

**PENGEMBANGAN BAHAN AJAR DIGITAL BERBASIS
PROBLEM BASED LEARNING (PBL) UNTUK
MENINGKATKAN KEMAMPUAN LITERASI MATEMATIS
SISWA KELAS VIII SMP**

Muhammad Aldi¹, Budi Halomoan Siregar²
Pendidikan Matematika/Matematika^{1,2}, Fakultas Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam^{1,2}, Universitas Negeri Medan^{1,2}
muhammadaldi010900@gmail.com¹

Abstrak

Literasi matematika merupakan kemampuan individu dalam merumuskan, menggunakan, dan menafsirkan masalah matematika dalam berbagai konteks, termasuk penggunaan prosedur, konsep, fakta dan alat matematika dalam penggambaran suatu fenomena atau peristiwa dalam kehidupan sehari-hari. Namun, kemampuan literasi matematis siswa saat ini masih tergolong rendah. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan bahan ajar digital berbasis *Problem Based Learning* untuk meningkatkan kemampuan literasi matematis siswa. Penelitian ini dilakukan di salah satu SMP yang terletak di Percut Sei Tuan. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada fakta bahwa sekolah tersebut belum pernah menggunakan bahan ajar digital berbasis *Problem Based Learning* sebagai sumber belajar matematika. Penelitian dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2023/2024, dengan subjek penelitian yaitu kelas VIII-1 dengan jumlah 32 siswa. Objek penelitian ini adalah bahan ajar digital berbasis *Problem Based Learning* untuk meningkatkan kemampuan literasi matematis siswa. Jenis penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan dengan model ADDIE, yang terdiri dari tahapan analisis, perancangan, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa bahan ajar digital berbasis *Problem Based Learning* memenuhi kriteria validitas, kepraktisan, dan keefektifan.

Kata Kunci: ADDIE, Bahan Ajar Digital, *Problem Based Learning*, Penelitian dan Pengembangan, Kemampuan Literasi Matematis

A. Pendahuluan

Literasi matematika merujuk pada kemampuan individu untuk menggunakan pengetahuan dan keterampilan matematika dalam berbagai konteks kehidupan sehari-hari. Ini mencakup pemahaman konsep matematika, kemampuan untuk mengidentifikasi dan memahami peran matematika di dunia, serta kemampuan untuk melakukan penalaran matematis dan berkomunikasi dengan menggunakan bahasa matematika (Grotlüschen *et al.*, 2020)

Selain itu, keterampilan ini merupakan kemampuan seseorang untuk memahami, menggunakan, dan mengkomunikasikan konsep-konsep matematika dalam kehidupan sehari-hari (Jannah, M., Hayati, M., 2024). Pentingnya kemampuan literasi matematika semakin meningkat seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi (Feriyanto, 2022). Namun, kemampuan literasi matematis siswa masih tergolong rendah.

Berdasarkan hasil riset *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS), kemampuan literasi matematis di Indonesia masih tergolong rendah. Hal tersebut terbukti dari peringkat Indonesia yang berada di posisi 46 dari 51 negara (Foy & Joncas, 2000). Selain itu, hasil PISA menunjukkan bahwa kemampuan literasi matematis siswa Indonesia menempati peringkat 73 dari 79 negara dengan skor 378 (OECD, 2022). Berdasarkan hasil jawaban tes diagnostik yang diberikan kepada 32 siswa kelas VIII-1 SMPN 2 Percut Sei Tuan diketahui bahwa kemampuan literasi matematis siswa masih tergolong rendah. Terdapat 6 siswa dengan kategori kemampuan literasi matematis sangat rendah (18,75%), 20 siswa dengan kategori kemampuan literasi matematis rendah (62,5%), 4 siswa dengan kategori kemampuan literasi matematis sedang (12,5%), 2 siswa dengan kategori kemampuan literasi matematis tinggi (6,25%), dan 0 siswa dengan kategori sangat tinggi (0%).

Selain itu, rendahnya kemampuan literasi matematika disebabkan oleh: (1) proses pembelajaran masih bersifat *teacher center learning* (pembelajaran berpusat ke guru). Dimana alur pembelajaran terdiri dari menyampaikan materi, memberikan contoh dan latihan soal (Ahmad, S., *et al.*, 2023), (2) materi pembelajaran tidak terintegrasi dengan konteks nyata (Barnett, L. M., *et al.*, 2023), (3) Bahan ajar yang digunakan pada proses pembelajaran belum relevan untuk meningkatkan kemampuan literasi matematis (Nabela, S. J., & Agustine, P. C., 2024). Bahan ajar yang digunakan berupa buku cetak bersifat sumber informasi yang terdiri dari ulasan materi, contoh soal dan latihan tanpa integrasi dengan masalah kontekstual yang relevan. Akibatnya, kemampuan literasi matematis siswa tidak optimal. Siswa juga kurang tertarik menggunakan bahan ajar cetak karena dianggap kurang inovatif dan menarik. Bahan ajar tersebut hanya berupa teks dan gambar, tidak membantu siswa memahami matematika secara abstrak atau

mendorong pemecahan masalah. Interaksi yang terbatas dengan pendidik dan bahasa yang rumit juga menjadi kendala dalam pemahaman siswa (Lodhi, A., *et al.*, 2019).

