

Model Buku Penunjang Digital Terdiferensiasi Berbasis Micro Learning Mata Pelajaran Matematika Sekolah Dasar

Sandi Budi Iriawan, Andhin Dyas Fitriani, Rosiana Mufliva

Universitas Pendidikan Indonesia
iriawan.sandi@upi.edu

Article History

received 10/8/2026

accepted 27/9/2026

published 5/10/2026

Abstract

Objek kajian matematika SD yang abstrak dan variasi media pembelajaran yang terbatas sering kali menimbulkan kejenuhan serta belum memfasilitasi keragaman kebutuhan belajar siswa. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan buku penunjang pembelajaran digital terdiferensiasi berbasis micro learning pada mata pelajaran Matematika di Sekolah Dasar. Metode penelitian yang digunakan adalah Didactical Design Research (DDR) yang meliputi tahap analisis prospektif, analisis metapedadidaktis, dan analisis retrospektif. Hasil penelitian menghasilkan tiga set model awal buku penunjang multimode (PPT, infografis, audio podcast, video explainer, dan motion graphics) dengan alur MERDEKA yang divalidasi layak, namun pada uji implementasi masih ditemukan hambatan ontogenis berupa rendahnya motivasi belajar siswa. Berdasarkan hasil analisis retrospektif, model direvisi pada aspek tata letak dan keestetisan desain yang dikemas lebih menarik, berwarna, terintegrasi barcode serta tautan kanal YouTube dan LMS. Penelitian ini menyimpulkan bahwa model final buku penunjang pembelajaran digital terdiferensiasi berbasis micro learning dengan alur MERDEKA efektif memfasilitasi keragaman gaya belajar dan mengatasi hambatan belajar siswa SD.

Keywords: Buku penunjang, terdiferensiasi, microlearning

Abstrak

The abstract nature of elementary school mathematics topics and the limited variety of learning media often lead to boredom and fail to accommodate students' diverse learning needs. This study aims to develop a differentiated digital supplementary book model based on micro-learning for mathematics subjects in elementary schools. The research method used is Didactical Design Research (DDR), which includes prospective analysis, metapedadidactic analysis, and retrospective analysis stages. The findings produced three sets of initial multimode supplementary book models (PPT, infographics, audio podcasts, explainer videos, and motion graphics) using the MERDEKA learning flow that were validated as feasible, although implementation testing still revealed ontogenic obstacles in the form of low student learning motivation. Based on the retrospective analysis, the model was revised regarding layout and aesthetic design to be more appealing, colorful, and integrated with barcodes, YouTube channel links, and an LMS. This study concludes that the final model of the differentiated digital supplementary book based on micro-learning with the MERDEKA flow effectively accommodates diverse learning styles and overcomes learning obstacles among elementary students.

Kata kunci: supplementary book, differentiated, microlearning



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

PENDAHULUAN

Matematika merupakan salah satu disiplin ilmu yang wajib dipelajari. Merujuk pada Permendikbud nomor 70 Tahun 2013 menyebutkan bahwa Matematika merupakan salah satu mata pelajaran yang wajib dipelajari di tingkat SD, SMP, dan SMA. Matematika menjadi salah satu ilmu dasar yang mempunyai peranan penting baik dalam kehidupan sehari-hari maupun dalam pengembangan ilmu dan teknologi (Yaqin & Rahayu, 2024). Sesuai dengan pendapat Figueira-McDonough (2013), yang mengemukakan bahwa *“mathematics is also a valuable and general purpose technique for satisfying other needs. It is widely known to be an assential tool for science, technology, and commerce; and for entry to many professions”*. Makna dari pernyataan tersebut singkatnya bahwa matematika merupakan teknik yang berharga dan secara umum bertujuan untuk memenuhi kebutuhan lainnya. Matematika dikenal luas sebagai alat penting untuk ilmu pengetahuan, teknologi, dan perdagangan, dan untuk masuk ke banyak profesi. Berdasarkan hal tersebut dapat dikatakan ilmu Matematika merupakan ilmu dasar yang penerapannya sangat dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari.

Melihat pentingnya ilmu matematika untuk kehidupan manusia, maka ilmu matematika diajarkan pada setiap jenjang pendidikan mulai dari Pendidikan Anak Usia Dini sampai Pendidikan Tinggi. Pada jenjang Sekolah Dasar, Matematika merupakan sebuah mata pelajaran yang di dalamnya mencakup bidang kajian Bilangan, Aljabar, Pengukuran, Geometri, serta Analisis Data dan Peluang. Bidang kajian Bilangan merupakan bidang kajian yang paling banyak dibelajarkan pada jenjang Sekolah Dasar serta menjadi prasyarat untuk bidang kajian lainnya seperti Geometri, Pengukuran dan Analisis Data, maka perlu adanya media pembelajaran dalam upaya meningkatkan kompetensi siswa dalam bidang kajian ini (Mufliva & Sandi, 2022).

