusunan Media MIKROMAB Menggunakan Aplikasi Scratch

Gambar 3 menunjukkan bagaimana media MIKROMAB yang dikembangkan. Pengguna dapat menemukan kode dan script tambahan di laman Scratch melalui tautan <https://scratch.mit.edu/projects/1010002953>.

Tampilan produk akhir berupa media MIKROMAB yang digunakan untuk pembelajaran matematika materi penjumlahan dan pengurangan tercantum pada Gambar 4.



Gambar 4 (a) Tampilan halaman awal; (b) Soal Penjumlahan; (c) Soal Pengurangan

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i4.11780>

Setelah proses penyusunan media selesai, dilakukan validasi atau penilaian dari pakar. Penilaian dilakukan oleh tiga pakar di bidang evaluasi pembelajaran, media pembelajaran, dan Pendidikan

matematika, seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 1. Hasil penilaian dianalisis menggunakan rumus Aiken, seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 6, 7, dan 8.

Tabel 6. Hasil Penilaian Pakar Pendidikan Matematika Terhadap Aspek Desain Pembelajaran

No	Indikator	V-Aiken	Kesimpulan
1	Identitas modul ajar	1	Sangat Layak
2	Tujuan pembelajaran mencakup integrasi dengan media MIKROMAB	1	Sangat Layak
3	Tujuan pembelajaran mendukung pengembangan keterampilan abad 21	1	Sangat Layak
4	Materi pembelajaran relevan dengan media MIKROMAB	1	Sangat Layak
5	Modul menunjukkan langkah-langkah pembelajaran dengan MIKROMAB	1	Sangat Layak
6	Menyiapkan peserta didik secara psikis dan fisik untuk pembelajaran	1	Sangat Layak
7	Mengajukan pertanyaan pemantik	1	Sangat Layak
8	Menjelaskan tujuan pembelajaran yang akan dicapai	1	Sangat Layak
9	Menyampaikan cakupan materi yang akan dipelajari	1	Sangat Layak
10	Memuat rincian kegiatan pembelajaran menggunakan media MIKROMAB	1	Sangat Layak
11	Membuat kesimpulan pembelajaran	1	Sangat Layak
12	Melaksanakan refleksi dari kegiatan yang sudah dilaksanakan	1	Sangat Layak
13	Memberikan umpan balik terhadap proses belajar	1	Sangat Layak
14	Merencanakan kegiatan tindak lanjut	1	Sangat Layak
15	Menyampaikan rencana pembelajaran pada pertemuan berikutnya	0,75	Layak
16	Pembelajaran mendorong kolaborasi antar siswa ABK	1	Sangat Layak
17	Teknologi digunakan secara efektif untuk mendukung pembelajaran	1	Sangat Layak
18	Penilaian mencerminkan capaian tujuan pembelajaran menggunakan media MIKROMAB	1	Sangat Layak
19	Instrumen penilaian mencakup aspek kemampuan siswa menyelesaikan masalah menggunakan media MIKROMAB	1	Sangat Layak
Rata-Rata		0,98	Sangat Layak

Tabel 7. Hasil Penilaian Pakar Media Pembelajaran Berbasis ICT Terhadap Aspek Rekayasa

No	Indikator	V-Aiken	Kesimpulan
1	Komunikatif (dapat diterima/ sejalan dengan sasaran)	1	Sangat Layak
2	Kreatif dalam ide dan penguangan gagasan	1	Sangat Layak
3	Sederhana dan memikat	1	Sangat Layak
4	Audio (narasi, sound effect, back sound, musik)	1	Sangat Layak
5	Visual (layout design, typography, warna)	1	Sangat Layak
6	Media bergerak (animasi, movie)	1	Sangat Layak
7	Layout Interactive (ikon navigasi)	1	Sangat Layak
Rata-Rata		1	Sangat Layak

Tabel 6 menunjukkan bahwa media MIKROMAB sangat layak dari segi desain pembelajaran, sehingga

layak digunakan. Secara khusus hasil penilaian dari pakar pendidikan matematika menunjukkan 18 dari 19

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i4.11780>

indikator dari aspek desain pembelajaran menggunakan media MIKROMAB memperoleh skor V-Aiken maksimal 1 dengan kategori sangat layak. Pada indikator menyampaikan rencana pembelajaran pada pertemuan berikutnya mendapatkan skor V-Aiken 0,75 dengan kategori layak.