Dengan demikian, diperlukan alternatif solusi berupa penerapan bahan ajar digital dalam pembelajaran. (Soubra, L., *et al.*, 2022). Penggunaan bahan ajar digital dapat menstimulus siswa untuk terlibat aktif dalam proses belajar (Halomoan Siregar, 2023), dapat membantu siswa memahami materi yang abstrak (Widayoko, A., *et al.*, 2018) sebab bahan ajar digital terintegrasi dengan berbagai elemen multimedia seperti animasi, video, gambar, grafik, infografis, dan media lainnya (Siregar, B.H., *et al.*, 2022). Hal ini dapat menyebabkan pembelajaran menjadi lebih menarik, mudah, dan praktis (Rafianti, I., *et al.*, 2018).

Integrasi PBL dalam pengembangan bahan ajar digital bertujuan untuk menghasilkan produk yang dapat diimplementasikan untuk meningkatkan kemampuan literasi matematis siswa. Model PBL memperkenalkan siswa pada masalah dunia nyata, belajar mandiri, dan kerja tim. Selain itu, Model ini dapat menstimulus siswa untuk memecahkan masalah secara sistematis dan memicu mereka untuk berpikir tingkat tinggi (Li, T., *et al.*, 2022). Dengan demikian, bahan ajar digital berbasis PBL mampu mendorong siswa untuk aktif dan kolaboratif (Sinaga, C.V.R, 2020) dan fokus pada penyelidikan otentik untuk menemukan solusi konkret. Aktivitas yang dirancang pada produk ini terdiri dari: menganalisis masalah, pembuatan hipotesis, pengumpulan data, menganalisis informasi, serta melakukan eksperimen. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan kemampuan literasi matematis siswa melalui penyelidikan nyata, pembuatan laporan, dan pengembangan keterampilan berpikir dan sosial.

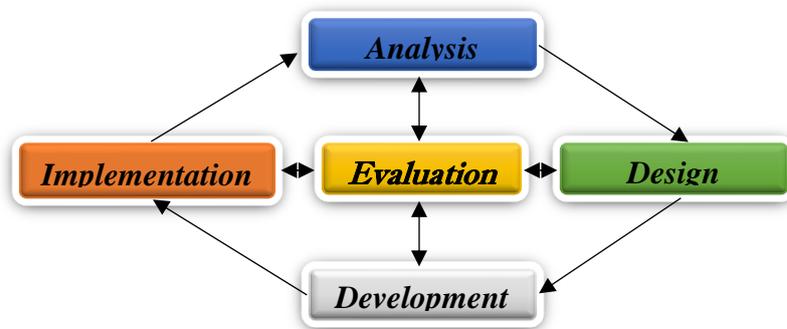
State of the Art (SoTA) dari penelitian ini terletak pada penggabungan inovatif antara teknologi digital dan model *Problem Based Learning* (PBL) untuk meningkatkan literasi matematis siswa SMP. Sementara penelitian sebelumnya telah banyak mengeksplorasi manfaat PBL dan penggunaan bahan ajar digital secara terpisah, penelitian yang mengintegrasikan kedua elemen ini dalam konteks pembelajaran matematika masih terbatas. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan dan menguji efektivitas bahan ajar digital berbasis PBL dalam meningkatkan literasi matematis siswa SMP. Urgensi penelitian ini muncul dari

kebutuhan mendesak untuk memperbaiki kualitas pembelajaran di tengah perkembangan teknologi digital yang pesat, serta untuk mempersiapkan siswa dengan keterampilan abad 21 yang esensial, seperti kemampuan literasi matematis. Hasil dari penelitian ini memberikan kontribusi signifikan terhadap inovasi pembelajaran yang lebih efektif dan relevan dengan tantangan zaman.

B. Metode

Riset ini dilakukan di SMPN 2 Percut Sei Tuan, Jl. Gambir Pasar VIII Tembung, Kec. Percut Sei Tuan, Kab. Deli Serdang, Sumatera Utara, pada semester genap tahun ajaran 2023/2024. dengan subjek penelitian yaitu kelas VIII-1 dengan jumlah 32 siswa.