Mata pelajaran Matematika membekali peserta didik tentang cara berpikir, bernalar, dan berlogika melalui objek mental matematis berupa fakta, konsep, prinsip, relasi, dan operasi sebagai alat untuk mengasah dan melatih kecakapan berpikir peserta didik yang dibutuhkan untuk memecahkan masalah dalam kehidupan, sehingga peserta didik merasakan makna dan manfaat matematika dan belajar matematika serta nilai-nilai moral dalam belajar mata pelajaran Matematika, meliputi kebebasan, kemahiran, penaksiran, keakuratan, kesistematian, kerasionalan, kesabaran, kemandirian, disiplin, ketekunan, ketangguhan, kepercayaan diri, keterbukaan pikiran, dan kreativitas. Matematika memiliki karakteristik bidang kajian yang bersifat abstrak, umumnya tidak disukai peserta didik, dan selalu menjadi topik pembicaraan banyak orang yang terlibat dalam pendidikan seperti peserta didik, guru, dan orang tua (Mazana et al., 2018). Hal ini menjadi kekhawatiran semua pihak terhadap hasil belajar matematika yang rendah secara nasional dan internasional menjadi momok dan pemikiran serius para *shareholder* dan *stakeholder* pendidikan. Hasil tes secara nasional melalui dianggap mudah oleh peserta didik, lebih dari 70% siswa menjawab benar, dan hanya sebelas butir soal yang bisa dijawab benar oleh lebih dari 50% peserta didik. Untuk sepuluh butir soal yang diambil dari tes internasional *Trends in Mathematics and Science Studies* (TIMSS), secara umum Indonesia jauh di bawah rerata internasional, hanya satu butir soal dimana peserta didik Indonesia mendapatkan skor di atas rerata internasional.

Matematika secara etimologis berasal dari kata *mathema* yang bermakna “ilmu” dan *mathein* atau *mathanein* yang bermakna “belajar atau berpikir”. Matematika merupakan ilmu tentang belajar atau berpikir logis yang berperan penting dalam berbagai disiplin ilmu dan memajukan daya pikir manusia (Iriawan, 2019). Belajar matematika membekali siswa cara berpikir, bernalar, dan berlogika melalui aktivitas mental tertentu. Belajar matematika hanya terjadi apabila siswa dihadapkan pada masalah sebagai pemicu aktivitas berpikir; kesempatan bereksplorasi secara mandiri membentuk alur berpikir yang lebih teratur (*ways of thinking/WoT*), lalu guru memfasilitasi pemahaman formal-universal (*ways of understanding/WoU*) (Harel, 2008).

Jika pembelajaran tidak sesuai dengan ideologi pendidikan matematika, dapat muncul *zone of concept image differences* (ZCID), yakni kesenjangan antara konsepsi siswa, guru, dan konsepsi ilmiah (Suryadi, D, 2019). Karena itu, pembelajaran matematika perlu dirancang sebagai proses membangun objek mental matematis, bukan sekadar transfer materi.

Menurut Harel (2008), belajar matematika idealnya dihadapkan pada masalah kontekstual sebagai pemicu aktivitas mental untuk membentuk alur berpikir (*ways of thinking*) hingga menemukan pengetahuan formal (*ways of understanding*). Sejalan dengan hal tersebut, Brousseau (1997), menekankan pentingnya penciptaan serangkaian situasi didaktis meliputi situasi aksi, formulasi, validasi, dan institusionalisasi agar proses abstraksi matematika dapat dipahami secara konkret.

Pembelajaran matematika dalam kerangka didaktis melibatkan intra-aksi (apersepsi, metakognisi, refleksi) dan interaksi antarsiswa sebelum guru membangun hubungan pedagogis (HP). Siswa juga berinteraksi dengan materi dalam hubungan didaktis (HD), sementara guru telah menjustifikasi kebenaran materi melalui antisipasi didaktis pedagogis (ADP) pada saat perencanaan (Suryadi, D, 2019). (Brousseau, 1997) menekankan pentingnya situasi didaktis aksi, formulasi, validasi, dan institusionalisasi. Freudenthal melalui pendidikan matematika realistik menambahkan prinsip fenomenologi didaktis, matematisasi progresif, penemuan terbimbing, dan model yang dikembangkan sendiri oleh siswa. Iriawan (2019), merangkum alur ideal pembelajaran matematika: kontekstualisasi, repersonalisasi, redepersonalisasi, redekontekstualisasi, dan kontekstualisasi kembali. Alur ini relevan dengan OECD (2021) yang menekankan kemampuan mengetahui, menerapkan, dan bernalar menggunakan objek matematis untuk memecahkan masalah.

Kendati demikian, media pembelajaran dan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang ada saat ini umumnya masih dikemas secara monoton tanpa melibatkan TIK dan belum memfasilitasi keragaman kebutuhan belajar siswa. Menurut Tomlinson (2011), pembelajaran idealnya berkonsep terdiferensiasi dengan mengakomodasi kebutuhan belajar siswa yang beragam, baik dari aspek konten, proses, produk, maupun lingkungan belajar berdasarkan kesiapan (*readiness*), minat (*interest*), dan profil belajar (*learning profile*). Selain itu, untuk mengatasi kejemuhan belajar siswa SD yang memiliki rentang perhatian terbatas, (Susilana et al., 2021) mengemukakan pentingnya pendekatan *micro-learning*. Pendekatan ini menyajikan materi pokok ke dalam segmen-segmen digital bernarasi singkat (1–3 menit atau durasi tidak lebih dari 5 menit) dalam berbagai ragam format seperti teks, audio, video, dan infografis yang fleksibel dipelajari kapan saja dan di mana saja. Oleh karena itu, diperlukan buku penunjang pembelajaran digital terdiferensiasi berbasis *micro-learning* dengan alur MERDEKA (Mulai dari diri, Eksplorasi konsep, Ruang kolaborasi, Demonstrasi kontekstual, Elaborasi pemahaman, Koneksi antarmateri, dan Aksi nyata).