Tabel 7 pakar media pembelajaran berbasis ICT menilai bahwa media

MIKROMAB sangat layak dari aspek rekayasa atau pengembangan. Seluruh indikator pada aspek rekayasa yaitu komunikatif kreatif dalam penuangan ide dan gagasan, sederhana dan memikat, audio, visual, media bergerak, dan *layout interactive* memperoleh skor V-Aiken maksimal 1 dengan kategori sangat layak.

Tabel 8. Hasil Penilaian Pakar Evaluasi Pendidikan Terhadap Aspek Komunikasi Visual Media

No	Indikator	V-Aiken	Kesimpulan
1	Efektif dan efisien dalam pengembangan maupun penggunaan media pembelajaran	1	Sangat Layak
2	Reliabel (andal	1	Sangat Layak
3	Maintanable	1	Sangat Layak
4	Kebermanfaatan	1	Sangat Layak
5	Ketepatan pemilihan jenis aplikasi/ software/ tool untuk pengembangan	1	Sangat Layak
6	Kompatibilitas	1	Sangat Layak
7	Reusable	1	Sangat Layak
Rata-rata		1	Sangat Layak

Tabel 8 yaitu pakar evaluasi Pendidikan menilai media MIKROMAB sangat layak pada aspek komunikasi visual media. Seluruh indikator pada aspek komunikasi visual media yaitu Efektif dan efisien dalam pengembangan maupun penggunaan media pembelajaran, reliabel, maintainable, kebermanfaatan, Ketepatan pemilihan jenis aplikasi/ software/ tool untuk pengembangan, kompatibilitas, dan *reusable* mendapat skor V-Aiken maksimal 1 dengan kategori sangat layak.

Tabel 9 menunjukkan hasil observasi kepraktisan media MIKROMAB yang dilakukan oleh guru selama proses pembelajaran Sangat praktis. Pada indikator siswa memahami cara kerja media MIKROMAB, siswa jarang memerlukan bantuan dalam menggunakan media MIKROMAB, media MIKROMAB

efektif dalam membantu siswa memahami konsep penjumlahan dan pengurangan, media MIKROMAB membantu siswa mengingat materi lebih baik, siswa tertarik dalam menggunakan media MIKROMAB, siswa berpartisipasi aktif dalam pembelajaran menggunakan media MIKROMAB, media MIKROMAB sesuai dengan kurikulum yang berlaku, materi yang disajikan dalam media MIKROMAB sesuai dengan tujuan pembelajaran, fasilitas yang dibutuhkan untuk menggunakan media MIKROMAB tersedia di sekolah, media MIKROMAB bekerja tanpa gangguan teknis mendapatkan skor 5. Sedangkan penilai memberikan skor 1 pada indikator media MIKROMAB memudahkan guru dalam mengukur hasil belajar siswa dan media MIKROMAB menyediakan fitur untuk mengevaluasi kemajuan siswa

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i4.11780>

dikarenakan media MIKROMAB belum menyediakan fitur penilaian pada materi penjumlahan dan pengurangan.

Tabel 9. Hasil Observasi Kepraktisan Media MIKROMAB Pada Materi Penjumlahan dan Pengurangan

No	Indikator	Skor
1	Siswa memahami cara kerja media MIKROMAB	5
2	Siswa jarang memerlukan bantuan dalam menggunakan media MIKROMAB	5
3	Media MIKROMAB efektif dalam membantu siswa memahami konsep penjumlahan dan pengurangan	5
4	Media MIKROMAB membantu siswa mengingat materi lebih baik	5
5	Siswa tertarik dalam menggunakan media MIKROMAB	5
6	Siswa berpartisipasi aktif dalam pembelajaran menggunakan media MIKROMAB	5
7	Media MIKROMAB sesuai dengan kurikulum yang berlaku	5
8	Materi yang disajikan dalam media MIKROMAB sesuai dengan tujuan pembelajaran	5
9	Fasilitas yang dibutuhkan untuk menggunakan media MIKROMAB tersedia di sekolah	5
10	Media MIKROMAB bekerja tanpa gangguan teknis	5
11	Media MIKROMAB memudahkan guru dalam mengukur hasil belajar siswa	1
12	Media MIKROMAB menyediakan fitur untuk mengevaluasi kemajuan siswa	1
Total Skor		52
Tingkat Praktikalitas		86%
Klasifikasi		Sangat Praktis