Menurut Siregar, B.H., *et al* (2022) Penelitian ini menerapkan penelitian dan pengembangan (*Research and Development*), dengan model ADDIE (*Analysis, Desain, Development, Implementation, dan Evaluation*). Melalui model ini, peneliti akan mengembangkan sebuah perangkat pembelajaran berupa Bahan ajar Digital Berbasis *Problem Based Learning* untuk meningkatkan kemampuan literasi matematis siswa. Alur penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar.1 Alur Penelitian dan Pengembangan Model ADDIE

Tahap pertama adalah proses analisis yang bertujuan untuk menilai kelayakan pengembangan media atau bahan ajar yang sudah digunakan. Empat kegiatan yang dilakukan adalah: (1) Analisis kinerja untuk mengidentifikasi masalah kinerja siswa melalui observasi dan wawancara dengan guru matematika, (2) Analisis sumber daya untuk mengidentifikasi sumber daya di sekolah seperti kurikulum, guru, siswa, dan fasilitas fisik, (3) Analisis kebutuhan untuk mengembangkan bahan ajar digital inovatif yang sesuai dengan karakteristik siswa dan (4) Analisis materi untuk memastikan relevansi media yang dikembangkan dengan materi yang diajarkan,

melalui wawancara dengan guru dan diskusi dengan dosen. Tujuannya adalah memastikan produk yang dihasilkan efektif dalam pembelajaran.

Tahap kedua meliputi perancangan bahan ajar digital dengan menetapkan standar kompetensi, kompetensi dasar, indikator materi, dan tujuan pembelajaran, serta menyusun instrumen soal *pretest* dan *posttest*. Tahap ketiga mencakup pembuatan produk menggunakan software pendukung dan validasi bahan ajar digital. Tahap implementasi melibatkan guru dan 32 siswa kelas VIII-1 SMPN 2 Percut Sei Tuan untuk menguji tes keterbacaan bahan ajar digital. Tahap evaluasi melibatkan penilaian, revisi, dan evaluasi terhadap setiap tahap pengembangan.

Instrumen yang digunakan dalam riset ini meliputi instrumen validasi isi dan konstruk, instrumen kepraktisan oleh guru dan siswa, instrumen respon siswa dan instrumen tes untuk mengukur keefektifan produk. Teknik pengumpulan data mencakup observasi, wawancara, angket, dan tes. Analisis data dilakukan dengan teknik kualitatif dan kuantitatif untuk mengevaluasi validitas, kepraktisan, dan keefektifan bahan ajar digital berbasis PBL.

- **Analisis Data Kevalidan**

Menghitung rata-rata skor dari para ahli terkait total pengisian instrumen dengan rumus (Ridwan, 2016) :

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$$

Keterangan :

\bar{x} = Skor rata-rata kevalidan

$\sum x$ = Total skor

N = Total Penilai

Bahan ajar digital serta Instrumen yang dikembangkan pada riset ini dinilai valid atau sangat valid dengan ketentuan pada tabel 1 dan 2 berikut:

Tabel. 1 Kriteria Kevalidan Ahli Materi dan Media

Rentang Nilai	Kategori
$V > 4,2$	Sangat Valid
$3,4 < V \leq 4,2$	Valid
$2,6 < V \leq 3,4$	Cukup Valid
$1,8 < V \leq 2,6$	Kurang Valid
$V \leq 1,8$	Sangat Kurang Valid

Tabel. 2 Kriteria Kevalidan Instrumen

Rentang Nilai	Kategori
$V > 3,0$	Sangat Valid
$2,5 < V \leq 3,0$	Valid

Rentang Nilai	Kategori
$2,0 < V \leq 2,5$	Cukup Valid
$1,5 < V \leq 2,0$	Kurang Valid
$V \leq 1,5$	Sangat Kurang Valid

• **Analisis Data Kepraktisan**

Persentase kepraktisan untuk mengetahui perolehan dari angket kepraktisan guru dan siswa dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (Hodiyanto *et al.*, 2020):

$$\%Kepraktisan = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{Skor yang diharapkan}} \times 100\%$$

Bahan ajar digital berbasis *Problem Based Learning* (PBL) yang dikembangkan pada penelitian ini dinyatakan praktis atau sangat praktis dengan kriteria pada tabel 3 berikut:

Tabel. 3 Kriteria Kepraktisan Respon Ahli, Guru dan Siswa

Nilai Kriteria (%)	Kategori
$80 < V_p \leq 100$	Sangat Praktis
$60 < V_p \leq 80$	Praktis
$40 < V_p \leq 60$	Cukup Praktis
$20 < V_p \leq 40$	Kurang Praktis
$0 \leq V_p \leq 20$	Tidak Praktis

• **Analisis Data Keefektifan**

Analisis keefektifan diperoleh melalui kriteria 1) ketuntasan belajar siswa secara klasikal, yaitu 85% siswa mengikuti pembelajaran dapat memperoleh nilai 70, 2) ketercapaian tujuan pembelajaran 75% untuk setiap indikator diperoleh 65% siswa, 3) Respon positif siswa dalam pembelajaran., dan 4) meningkatnya kemampuan literasi matematis siswa yang dibuktikan berdasarkan skor gain.