Secara operasional, *micro-learning* memiliki ciri konten berdurasi singkat (1–3 menit untuk audio/audio-video atau satu lembar untuk visual diam), suasana belajar santai, dapat diakses kapan saja dan di mana saja, serta diurutkan sesuai kebutuhan (Susilana et al., 2021). Format yang dapat digunakan antara lain infografis, PDF interaktif, *e-book/flipbook*, *animated video*, *whiteboard animation*, *kinetic text-based animation*, *explainer video*, *interactive video*, *webcast/podcast*, *expert video*, *mobile apps*, dan *complex branching scenarios*. Keunggulannya: berpusat pada siswa, meningkatkan retensi pengetahuan, hemat waktu dan biaya, serta meningkatkan motivasi karena materi lebih cepat dipahami. Kekurangannya: partisipasi bisa rendah jika siswa mengetahui durasi singkat, hambatan akses teknologi, fragmen konten tidak kohesif untuk tujuan jangka panjang, dan risiko kehilangan gambaran besar. Oleh karena itu, buku penunjang digital terdiferensiasi berbasis *micro-learning* perlu dirancang dengan alur MERDEKA dan diintegrasikan dengan LMS/kanal digital agar tetap kohesif dan bermakna.

Kerangka kerja *INAP* tahun 2023 untuk mata pelajaran Matematika SD didasarkan pada tujuan pembelajaran matematika, yakni mengembangkan pemahaman peserta didik tentang berbagai konsep matematika dan mengembangkan kemampuan peserta didik dalam penalaran dan penyelesaian masalah (Musengimana et al., 2025). Selain itu, kerangka kerja *INAP* tahun 2023 untuk mata pelajaran Matematika SD ini mengikuti kerangka kerja TIMMS yang menggunakan dua domain pengukuran, yaitu domain konten terdiri dari bidang kajian Bilangan, Geometri dan Pengukuran, dan Statistika dan Pengolahan Data serta domain kognitif terdiri dari kemampuan pemahaman konsep dan kemampuan berpikir tingkattinggi terutama kemampuan analisis dan evaluasi (Rahayu et al., 2021). Tes ini bertujuan untuk mengukur penguasaan konsep matematika dan mendapatkan gambaran tentang proses berpikir peserta didik (Suherman & Vidákovich, 2022) melalui tiga bidang kajian pada domain konten dan kemampuan berpikir tingkat tinggi pada domain kognitif. Proporsi soal untuk domain konten adalah 50% untuk Bilangan, 35% untuk Geometri dan Pengukuran, dan 15% untuk Statistika dan Pengolahan Data (Weller et al., 2018). Hasil analisis oleh Puspendik terhadap jawaban peserta didik untuk mata pelajaran Matematika ini menunjukkan bahwa kesulitan peserta didik terutama dalam mengerjakan soal-soal yang membutuhkan kemampuan berpikir tingkat tinggi seperti kemampuan analisis dan evaluasi (Julia Noviani et al., 2026).

Objek mental matematis dalam mata pelajaran Matematika di SD dikemas melalui bidang kajian Bilangan, Geometri dan Pengukuran, serta Analisis Data. Bilangan merupakan salah satu bidang kajian pada mata pelajaran Matematika SD yang paling banyak dibelajarkan pada jenjang SD dan menjadi prasyarat untuk bidang kajian lainnya seperti Geometri dan Pengukuran serta Analisis Data. Terlebih rendahnya kompetensi peserta didik SD pada mata pelajaran Matematika berdasarkan hasil PISA tahun 2023 yang didominasi oleh soal-soal pada bidang kajian Bilangan yang memiliki proporsi paling banyak sekitar 50% dan disebabkan oleh kondisi buku utama mata Matematika SD saat ini yang digunakan oleh guru, baik yang dikembangkan oleh Kemendikbud maupun dikembangkan oleh guru sendiri belum memfasilitasi dan mengakomodasi kebutuhan setiap peserta didik yang beragam. Dengan demikian, bidang kajian Bilangan pada jenjang SD perlu dijadikan fokus perhatian dan kajian guru dan peneliti utamanya terkait pengembangan buku penunjang mata pelajaran Matematika yang relevan dengan kurikulum yang berlaku saat ini (khususnya Kurikulum Merdeka), capaian pembelajaran matematika pada setiap fase perkembangan peserta didik, kesulitan belajar peserta didik baik secara ontogenik, epistemologis, maupun didaktis, dan lintasan belajar peserta didik (*learning trajectory*).

Kurikulum Merdeka yang merupakan penyederhanaan dan penyempurnaan dari kurikulum 2013 dengan mempertahankan sesuatu yang telah berhasil pada Kurikulum dalam Kondisi Khusus, terkait kompetensi dan materi esensial (Rahmawati et al., 2026). Pada Kurikulum Merdeka setiap satuan pendidikan diberikan kesempatan untuk memiliki opsi Implementasi Kurikulum Merdeka, baik Mandiri Belajar (Ops1), Mandiri Berubah (Ops2), dan Mandiri Berbagi (Ops3) sesuai dengan kesiapan setiap satuan pendidikan. Kurikulum Merdeka berpola pikir bertumbuh (*growth mindset*) yang memandang bahwa peserta didik akan bisadalam waktu dan capaiannya masing-masing, sehingga muncul konsep capaian pembelajaran dan fase yang pada jenjang SD terdiri atas tiga fase, yakni: (1) fase A (umumnya kelas 1 dan 2); (2) fase B (umumnya kelas 3 dan 4); dan (3) fase C (umumnya kelas 5 dan 6). Pada Kurikulum Merdeka, guru diharapkan menjadi sosok yang proaktif (*proactive teacher*) yang berpola pikir bertumbuh dengan memandang bahwa setiap peserta didik unik dan berbeda, sehingga perlu diberikan layanan yang mengakomodasi kebutuhan setiap peserta didik atau dikenal dengan istilah pembelajaran terdiferensiasi.