Tabel 10 Hasil Penilaian Efektivitas Penggunaan Media MIKROMAB

No	Nama Siswa	Skor N-Gain
1	MAB	1
2	MRM	0,71
3	SM	0,63
4	FA	0,63
5	MIR	0,71
6	RAD	1
7	MHFR	0,5
8	AK	0,86
9	MI	0,6
10	RA	0,8
11	AK	1
12	HZA	1
Rata-rata		0,79
Kriteria		Tinggi

Tabel 10 menunjukkan efektivitas penggunaan media MIKROMAB yang

dinilai berdasarkan pemahaman materi 12 siswa ABK. Pemahaman materi dalam pembelajaran matematika menggunakan media MIKROMAB ada pada kriteria tinggi dengan skor rata-rata *N-Gain* 0,79. Dari hasil skor *N-Gain* yang diperoleh, diketahui 4 siswa ada pada kategori sedang dan 8 siswa ada pada kategori tinggi.

Penyebaran (*disseminate*)

Tahap *disseminate* merupakan langkah terakhir dalam proses pengembangan media MIKROMAB, yang bertujuan untuk mempublikasikan dan menggunakan media ini secara luas setelah melewati serangkaian pengujian dan validasi. Pada tahap ini, terdapat

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i4.11780>

tiga langkah utama, yaitu *developmental testing*, *validation testing*, dan *packaging*. Pertama, dalam *developmental testing*, media MIKROMAB diuji cobakan lebih lanjut pada kelompok siswa regular kelas I dan II. Hasil dari uji coba lanjutan menunjukkan bahwa media MIKROMAB efektif digunakan dalam pembelajaran matematika pada materi penjumlahan dan pengurangan dan saat media diakses secara bersamaan tidak terjadi kendala. Langkah berikutnya

adalah *validation testing*, dengan melakukan penilaian media MIKROMAB menggunakan aplikasi *Dr.Scratch* <http://www.drscratch.org> yang dikembangkan oleh Moreno-León, et al. (2015). *Dr. Scratch* adalah aplikasi yang dirancang khusus untuk menilai produk Scratch dan memberikan sertifikat berdasarkan hasil penilaian. Sertifikat media MIKROMAB yang dikembangkan dari Scratch dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Sertifikat Media MIKROMAB melalui penilaian *Dr. Scratch*

Berdasarkan Gambar 5 diketahui bahwa media MIKROMAB mendapatkan skor 14 dari skor tertinggi 21. Menurut Moreno-León et al. (2015) Makna dari hasil penilaian media MIKROMAB yang dikembangkan melalui aplikasi Scratch dan mendapatkan skor 14/21 pada aplikasi *Dr. Scratch* dengan level Project Developing menunjukkan bahwa media MIKROMAB memiliki kualitas yang cukup baik dari segi pemrograman dan struktur proyek, namun masih ada ruang untuk peningkatan.

Penelitian ini menghasilkan temuan penting bahwa media MIKROMAB terbukti valid, praktis,

dan efektif dalam meningkatkan pemahaman operasi penjumlahan dan pengurangan pada siswa ABK, dengan rata-rata N-Gain sebesar 0,79 (kategori tinggi). Efektivitas tersebut terutama disebabkan oleh pendekatan visual-konkret berbasis garis bilangan, di mana mobil yang bergerak maju-mundur memberikan representasi kinestetik dan visual yang sesuai dengan karakteristik belajar siswa ABK seperti ADHD, autisme, tunadaksa, dan *slow learner*. Kelebihan utama MIKROMAB terletak pada akses berbasis web melalui platform Scratch (<https://scratch.mit.edu/projects/1010002953>), yang gratis, ringan, tidak

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i4.11780>

memerlukan instalasi, serta dapat digunakan lintas perangkat menjawab keterbatasan media Android yang disebutkan dalam (Setyoko et al., 2023; Alvendri et al., 2023). Namun, penelitian ini juga memiliki kekurangan, yaitu belum tersedianya fitur asesmen otomatis, sebagaimana terlihat dari skor rendah pada indikator “media memudahkan guru dalam mengukur hasil belajar” dan “menyediakan fitur evaluasi kemajuan siswa” dalam angket kepraktisan. Selain itu, uji coba hanya melibatkan 12 siswa dari satu sekolah, sehingga generalisasi temuan perlu dilakukan dengan hati-hati.