Respon positif siswa dianalisis menggunakan angket dengan pilihan jawaban “Ya” dan “Tidak” dimana dalam penilaian skala *Guttman*, jawaban “Ya” bernilai 1 dan jawaban “Tidak” bernilai 0 (Ardianti *et al.*, 2019). Selanjutnya, rumus berikut digunakan untuk menghitung jumlah siswa yang memberikan tanggapan positif:

$$\text{Persentase siswa respon positif} = \frac{\text{jumlah siswa memperoleh respon positif}}{\text{jumlah seluruh siswa}} \times 100\%$$

Adapun kriteria respon siswa terhadap Bahan ajar digital yang dikembangkan adalah sebagai berikut (Siswono, 2019):

Tabel. 4 Kriteria Respon Siswa

Presentase Respon Siswa (%)	Kategori
$81 \leq V_p \leq 100$	Sangat Positif
$61 \leq V_p \leq 80$	Positif
$41 \leq V_p \leq 60$	Netral
$21 \leq V_p \leq 40$	Tidak Positif
$0 \leq V_p \leq 20$	Sangat Tidak Positif

Sementara itu, peningkatan kemampuan literasi matematis siswa didapatkan melalui tes hasil belajar dan berdasarkan analisis gain diperoleh dengan menggunakan rumus:

$$g = \frac{\text{skor posttest} - \text{skor pretest}}{\text{skor maksimal} - \text{skor pretest}}$$

Keterangan :

- g = Faktor N-Gain
- skor posttest = Skor uji coba II (setelah pemberian bahan ajar digital)
- skor pretest = Skor uji coba II (sebelum pemberian bahan ajar digital)
- skor maksimal = Skor Maksimum

Tabel 5 menunjukkan klasifikasi N-Gain:

Tabel. 5 Klasifikasi N-Gain

Nilai	Kriteria
$g > 0,7$	Tinggi
$0,3 < g \leq 0,7$	Sedang
$g \leq 0,3$	Rendah

C. Hasil Dan Pembahasan

Berikut ini disajikan hasil penelitian yang didapatkan pada tiap langkah pengembangan ADDIE.

1) Analysis (analisis)

Perolehan yang didapatkan dari langkah analisis berupa analisis kinerja, analisis sumber daya yang digunakan, analisis kebutuhan dan analisis materi.

- **Analisis Kinerja**

Analisis kinerja ini bertujuan untuk mengidentifikasi masalah kinerja siswa dan menentukan apakah perlu perbaikan dalam pembelajaran atau manajemen. Penelitian melibatkan observasi proses belajar mengajar, wawancara dengan guru matematika kelas VIII, dan tes diagnostik kepada siswa di SMPN 2 Percut Sei Tuan. Hasilnya menunjukkan bahwa pembelajaran masih berpusat pada guru dengan fokus pada definisi dan rumus tanpa relevansi ke kehidupan sehari-hari. Siswa cenderung pasif, hanya aktif dalam soal yang mirip dengan contoh guru, dan kesulitan dalam soal yang berbeda, mengindikasikan rendahnya kemampuan literasi matematis.

Metode ceramah yang dominan membuat pembelajaran pasif dan kurang mendorong siswa untuk membangun pengetahuan sendiri, lebih cenderung menghafal rumus daripada memahami konsep. Tes diagnostik menunjukkan mayoritas dari 32 siswa memiliki kemampuan literasi matematis rendah hingga sangat rendah. Penggunaan media pembelajaran jarang, dengan buku cetak sebagai sumber utama yang kurang menarik minat siswa. Berdasarkan analisis ini, solusi yang tepat adalah mengembangkan bahan ajar digital berbasis problem based learning untuk meningkatkan motivasi siswa, serta meningkatkan pengetahuan dan keterampilan literasi matematis mereka.

- **Analisis Sumber Daya yang Dapat Digunakan**

Dalam pengembangan bahan ajar digital, perhatian khusus diberikan pada sumber daya bukan manusia, manusia, dan fisik. SMPN 2 Percut Sei Tuan menerapkan kurikulum 2013, di mana guru berperan sebagai fasilitator dan siswa aktif membangun pengetahuannya sendiri. Guru diperbolehkan menyediakan berbagai sumber belajar dan media pendukung untuk meningkatkan pemahaman dan minat belajar siswa.

Sumber daya manusia yang diperhatikan adalah guru dan siswa, yang sudah mahir menggunakan teknologi. Observasi menunjukkan bahwa mereka menggunakan smartphone atau laptop dalam proses pembelajaran. Lebih dari 50% siswa mencari informasi materi melalui video di perangkat mereka. Sumber daya fisik yang penting adalah smartphone, yang mendukung proses pembelajaran di

kelas. Berdasarkan observasi dan wawancara, seluruh siswa memiliki smartphone yang membantu mereka dalam belajar matematika.