Pelaksanaan pembelajaran terdiferensiasi diawali dengan asesmen awal oleh guru sebagai dasar dan pertimbangan penyusunan perencanaan pembelajaran, termasuk buku penunjang. Berdasarkan hasil asesmen awal, guru dapat merancang buku

penunjang yang terdiferensiasi baik konten, proses, produk, maupun lingkungan belajar peserta didik berdasarkan kesiapan (*readiness*), minat (*interest*), dangaya belajar peserta didik (*learning profile*) (Gheysens et al., 2022). Dengan kata lain, idealnya media pembelajaran dan buku penunjang yang dikembangkan dan digunakan oleh guru dalam pembelajaran harus memfasilitasi keragaman peserta didik.

Buku penunjang yang relevan dengan Kurikulum Merdeka adalah buku penunjang pembelajaran terdiferensiasi. Tomlinson (2011) menegaskan bahwa diferensiasi adalah filosofi mengakomodasi kebutuhan belajar siswa yang unik dan beragam sesuai kesiapan (*readiness*), minat (*interest*), dan profil belajar (*learning profile*), bukan membedakan-bedakan siswa. Kebutuhan tersebut diidentifikasi melalui asesmen awal kognitif dan nonkognitif, lalu diakomodasi pada konten, proses, produk, dan lingkungan belajar. Pengembangan buku penunjang juga perlu memperhatikan kesesuaian dengan tingkat perkembangan berpikir, tema/subtema, kompetensi dasar/indikator/tujuan, urutan materi, ketepatan media, alokasi waktu, buku guru/siswa, fungsi media, minat belajar, serta bebas SARA dan pornografi. Anderson menyarankan enam langkah: menentukan karakteristik pesan, mengkaji metode, menganalisis pesan secara operasional, menentukan materi dan metode, mengevaluasi media, serta merencanakan produksi (Anderson, 2026). Dengan demikian, buku penunjang tidak sekadar pelengkap, tetapi bagian dari perencanaan pembelajaran terdiferensiasi yang sistematis.

Berdasarkan paparan di atas, perlu dikembangkan buku penunjang pembelajaran terdiferensiasi mata pelajaran Matematika di SD sesuai dengan prinsip-prinsip pada Kurikulum Merdeka serta berdasarkan fase perkembangan peserta didik, kesulitan belajar peserta didik baik secara ontogenik, epistemologis, maupun didaktis, dan lintasan belajar peserta didik (*learning trajectory*) melalui kajian mendalam hasil analisis prospektif, analisis metapedadidaktis, dan analisis retrospektif sehingga dihasilkan buku penunjang pembelajaran terdiferensiasi mata pelajaran Matematika SD yang relevan dengan berbagai situasi didaktis yang diduga akan dilalui oleh peserta didik dalam belajar matematika, meliputi situasi aksi, formulasi, validasi, dan institusionalisasi.

Berdasarkan permasalahan dan urgensi teoritis di atas, penelitian ini memfokuskan rumusan masalah pada: (1) bagaimanakah karakteristik dan kelayakan desain awal model buku penunjang pembelajaran digital terdiferensiasi berbasis micro-learning dengan alur MERDEKA; (2) bagaimanakah hasil implementasi dan analisis metapedadidaktis terhadap penggunaan desain awal dalam pembelajaran di SD; serta (3) bagaimanakah konstruksi desain final model buku penunjang berdasarkan hasil analisis retrospektif. Sejalan dengan rumusan masalah tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menguji kelayakan desain awal buku penunjang digital terdiferensiasi berbasis micro-learning, mendeskripsikan dinamika implementasinya melalui analisis metapedadidaktis guna mengidentifikasi hambatan belajar siswa, serta mengonstruksi desain final model buku penunjang multimode yang terintegrasi barcode, kanal YouTube, dan LMS untuk memfasilitasi keragaman gaya belajar siswa secara efektif.

METODE

Metode penelitian yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian desain didaktis (*didactical design research*) yang meliputi tahap analisis prospektif, analisis metapedadidaktis, dan analisis retrospektif (Suryadi, D, 2019). Analisis prospektif merupakan analisis sebelum pembelajaran terhadap situasi-situasi didaktis yang terdapat pada desain buku penunjang pembelajaran matematika SD yang digunakan oleh siswa fase A (umumnya kelas 1 dan 2), fase B (umumnya kelas 3 dan 4), dan fase C (umumnya kelas 5 dan 6). Analisis prospektif juga dilakukan terhadap kesulitan-kesulitan belajar siswa (*learning obstacles*) baik secara ontogenik, epistemologis, maupun didaktis, ketika pembelajaran Matematika menggunakan desain

bahan ajar tertentu dilengkapi dengan buku penunjang pembelajaran matematika. Hasil analisis prospektif berupa lintasan belajar duga (*hypothetical learning trajectory*), antisipasi didaktis pedagogis, dan kerangka desain didaktis yang dikemas dalam bentuk desain awal buku penunjang pembelajaran digital terdiferensiasi berbasis micro learning yang akan digunakan dalam pembelajaran sesuai dengan prinsip-prinsip pada Kurikulum Merdeka. Analisis selanjutnya adalah analisis metapedadidaktis selama pembelajaran berlangsung yang dilakukan melalui pengamatan, wawancara, dan dokumentasi untuk mencatat temuan-temuan selama siswa belajar Matematika menggunakan desain awal buku penunjang pembelajaran terdiferensiasi berbasis micro learning yang telah dikembangkan. Temuan-temuan selama pembelajaran berlangsung direfeksi secara kritis melalui analisis retrospektif setelah pembelajaran berlangsung untuk mendapatkan desain akhir buku penunjang pembelajaran terdiferensiasi berbasis micro learning berdasarkan temuan-temuan hasil analisis metapedadidaktis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Desain Awal Model Buku Penunjang Pembelajaran Terdiferensiasi berbasis Microlearning