Temuan penelitian ini sejalan dengan studi-studi terdahulu yang menegaskan efektivitas Scratch dalam pembelajaran matematika inklusif. Afrilianto et al., (2022) dan Irawan et al., (2023), Irawan et al. (2023) melaporkan bahwa media berbasis Scratch mampu meningkatkan pemahaman konsep matematika dan berpikir kreatif, sementara Rodríguez et al., (2020) menunjukkan bahwa visualisasi dinamis di Scratch membantu siswa memahami struktur matematis secara intuitif. Berbeda dari penelitian sebelumnya yang umumnya berfokus pada satu jenis ABK (misalnya hanya tunagrahita atau tunarungu), MIKROMAB dirancang secara inklusif untuk berbagai jenis hambatan kecuali tunanetra, sehingga memperluas cakupan pemanfaatan media pembelajaran adaptif. Implikasi utama penelitian ini bersifat praktis: MIKROMAB menyediakan solusi siap pakai, terbuka, dan berbiaya nol yang dapat langsung diadopsi oleh Guru Pembimbing Khusus (GPK) di sekolah inklusi terutama di daerah dengan keterbatasan infrastruktur teknologi. Dengan tautan akses publik dan

panduan penggunaan sederhana, media ini berpotensi menjadi model replikasi nasional untuk mendukung pemerataan pendidikan bermakna bagi siswa ABK.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian pengembangan media MIKROMAB yang dirancang untuk mendukung pembelajaran penjumlahan dan pengurangan bagi siswa ABK dinyatakan sangat valid, praktis, dan efektif. Validasi oleh para pakar terhadap media ini menunjukkan bahwa dari aspek desain pembelajaran, rekayasa, dan komunikasi visual, MIKROMAB mendapatkan penilaian dalam kategori sangat layak, sehingga memenuhi standar kualitas untuk digunakan dalam pembelajaran. Selain itu, hasil observasi guru selama implementasi media ini di kelas inklusi menyatakan bahwa MIKROMAB tergolong sangat praktis, memudahkan guru dalam menyampaikan materi dan menarik perhatian siswa. Analisis hasil belajar menggunakan metode *N-Gain* menunjukkan bahwa peningkatan pemahaman siswa terhadap materi berada dalam kategori tinggi, yang membuktikan efektivitas media MIKROMAB dalam membantu siswa memahami konsep penjumlahan dan pengurangan. Dengan demikian, media MIKROMAB tidak hanya layak digunakan, tetapi juga dapat diandalkan sebagai alat bantu pembelajaran yang inovatif untuk mendukung pendidikan inklusif bagi siswa ABK. Guru di kelas inklusi menyatakan bahwa MIKROMAB tergolong sangat praktis, memudahkan guru dalam menyampaikan materi dan menarik perhatian siswa.