- **Analisis Kebutuhan**

Analisis kebutuhan di SMPN 2 Percut Sei Tuan mencakup karakteristik siswa, latar belakang pengetahuan, dan perkembangan kognitif. Analisis ini penting untuk menentukan pola pengajaran yang efektif dan memastikan pembelajaran yang menyenangkan. Hasilnya menunjukkan minat belajar siswa terhadap buku ajar cetak rendah karena merasa bosan dan kesulitan memahami materi. Lebih dari 50% siswa lebih suka pembelajaran matematika yang menggunakan berbagai media seperti audio, teks, gambar, video animasi, dan media digital karena akrab dengan teknologi.

Siswa kelas VIII, berusia rata-rata 13-14 tahun, berada pada tahap operasional formal awal dalam perkembangan kognitif menurut Piaget. Mereka mampu berpikir abstrak, logis, membangun pengetahuan sendiri, dan menyelesaikan masalah secara sistematis. Perkembangan bahasa mereka juga meningkat pesat karena pengaruh lingkungan, dan perkembangan fisik signifikan mendukung kemampuan kognitif.

Dari aspek sosial, remaja pada usia ini mulai mengembangkan kemampuan memahami orang lain dan mengenali diri sendiri, serta memecahkan masalah lingkungan, etika, dan moral. Oleh karena itu, pengembangan bahan ajar digital berbasis *Problem Based Learning* (PBL) sangat sesuai dengan karakteristik dan kebutuhan siswa. PBL tidak hanya menarik minat belajar siswa tetapi juga mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif, mendorong kerja sama kelompok, dan mengkomunikasikan hasilnya.

Implementasi bahan ajar digital berbasis PBL diyakini dapat meningkatkan kemampuan literasi matematis siswa. Menurut penelitian Nurani, R. D. (2022), e-modul interaktif berbasis PBL efektif dalam meningkatkan literasi matematis siswa. Dengan bahan ajar digital berbasis PBL, pembelajaran matematika menjadi lebih relevan dengan kehidupan sehari-hari, mendorong kerja sama, dan memotivasi siswa untuk belajar lebih mandiri dan aktif, meningkatkan pemahaman konsep matematika dan minat belajar mereka.

- **Analisis Materi**

Tahap analisis materi dilakukan bertujuan untuk mengidentifikasi dan menyusun pokok materi yang akan dipelajari siswa. Hasil analisis ini dijadikan dasar untuk merancang bahan ajar digital dan merancang RPP. Pada penelitian ini, materi yang akan disusun adalah materi lingkaran untuk kelas VIII SMP yang mengacu pada Kurikulum 2013 berbasis problem based learning. Berikut peta konsep materi lingkaran sebagai analisis materi.

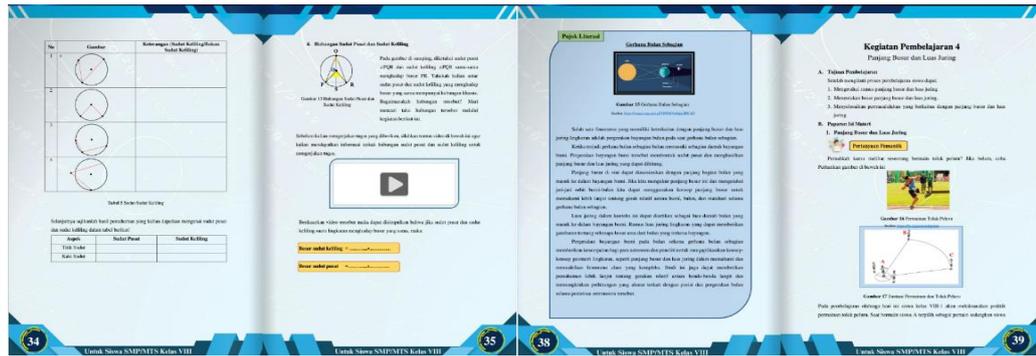
2) Design (perancangan)

Tahap *design* (perancangan), peneliti melakukan pembuatan cover (halaman sampul) serta bagian isi bahan ajar digital berbasis *Problem Based Learning* (PBL) termasuk memilih gambar, warna, dan lainnya. Konten merupakan isi dari bahan ajar digital berbasis PBL pada materi lingkaran. Konten bahan ajar digital berbasis PBL terdiri atas cover, kata pengantar, deskripsi singkat bahan ajar digital, petunjuk penggunaan, kompetensi pembelajaran dan simbol-simbol.