Penelitian buku penunjang pembelajaran terdiferensiasi berbasis micro learning mata pelajaran Matematika di SD telah dilakukan ini menghasilkan tiga set model buku penunjang pembelajaran terdiferensiasi berbasis micro learning (ppt, infografis, audio podcast, video explainer, dan motion graphics) yang multimode dengan alur MERDEKA untuk pembelajaran matematika di SD kelas 1, kelas 3, dan kelas 5 sebagai berikut:

1. Tiga set model buku penunjang pembelajaran terdiferensiasi berbasis micro learning mata pelajaran Matematika di SD.
2. Tiga set bahan ajar berbentuk ppt.
3. Tiga set bahan ajar berbentuk infografis.
4. Tiga set bahan ajar berbentuk *audio podcast*.
5. Tiga set bahan ajar berbentuk *video explainer*.
6. Tiga set bahan ajar berbentuk *motion graphics* atau video animasi.

Penyajian materi secara multimode dan berdurasi singkat ini sejalan dengan Cognitive Load Theory dari Sweller (2020), serta prinsip pembelajaran multimedia (Mayer, 2021) yang menegaskan bahwa pembagian informasi ke dalam saluran visual dan auditori berdurasi pendek efektif mencegah *cognitive overload* pada anak usia dasar. Berikut adalah contoh tampilan visual/desain halaman dari produk buku penunjang digital berbasis *micro-learning* yang dikembangkan (diambil dari dokumen produk riset *Fase A / Kelas IV-V*).



Gambar 1. Cover Produk Bahan Ajar Digital

Gambar 1 menampilkan sampul (cover) produk bahan ajar digital berbasis *micro-learning* yang menyajikan desain visual berwarna khas anak Sekolah Dasar lengkap dengan ilustrasi aktivitas belajar matematika. Semua buku penunjang pembelajaran terdiferensiasi berbasis *microlearning* yang telah dikembangkan telah divalidasi oleh ahli matematika dan pendidikan matematika serta ahli bahasa dengan kriteria Layak untuk digunakan dalam pembelajaran di SD sesuai jenjang kelas (Haliem et al., 2026). Selanjutnya dalam rangka analisis metapedadidaktis, tiga set desain awal model buku penunjang pembelajaran terdiferensiasi berbasis *microlearning* tersebut digunakan dalam pembelajaran matematika di kelas 1, kelas 3, dan kelas 4 SDN Cibodas III Kecamatan Lembang Kabupaten Bandung Barat Jawa Barat. Tiga desain awal model buku penunjang pembelajaran terdiferensiasi berbasis *microlearning* dengan alur MERDEKA yang dikembangkan dengan mengakomodasi teori situasi didaktis Brosseau (2002) yang terdiri atas situasi aksi, situasi formulasi, situasi validasi, dan situasi institusionalisasi dan Harel (2008), terkait *Siklus Triadic*, meliputi masalah kontekstual sebagai input atau stimulus, aksi mental acak, alur berpikir, alur pemahaman, dan masalah kontekstual institusionalisasi sebagai penguatan.

Hasil Implementasi Desain Awal Model Buku Penunjang Pembelajaran Terdiferensiasi berbasis Micro Learning

Pada saat pembelajaran menggunakan desain awal model buku penunjang pembelajaran terdiferensiasi berbasis *micro learning* yang telah dikembangkan, peneliti melakukan analisis metapedadidaktis melalui pengamatan ketika siswa belajar menggunakan desain awal dan wawancara dengan siswa dan guru tentang apa yang telah dilakukan dan temuan-temuan siswa lainnya ketika menggunakan desain awal tersebut. Pada umumnya, siswa nampak belum antusias dalam pembelajaran meskipun desain awal telah dikemas untuk mengatasi hambatan belajar ontogenis, epistemologis, dan didaktis (Sukarma et al., 2024). Hasil wawancara dengan siswa dan guru menguatkan bahwa desain awal dikemas kurang menarik dan kurang estetik sesuai dengan karakteristik siswa SD, sehingga kurang memotivasi siswa untuk belajar.

Selanjutnya setelah pembelajaran berlangsung, peneliti melakukan analisis retrospektif terkait temuan-temuan pada saat pembelajaran yang terutama kurangnya motivasi belajar siswa menggunakan desain awal model media pembelajaran berdiferensiasi berbasis *micro learning* yang telah dikembangkan. Temuan ini memperkuat teori *Emotional Design* dari Rabagliati et al., (2013) dan Plass et al., (2014) yang menyatakan bahwa daya tarik visual, penggunaan warna, dan estetika layout pada media digital secara langsung memengaruhi kondisi emosional (*positive affect*) siswa yang berimplikasi pada peningkatan pemrosesan kognitif dan motivasi belajar. Selain itu, Norman (2013), menekankan pentingnya desain antarmuka (*user experience*) yang intuitif dan ramah anak agar media tidak menimbulkan hambatan afektif/ontogenis. Oleh karena itu, desain awal direvisi dengan memfokuskan perbaikan pada tata letak (*layout*) dan keestetisan tampilan.