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i4.11780>

DAFTAR PUSTAKA

- Afrilianto, M., Rosyana, T., & Linda, L. (2022). Aplikasi Scratch Berbasis Pendidikan Karakter Untuk Meningkatkan Berpikir Kreatif Matematik Di Era Society 5.0. *Aksioma: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(3), 2545.
<https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i3.5612>
- Alfian, R. I., Effendy, V., & Widowati, S. (2023). Perancangan Antarmuka Aplikasi Pembelajaran Berhitung untuk Anak Tunagrahita dengan Metode UCD. *E- Proceeding of Engineering*, 10(5), 5136–5143.
<https://repository.telkomuniversity.ac>
- Al-Rousan, T., Al-Shargabi, B., & Abualese, H. (2019). A New Security Model for Web Browser Local Storage. In *IJACSA International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 10(8), 240-247.
<https://dx.doi.org/10.14569/IJACS A.2019.0100830>
- Alvendri, D., Huda, Y., & Darni, R. (2023). Perancangan Media Pembelajaran Interaktif Konsep Dasar Seluler Menggunakan Aplikasi Unity Berbasis Android. *Journal on Education*, 05(04).
<https://doi.org/10.31004/joe.v5i4.2031>
- Artistia, P., Putri, O. S., Nurhaliza, & Andriani, O. (2024). Karakteristik Dan Klasifikasi Anak Berkebutuhan Khusus Secara Mental Emosional Dan Akademik. *Jurnal Pengabdian Masyarakat UIKA Jaya*, 2(1), 100–111.
<https://doi.org/https://doi.org/10.32832/jpmuj.v2i1.2209>
- Bakti, R. Y., Wahyuni, Tt., Hayat, M. A. M., & Ridwang. (2021). Game Edukasi Berbasis Android sebagai Media Pembelajaran Matematika untuk Anak Tunarungu. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 8(1), 40–44.
<https://doi.org/10.33387/protk.v8i1.2377>
- Dohn, N. B. (2020). Students' interest in Scratch coding in lower secondary mathematics. *British Journal of Educational Technology*, 51(1), 71–83.
<https://doi.org/10.1111/bjet.12759>
- Fauzi, A., Rahmatih, A. N., & Haryati, L. F. (2022). Analisis Efektivitas Model Pembelajaran Blended Learning Ditinjau Dari Hasil Belajar Geometri Mahasiswa Guru Sekolah Dasar. *Journal of Elementary Education*, 5(1), 43–52.
<https://doi.org/10.22460/collase.v5i1.9962>
- Fitriani, R., & Prahmana, R. C. I. (2021). Penelitian Implementasi Pembelajaran Matematika Bagi Anak Berkebutuhan Khusus Di Indonesia. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 10(3), 1293.
<https://doi.org/10.24127/ajpm.v10i3.3968>
- Hayati, T. N., Haliza, S. N., Anggraeni, D. P., & Ruby, A. C. (2023). Pengaruh Penggunaan Media KADARA Terhadap Kemampuan

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i4.11780>

- Berhitung Penjumlahan dan Pengurangan Pada Anak Tunagrahita. *Differential: Journal on Mathematics Education*, 1(2), 185–194. Retrieved from <https://jurnal.um-palembang.ac.id/differential/articel/view/6354/3826>
- Irawan, E., Kusumah, Y. S., & Saputri, V. (2023). Pengembangan Multimedia Interaktif Menggunakan Scratch: Solusi Pembelajaran Di Era Society 5.0. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 12(1), 36. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i1.6226>
- Iskrenovic-Momcilovic, O. (2020). Improving Geometry Teaching with Scratch. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 15(2). <https://doi.org/10.29333/iejme/7807>
- Lutfio, M. I., Kapitang, F., Wijaya, M. I., Azizah, Y. L., & Husna, D. (2023). Penggunaan Teknologi Sebagai Media Pembelajaran Pada Anak Berkebutuhan Khusus. *Jurnal Pendidikan*, 32(1), 121–128. <https://doi.org/10.32585/jp.v32i1.3489>
- Mardiansah, Ramadhan, R. A., & Suryani, R. (2024). Mengenal Anak Berkebutuhan Khusus dan Klasifikasinya. *Jurnal Pendidikan Dan Anak Usia Dini*, 5(1), 164–<https://doi.org/10.59059/tarim.v5i1.1013>
- Moreno-León, J., Robles, G., & Román-González, M. (2015). Dr. Scratch: Automatic Analysis of Scratch Projects to Assess and Foster Computational Thinking. *Revista de Educación a Distancia*, 46(15), 1–23. Retrieved from <http://www.um.es/ead/red/46>
- Mu'tiah, S., Armis, A., & Heleni, S. (2023). Pengembangan Media Pembelajaran Matematika Berbasis Pendekatan Scientific Untuk Memfasilitasi Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa SMP/MTs. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 12(1), 1359. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i1.6903>
- Nabila, S., Adha, I., & Febriandi, R. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Pop Up Book Berbasis Kearifan Lokal pada Pembelajaran Tematik di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 5(5), 3928–3939. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i5.1475>
- Pertiwi, R. P., & Dewi, S. E. K. (2023). Pengembangan Modul Pembelajaran Anak Berkebutuhan Khusus Implementasi Kurikulum Merdeka di SD Negeri Inklusi. *Jurnal Elementaria Edukasia*, 6(3), 1033–1042. <https://doi.org/10.31949/jee.v6i3.6685>
- Pratama, R. A., Nirma, & Permatasari, B. I. (2021). Media Pembelajaran Buku Pintar (BUPI) Matematika Bagi Anak Berkebutuhan Khusus