3) Development (pengembangan)

Tahap *development* (pengembangan) merupakan proses mewujudkan apa-apa yang telah dilakukan pada tahap perancangan (*design*). Adapun pada tahap ini terdapat tiga kegiatan yaitu pengembangan bahan ajar digital, validasi ahli dan uji keterbacaan. Pada tahap pengembangan bahan ajar digital, bagian-bagian mendasar dari bahan ajar digital berbasis *problem based learning* seperti kata pengantar, petunjuk penggunaan bahan ajar digital, kompetensi pembelajaran, dan bahan ajar digital yang terlebih dahulu diketik pada *microsoft word*. Media gambar yang digunakan pada bahan ajar digital ini yang berfungsi sebagai keperluan desain tampilan bahan ajar digital berbasis problem based learning diperoleh dari internet dan bantuan aplikasi canva. Apabila seluruh komponen telah disiapkan maka dilakukanlah proses penggabungan. Penggabungan komponen bahan ajar digital berbasis *problem based learning* dilakukan dengan menggunakan aplikasi *microsoft word* dengan mengunduh terlebih dahulu komponen nya dari canva.

Pengembangan Bahan Ajar Digital Berbasis Problem Based Learning (PBL) Untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Matematis Siswa Kelas VIII SMP



Gambar. 2 Tampilan Bahan Ajar Digital Berbasis *Problem Based Learning*

Berdasarkan Gambar 2, hasil dari pengembangan yang dilakukan telah terlihat. Selanjutnya, bahan ajar digital berbasis *problem based learning* yang dikembangkan untuk meningkatkan kemampuan literasi matematis siswa, serta instrumen penilaian pretest dan posttest, akan divalidasi. Validasi dilakukan setelah pengembangan selesai, melibatkan 3 orang dosen matematika dari Universitas Negeri Medan yang ahli dalam materi dan media.

Tabel. 6 Rata-rata Perolehan Validasi

No	Lembar Validasi	Rata-Rata	Kategori
1	Ahli Materi	4,42	Sangat Layak (SL)
2	Ahli Media	4,10	Sangat Layak (SL)
3	Angket Kepraktisan Guru	4,00	Sangat Layak (SL)
4	Angket Kepraktisan Siswa	4,00	Sangat Layak (SL)
5	Angket Respon Siswa	4,00	Sangat Layak (SL)
6	Instrumen Tes (<i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>)	3,66	Sangat Layak (SL)

Hasil validasi pada Tabel 6 menunjukkan nilai yang sangat layak untuk semua aspek: validasi materi 4,42, validasi media 4,10, angket kepraktisan guru dan siswa serta angket respon siswa untuk keefektifan masing-masing mendapatkan nilai 4,00, dan instrumen tes masing-masing mendapatkan nilai 3,66.

Sebelum uji coba lapangan, bahan ajar digital dan instrumen tes di SMPN 2 Percut Sei Tuan melewati tahap uji keterbacaan untuk memastikan dapat dibaca dan dipahami oleh siswa. Uji ini melibatkan 31 siswa kelas VIII-2 dalam 4 pertemuan,

dengan fokus mengidentifikasi kesalahan bahasa, video animasi yang tidak terlihat, atau gambar yang terlalu kecil.

Hasil uji keterbacaan menunjukkan sebagian besar bahan ajar digital dan instrumen tes dapat terbaca dan dipahami dengan jelas. Namun, siswa memberi masukan bahwa video animasi pada kegiatan 2 tidak dapat diputar, dan pertanyaan pada tahap orientasi masalah kegiatan 1 kurang jelas. Mereka bingung apakah harus hanya mencari 5 benda berbentuk lingkaran atau juga melakukan pengamatan serta mencatat hasilnya.

4) *Implementation* (implementasi)

Setelah revisi berdasarkan saran ahli, semua instrumen dan bahan ajar digital berbasis *problem based learning* memenuhi kriteria kevalidan. Tahap berikutnya adalah implementasi, dengan empat pertemuan yang mencakup pelaksanaan rencana pembelajaran, *pretest* dan *posttest*, serta angket respon siswa terhadap bahan ajar digital tersebut. Uji coba lapangan dilakukan di kelas VIII-1 SMPN 2 Percut Sei Tuan dengan 32 siswa. Berikut hasil analisis angket kepraktisan bahan ajar digital yang dikembangkan.

Tabel. 7 Rata-rata Hasil Analisis Kepraktisan

No	Analisis	Rata-Rata	Kategori
1	Angket Respon Guru	91,25%	Sangat Praktis
2	Angket Respon Siswa	89,37%	Sangat praktis

Dari tabel 7 di atas, didapatkan perolehan angket kepraktisan guru senilai 91,25% dan angket kepraktisan siswa senilai 89,37% yang tergolong sangat praktis.