Hasil wawancara dengan siswa dan guru mengindikasikan bahwa desain awal harus diperbaiki terutama terkait layout atau kemasannya supaya menarik, estetik, dan memotivasi untuk siswa belajar dengan menggunakan desain model media pembelajaran berdiferensiasi berbasis *micro learning* tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa hasil implementasi pembelajaran menggunakan desain awal tidak ditemukan hambatan-hambatan belajar siswa yang sifatnya epistemologis dan didaktis, namun masih muncul hambatan belajar yang bersifat ontogenis. Untuk itu, desain awal media pembelajaran berdiferensiasi berbasis *micro learning* direvisi berdasarkan rekomendasi-rekomendasi desain awal yang melibatkan kemenarikan dan keestetisan desain atau layout desain media pembelajaran berdiferensiasi berbasis *micro learning* agar memotivasi siswa untuk belajar.

Desain Final Model Buku Penunjang Pembelajaran Terdiferensiasi berbasis Micro Learning

Desain awal model buku penunjang pembelajaran terdiferensiasi berbasis micro learning yang telah dianalisis secara retrospektif berdasarkan temuan-temuan ketika implementasi pembelajaran selanjutnya direvisi dengan fokus perbaikan atau revisi pada kemenarikan atau keestetisan desain untuk mengatasi hambatan belajar yang sifatnya ontogenis untuk memotivasi siswa belajar matematika menggunakan desain model buku penunjang pembelajaran terdiferensiasi berbasis *micro learning* yang telah dikembangkan. Revisi dilakukan terhadap tiga set desain awal buku penunjang pembelajaran terdiferensiasi berbasis micro learning yang telah dikembangkan sebagai berikut.

1. Tiga set model buku penunjang pembelajaran terdiferensiasi berbasis micro learning mata pelajaran Matematika di SD.
2. Tiga set bahan ajar berbentuk ppt.
3. Tiga set bahan ajar berbentuk infografis.
4. Tiga set bahan ajar berbentuk *audio podcast*.
5. Tiga set bahan ajar berbentuk video explainer.
6. Tiga set bahan ajar berbentuk *motion graphics* atau video animasi.

Contoh penyisipan lembar kerja interaktif berbasis alur aksi/kegiatan konkret (misal: "AYO AMATI!", "AYO RENUNGAN!", "AYO TEMUKAN!").

Tujuan Pembelajaran:
Peserta didik dapat mendeskripsikan ciri-ciri berbagai bentuk bangun datar (persegi)
Peserta didik dapat mendeskripsikan ciri-ciri berbagai bentuk bangun datar (persegi panjang)

Ayo Amati! Perhatikanlah gambar dibawah ini!

Gambar 1:  **Gambar 2:** 

Ayo Renungkan!

Pertanyaan	Gambar 1	Gambar 2
Apakah kamu mengetahui nama benda-benda di atas?		
Apakah permukaan benda diatas datar?		
Apakah yang dimaksud dengan bangun datar?		
Manakah bagian sisi pada bangun datar di atas?		
Ada berapa sisi nya?		
Manakah bagian sudut pada bangun datar di atas?		
Ada berapa sudutnya?		

Ayo Komunikasikan!

Gambar 2. Lembar Kerja Interaktif Berbasis Alur Aksi

Gambar 2 menyajikan lembar kerja interaktif berbasis alur aksi (seperti "Ayo Amati!", "Ayo Renungkan!", dan "Ayo Komunikasikan!") yang menyertakan gambar benda konkret serta tabel identifikasi bentuk bangun datar untuk mendorong eksplorasi mandiri siswa. Kedua gambar tersebut secara berurutan merepresentasikan transformasi desain bahan ajar, mulai dari bagian awal hingga penerapan alur pembelajaran interaktif berbasis TIK guna memfasilitasi keragaman gaya belajar peserta didik. Desain final dikemas berbasis TIK dengan sistem barcode (cetak) dan klik tautan (digital) yang terintegrasi dengan kanal YouTube Peneliti dan Learning Management System (LMS). Sejalan dengan pandangan Sharp et al., (2020) mengenai diferensiasi proses dan media, serta Zavodna et al., (2024) mengenai fleksibilitas micro-learning, sistem multimode ini secara presisi memfasilitasi keragaman profil belajar siswa: gaya belajar visual (difasilitasi melalui bahan ajar berbentuk infografis dan PPT), gaya belajar auditori (difasilitasi melalui bahan ajar berbentuk *audio podcast*); gaya belajar viasul-

auditori (difasilitasi melalui video explainer dan *motion graphics*); dan gaya belajar kinestetik (difasilitasi melalui alur belajar interaktif MERDEKA).

Tiga set desain final model buku penunjang pembelajaran terdiferensiasi berbasis *micro learning* yang telah dikembangkan tidak mengalami perubahan dari konten, tahapan belajar, dan konteks serta tetap mengakomodasi teori situasi didaktis (Brousseau, 1997) yang terdiri atas situasi aksi, situasi formulasi, situasi validasi, dan situasi institusionalisasi dan (Harel, 2008) terkait *Siklus Triadic*, meliputi masalah kontekstual sebagai input atau stimulus, aksi mental acak, alur berpikir, alur pemahaman, dan masalah kontekstual institusionalisasi sebagai penguatan. Perbaikan hanya dilakukan terhadap desain atau layout yang dikemas lebih berwarna dengan gambar-gambar yang relevan dengan karakteristik siswa SD yang senang berimajinasi. Selain itu, tiga set desain final model buku penunjang pembelajaran terdiferensiasi berbasis *micro learning* ini dikemas terintegrasi dengan kanal YouTube peneliti menggunakan sistem *barcode* untuk penggunaan secara cetak dan klik tautan (*link*) untuk penggunaan secara digital. Sistem ini menjadikan pembelajaran menjadi terdiferensiasi paling tidak berdasarkan gaya belajar auditori (menggunakan bahan ajar berbentuk *audio podcast*), visuali (menggunakan infografis dan ppt), visual-auditori (menggunakan bahan ajar berbentuk video explainer dan *motion graphics*), dan kinestetik (menggunakan alur MERDEKA). Semua mode model buku penunjang pembelajaran terdiferensiasi berbasis *micro learning* tertaut dengan tautan YouTube Peneliti dan dikemas dalam *Learning Managemet System* (LMS) yang telah dikembangkan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas dapat disimpulkan beberapa hal sesuai dengan masalah penelitian yang telah dirumuskan sebagai berikut.