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i4.11780>

- (ABK). *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(2), 1359–1374.
<https://doi.org/10.31004/cendekia.v5i2.615>
- Pratiwi, S. T. (2015). Pengaruh Permainan Congklak Terhadap Kemampuan Operasi Hitung Penjumlahan Peserta Didik Tunagrahita Kelas III SDLB. *Jurnal Ortopedagogia*, 1(4), 296–301.
<https://dx.doi.org/10.17977/um031v1i42015p296-301>
- Rachmawati, D. C., & Pramono. (2015). Pengaruh Model Pembelajaran Concept Sentence Terhadap Kemampuan Menulis Deskripsi Sederhana Peserta Didik Tunarungu Kelas VII. *Jurnal Ortopedagogia*, 1(4), 269–275.
<https://doi.org/https://dx.doi.org/10.17977/um031v1i42015p269-275>
- Rezioka, D.G., Putro, K. Z., & Fitri, M. (2021). Faktor Penyebab Anak Berkebutuhan Khusus dan Klasifikasi ABK. *Bunayya: Jurnal Pendidikan anak*, 7(2), 40-53.
<https://doi.org/10.22373/bunayya.v7i2.10424>
- Rodríguez-Martínez, J. A., González-Calero, J. A., & Sáez-López, J. M. (2020). Computational thinking and mathematics using Scratch: an experiment with sixth-grade students. *Interactive Learning Environments*, 28(3), 316–327.
<https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1612448>
- Sainuddin, S., Subali, B., Jailani, & Elvira, M. (2022). The Development and Validation Prospective Mathematics Teachers Holistic Assessment Tools. *Ingenierie Des Systemes d'Information*, 27(2), 171–184.
<https://doi.org/10.18280/isi.270201>
- Sari, L., Pratama, R. A., & Permatasari, B. I. (2020). Media Pembelajaran Puzzle Angka dan Corong Angka (PANCORAN) Bagi Anak Berkebutuhan Khusus (ABK). *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 11(1), 88–100.
<https://doi.org/10.15294/kreano.v11i1.23618>
- Setyoko, S., Wahyuni, A., & Priyanda, R. (2023a). Development of Android Application on Digital Literacy: The Use of Technology Media for High School. *AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan*, 15(2), 2461–2471.
<https://doi.org/10.35445/alishlah.v15i2.2582>
- Silitonga, T., Yohana, P., Munthe, H., & Herlina, E. S. (2023). Karakteristik Anak Berkebutuhan Khusus. *Pediaqu: Jurnal Pendidikan Sosial Dan Humaniora*, 2(3), 11155–11179.
<https://doi.org/https://publisherqu.com/index.php/pediaqu>
- Ulva, M., & Amalia, R. (2020). Proses Pembelajaran Matematika Pada Anak Berkebutuhan Khusus (Autisme) di Sekolah Inklusif. *Journal on Teacher Education*, 1(2), 9–19.
[/https://doi.org/10.31004/jote.v1i2.512](https://doi.org/10.31004/jote.v1i2.512)

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i4.11780>

- Unaenah, E., Ningrum, D. R. K., Maulidya, S., & Aprilianti, T. A. (2023). Analisis Pemahaman Konsep PAda Operasi Penjumlahan Bilangan Bulat Menggunakan Media Garis Bilangan. *YASIN Jurnal Pendidikan dan Sosial Budaya*, 3(6), 1127–1134. <https://doi.org/10.58578/yasin.v3i6.1590>
- Widowati, S. (2023). Perancangan Antarmuka Aplikasi Pembelajaran Berhitung untuk Anak Tunagrahita dengan Metode UCD. *E- Proceeding of Engineering*, 10(5), 5136–5143. Retrieved from <https://repository.telkomuniversity.ac>.