Setelah implementasi bahan ajar digital berbasis *problem based learning*, evaluasi dilakukan dengan melihat ketuntasan belajar siswa, pencapaian tujuan pembelajaran, dan respon siswa. Hasil *pretest* menunjukkan 4 siswa (12,50%) mencapai ketuntasan belajar dengan rata-rata nilai 40,10. Pada *posttest*, 30 siswa (93,75%) mencapai ketuntasan belajar dengan rata-rata nilai 84,00, sedangkan 2 siswa (10%) tidak mencapai ketuntasan. Detail persentase ketuntasan belajar siswa dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel. 8 Persentase Ketuntasan Belajar Klasikal Siswa

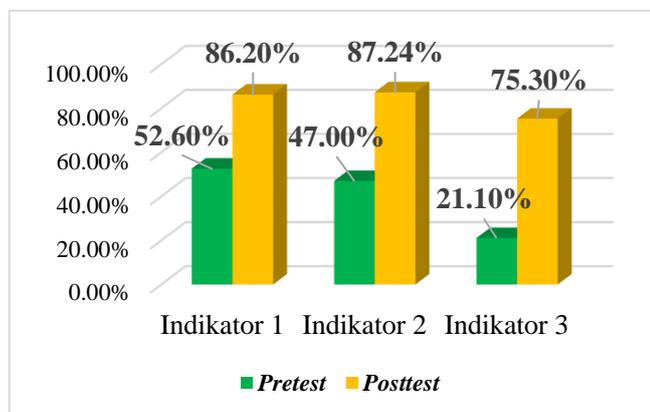
Kategori	Pretest		Posttest	
	Jumlah Siswa	Persentase	Jumlah Siswa	Persentase
Tuntas	4	12,50%	30	93,75%
Tidak Tuntas	28	87,50%	2	9,25%
Jumlah	32	100%	32	100%

Selanjutnya, Informasi mengenai peningkatan kemampuan literasi matematis siswa berdasarkan setiap indikatornya disajikan dalam tabel berikut.

Tabel. 9 Peningkatan Kemampuan Literasi Matematis Tiap Indikator

No	Indikator	Pretest		Posttest	
		Persentase	Keterangan	Persentase	Keterangan
1	Merumuskan masalah matematika	52,60%	Belum tercapai	86,20%	Tercapai
2	Menerapkan konsep matematika	47,00%	Belum tercapai	87,24%	Tercapai
3	Menafsirkan matematika	21,10%	Belum tercapai	75,30%	Tercapai

Diagram persentase ketercapaian indikator pada uji coba lapangan disajikan dalam gambar berikut:



Gambar. 3 Diagram Rata-Rata Peningkatan Kemampuan Literasi Matematis Siswa Tiap Indikator

Melalui Gambar 3 terlihat peningkatan kemampuan literasi matematis siswa dari pretest ke posttest pada berbagai aspek: Indikator I (merumuskan masalah) meningkat sebesar 33,60%, Indikator II (menerapkan matematika) meningkat sebesar 40,24%, dan Indikator III (menafsirkan matematika) meningkat sebesar 54,20%.

Dari respon siswa terhadap bahan ajar digital berbasis *problem based learning*, 98,43% siswa memberikan respons sangat positif. Ini menunjukkan bahwa bahan ajar tersebut sangat efektif berdasarkan kriteria respon siswa yang sangat positif.

- **Peningkatan Kemampuan Literasi Matematis Siswa**

Peningkatan kemampuan literasi matematis siswa dari *pretest* ke *posttest* pada uji coba lapangan dapat dilihat dari analisis N-Gain. Hasilnya menunjukkan bahwa 71,87% siswa mengalami peningkatan tinggi, 28,13% mengalami peningkatan sedang, dan tidak ada siswa yang mengalami peningkatan rendah. Nilai Gain sebesar 0,742 masuk dalam kategori tinggi.

Efektivitas bahan ajar digital dapat dipahami melalui berbagai teori belajar yang relevan. Konstruktivisme menekankan interaksi aktif siswa dengan materi pembelajaran untuk membangun pemahaman yang mendalam. Teori kognitif mempertimbangkan bagaimana informasi diproses dan disimpan dalam pikiran siswa, yang dapat dipengaruhi oleh cara bahan ajar digital disajikan.

Selain itu, integrasi teori Bruner dalam desain bahan ajar digital tidak hanya memperkaya pengalaman belajar siswa melalui interaksi aktif dan eksplorasi konseptual yang mendalam, tetapi juga mendukung pengembangan pemahaman yang lebih baik dan berkelanjutan dalam mata pelajaran seperti matematika.

Dalam teori Vygotsky, bahan ajar digital efektif menggunakan konsep zona perkembangan aktual (ZPA) dan alat-alat mediasi. ZPA mencakup kemampuan yang dapat ditingkatkan siswa melalui instruksi atau interaksi sosial, diperluas oleh bahan ajar digital dengan panduan adaptif. Alat mediasi seperti animasi interaktif memfasilitasi pemecahan masalah dan pemahaman yang lebih dalam, bukan hanya menyediakan informasi. Integrasi teori Vygotsky dalam desain bahan ajar digital memperkaya interaksi sosial dan kognitif siswa, meningkatkan potensi belajar mereka secara efektif.