1. Desain awal model buku penunjang pembelajaran terdiferensiasi berbasis *micro learning* mata pelajaran Matematika SD yang telah dikembangkan, terdiri atas: (a) tiga set model buku penunjang pembelajaran terdiferensiasi berbasis *micro learning* mata pelajaran Matematika SD (b) tiga set bahan ajar berbentuk ppt; (c) tiga set bahan ajar berbentuk infografis; (d) tiga set bahan ajar berbentuk audio podcast; (e) tiga set bahan ajar berbentuk video explainer; dan (f) tiga set bahan ajar berbentuk *motion graphics* atau video animasi.
2. Hasil implementasi pembelajaran menunjukkan bahwa siswa tidak lagi mengalami hambatan belajar epistemologis maupun didaktis, tetapi lebih menunjukkan hambatan belajar ontogenis terkait motivasi belajar yang rendah dalam pembelajaran matematika menggunakan desain awal model buku penunjang pembelajaran terdiferensiasi berbasis *micro learning* mata pelajaran Matematika SD yang disebabkan desain yang kurang menarik, kurang berwarna, tanpa gambar-gambar yang relevan dengan karakteristik siswa SD, dan dikemas kurang estetik.
3. Desain final model buku penunjang pembelajaran terdiferensiasi berbasis *micro learning* mata pelajaran Matematika SD yang telah dikembangkan sebanyak tiga set berdasarkan rekomendasi perbaikan desain awal pada komponen desain atau layout yang dikemas multimode (infografis dan ppt untuk siswa visuali, video explainer dan *motion graphics* untuk siswa visual-auditori, audio podcast untuk siswa auditori, dan menggunakan alur MERDEKA untuk siswa kinestetik) berbasis TIK dengan terintegrasi kanal YouTube Peneliti yang telah dikembangkan, menggunakan sistem *barcode* untuk penggunaan secara cetak dan sistem klik tertaut kanal YouTube untuk penggunaan secara digital sehingga lebih estetik, menarik, berwarna, dan disertai gambar-gambar yang relevan dengan karakteristik siswa SD yang senang berimajinasi. Desain final model buku penunjang pembelajaran terdiferensiasi berbasis *micro learning* mata pelajaran Matematika SD

tidak mengalami perubahan dari komponen konten, tahap belajar, dan konteks dari desain awal. Adapun desain final model buku penunjang pembelajaran terdiferensiasi berbasis micro learning mata pelajaran Matematika SD yang telah dikembangkan terdiri atas (a) tiga set model buku penunjang pembelajaran terdiferensiasi berbasis micro learning untuk mata pelajaran Matematika SD menggunakan alur MERDEKA; (b) tiga set bahan ajar berbentuk ppt; (c) tiga set bahan ajar berbentuk infografis; (d) tiga set bahan ajar berbentuk audio podcast; (e) tiga set bahan ajar berbentuk video explainer; dan (f) tiga set bahan ajar berbentuk motion graphics atau video animasi.

Berdasarkan temuan-temuan di atas, direkomendasikan agar pengembangan buku penunjang pembelajaran Matematika SD dikemas sesuai alur belajar yang tepat berdasarkan ideologi pendidikan matematika serta memuat berbagai situasi didaktis (aksi, formulasi, validasi, dan institusionalisasi) agar pembelajaran menjadi lebih bermakna. Pengembangan bahan ajar hendaknya didasarkan pada lintasan belajar duga yang diantisipasi melalui antisipasi didaktis pedagogis yang rasional guna mencegah munculnya hambatan belajar, baik yang bersifat ontogenis, epistemologis, maupun didaktis. Selain itu, bahan ajar perlu dikemas dengan pendekatan micro-learning dalam berbagai moda (seperti teks, PPT, infografis, audio podcast, video explainer, dan motion graphics) agar mampu memfasilitasi keragaman kebutuhan belajar siswa sekaligus mencegah kejemuhan belajar. Terakhir, efektivitas pengelolaan media ini akan semakin optimal apabila diintegrasikan dengan Learning Management System (LMS) dan tertaut langsung dengan platform digital seperti kanal YouTube.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, J. (2026). Metasummary: Examining the potential of a methodologically inclusive approach for conducting systematic reviews of educational research. *Educational Review*, 78(1), 103–123. <https://doi.org/10.1080/00131911.2024.2401079>
- Brousseau, G. (1997). *Theory of Didactical Situations in Mathematics*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Figueira-McDonough, J. (2013). *Community Analysis and Practice* (0 ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203768563>
- Gheysens, E., Coubergs, C., Griffl-Freixenet, J., Engels, N., & Struyven, K. (2022). Differentiated instruction: The diversity of teachers' philosophy and praxis to adapt teaching to students' interests, readiness and learning profiles. *International Journal of Inclusive Education*, 26(14), 1383–1400. <https://doi.org/10.1080/13603116.2020.1812739>
- Haliem, T. D., Murti, R. C., Wibowo, S. E., & Suryani, L. (2026). Teachers' perspectives on implementing microlearning in numeracy literacy in elementary schools. *Jurnal Prima Edukasia*, 14(1), 125–136. <https://doi.org/10.21831/jpe.v14i1.86071>
- Harel, G. (2008). *What is mathematics? A pedagogical answer to a philosophical question*. Dalam B. Gold & R. A. Simons (Eds.), *Proof and Other Dilemmas: Mathematics and Philosophy*. Mathematical Association of America.
- Iriawan, S. B. (2019). *Pengembangan Model Pembelajaran Matematika berbasis Sistem Among Ki Hadjar Dewantara untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis, Kemandirian Belajar, dan Kebiasaan Berpikir Matematis Siswa Sekolah Dasar*. (Desertasi). Universitas Pendidikan Indonesia.
- Julia Noviani, Elfi Rahmadhani, & Basaruddin. (2026). Enacted self-regulated learning in contextual numeracy tasks: A qualitative cross-case analysis across performance levels. *American Journal of STEM Education*, 24, 87–114. <https://doi.org/10.32674/a1pk3p30>
- Mayer, R. E. (2021). *Multimedia Learning* (3rd ed.). Cambridge University Press.

- Mazana, M. Y., Montero, C. S., & Casmir, R. O. (2018). Investigating Students' Attitude towards Learning Mathematics. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 14(1). <https://doi.org/10.29333/iejme/3997>
- Mufliva, R., & Sandi, B. I. (2022). *Pengembangan media pembelajaran matematika berbasis digital di sekolah dasar*. 13(2), 205–215.
- Musengimana, T., Yadav, L. L., Uwamahoro, J., & Nizeyimana, G. (2025). Instructional strategies for enhancing students' problem-solving skills in physics: A systematic review. *Discover Education*, 4(1), 380. <https://doi.org/10.1007/s44217-025-00733-x>
- Norman, D. A. (2013). *The Design of Everyday Things (Revised and expanded ed.)*. Basic Books.
- OECD. (2021). *21st-Century Readers: Developing Literacy Skills in a Digital World*. OECD. <https://doi.org/10.1787/a83d84cb-en>
- Plass, J. L., Heidig, S., Hayward, E. O., Homer, B. D., & Um, E. (2014). Emotional design in multimedia learning: Effects of shape and color on affect and learning. *Learning and Instruction*, 29, 128–140. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2013.02.006>
- Rabagliati, H., Pykkänen, L., & Marcus, G. F. (2013). Top-down influence in young children's linguistic ambiguity resolution. *Developmental Psychology*, 49(6), 1076–1089. <https://doi.org/10.1037/a0026918>
- Rahayu, A., Syah, A., & Najib, A. (2021). Higher order thinking skills students in mathematical statistics course base on revised bloom taxonomy in factual and conceptual knowledge dimension. *Journal of Physics: Conference Series*, 1918(4), 042076. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1918/4/042076>
- Rahmawati, Y., Herlina, H., Lapasere, S., Gagaramusu, Y. B. M., Mas'adi, M., & Surahman, S. (2026). Teachers' Understanding and Implementation of the Merdeka Curriculum in Indonesian Elementary Schools. *Journal of Innovation and Research in Primary Education*, 5(1), 1094–1107. <https://doi.org/10.56916/jirpe.v5i1.2966>
- Sharp, K., Jarvis, J. M., & McMillan, J. M. (2020). Leadership for differentiated instruction: Teachers' engagement with on-site professional learning at an Australian secondary school. *International Journal of Inclusive Education*, 24(8), 901–920. <https://doi.org/10.1080/13603116.2018.1492639>
- Suherman, S., & Vidákovich, T. (2022). Assessment of mathematical creative thinking: A systematic review. *Thinking Skills and Creativity*, 44, 101019. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2022.101019>
- Sukarma, I. K., Isnawan, M. G., & Alsulami, N. M. (2024). Research on Nonroutine Problems: A Hybrid Didactical Design for Overcoming Student Learning Obstacles. *Human Behavior and Emerging Technologies*, 2024, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2024/5552365>
- Suryadi, D. (2019). *Monograf 2 Didactical Design Research (DDR)*. Gapura Press.
- Susilana, R., Laksana, C., & Riana, C. (2021). *Microlearning: Konsep dan Aplikasi dalam Pembelajaran Digital*. UPI Press.
- Sweller, J. (2020). Cognitive load theory and educational technology. *Educational Technology Research and Development*, 68(1), 1–16. <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09701-3>
- Tomlinson, C. A. (2011). *How to Differentiate Instruction in Mixed-Ability Classrooms (2nd ed.)*. Alexandria, VA: ASCD.
- Weller, S. C., Vickers, B., Bernard, H. R., Blackburn, A. M., Borgatti, S., Gravlee, C. C., & Johnson, J. C. (2018). Open-ended interview questions and saturation. *PLOS ONE*, 13(6), e0198606. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0198606>
- Yaqin, A., & Rahayu, E. Y. (2024). *Pengaruh Model Project Based Learning (PjB:), Case Based Learning (CBL) dan Gaya Belajar Terhadap Hasil Belajar Siswa*. 09.

Zavodna, M., Mrazova, M., Poruba, J., Javorcik, T., Guncaga, J., Havlaskova, T., Tran, D., & Kostolanyova, K. (2024). Microlearning: Innovative Digital Learning for Various Educational Contexts and Groups. *European Conference on E-Learning*, 23(1), 442–450. <https://doi.org/10.34190/ecel.23.1.2590>