5) Evaluation (evaluasi)

Secara garis besar, kelebihan dan kekurangan dalam tahapan penelitian yang perlu diperbaiki sebagai berikut:

1. Pada tahap analisis, peneliti hanya mengamati kelas VIII-1 di SMPN 2 Percut Sei Tuan, sesuai dengan rancangan awal penelitian. Namun, ini menyebabkan

data yang diperoleh terbatas hanya pada satu kelas. Untuk akurasi yang lebih baik, akan lebih baik melakukan observasi pada semua kelas VIII di SMPN 2 Percut Sei Tuan.

2. Pada tahap perancangan, bahan ajar digital berbasis *problem based learning* dikembangkan sesuai dengan analisis kinerja, sumber daya yang tersedia, kebutuhan, dan materi. Instrumen penelitian dirancang untuk mengukur kemampuan literasi matematis siswa, namun ini membuat data yang diperoleh terbatas hanya pada kemampuan literasi matematis dan belum mencakup kemampuan lainnya.
3. Pada tahap pengembangan, bahan ajar digital berbasis *problem based learning* tidak sesuai dengan rancangan awal penelitian setelah validasi oleh ahli matematika. Setelah mendapat komentar dan saran dari validator, bahan ajar digital direvisi sebelum uji coba lapangan. Hasil uji coba lapangan menunjukkan bahwa bahan ajar digital tersebut praktis dan efektif, sehingga layak untuk diterapkan.
4. Pada tahap implementasi, penelitian ini melibatkan satu kelas dengan 32 siswa kelas VIII-1 SMPN Percut Sei Tuan dan hanya mengukur kemampuan literasi matematis siswa. Hasil implementasi menunjukkan bahwa bahan ajar digital yang dikembangkan praktis, efektif, dan berhasil meningkatkan kemampuan literasi matematis siswa.

D. Kesimpulan

Bahan ajar digital berbasis *problem based learning* berhasil memenuhi kriteria kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan. Kemampuan literasi matematis siswa meningkat signifikan, dari rata-rata 40,10 pada *pretest* menjadi 84,00 pada *posttest*. Analisis N-Gain menunjukkan peningkatan kemampuan literasi matematis termasuk dalam kategori tinggi dengan skor 0,742. Respon siswa terhadap bahan ajar ini sangat positif. Saran untuk penelitian berikutnya adalah eksplorasi pengembangan bahan ajar digital berbasis model pembelajaran atau peningkatan kemampuan yang berbeda.

Daftar Pustaka

- Ahmad, S., Aoun, N. Ben, Ali, G., El-Affendi, M. A., & Anwar, M. S. (2023). Multi-Clustered Mathematical Model for Student Cognitive Skills Prediction Optimization. *IEEE Access*, 11, 65371–65381. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3285612>
- Ardianti, S. D., Wanabuliandari, S., Saptono, S., & Alimah, S. (2019). Respon Siswa Dan Guru Terhadap Modul Ethno-Edutainment Di Sekolah Islam Terpadu. *Edukasia: Jurnal Penelitian Pendidikan Islam*, 14(1): 1-24
- Barnett, L. M., Jerebine, A., Keegan, R., Watson-Mackie, K., Arundell, L., Ridgers, N. D., Salmon, J., & Dudley, D. (2023). Validity, Reliability, and Feasibility of Physical Literacy Assessments Designed for School Children: A Systematic Review. *Sports Medicine*, 53(10), 1905–1929. <https://doi.org/10.1007/s40279-023-01867-4>
- Feriyanto. (2022). Strategi Penguatan Literasi Numerasi Matematika Bagi Peserta Didik Pada Kurikulum Merdeka Belajar. *Jurnal Gammath*, 7(2), 86–94. https://karya.brin.go.id/id/eprint/23928/1/2541-2612_7_2_2022-3.pdf
- Foy, P., & Joncas, M. (2000). TIMSS Sample Design. In *TIMSS 1999 Technical Report*. http://sling11.bc.edu/timss1999i/pdf/T99_TR.book.pdf#page=31
- Grotlüschen, A., Desjardins, R., & Liu, H. (2020). Literacy and numeracy: Global and comparative perspectives. *International Review of Education*, 66(2–3), 127–137. <https://doi.org/10.1007/s11159-020-09854-x>
- Halomoan Siregar, B. (2023). Pengembangan Bahan Ajar digital Interaktif Berbasis Masalah untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis PENDAHULUAN Menurut (Kunandar, 2013), Hasil belajar matematika ialah hal yang begitu utama pada saat. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 07(July), 2104–2117.
- Hodiyanto., dkk. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Macromedia Flash Bermuatan Problem Posing Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis . *Jurnal Pendidikan Matematika*, 9(2), 323-334
- Li, T., Wang, W., Li, Z., Wang, H., & Liu, X. (2022). Problem-based or lecture-based learning, old topic in the new field: a meta-analysis on the effects of PBL teaching method in Chinese standardized residency training. *BMC Medical Education*, 22(1). <https://doi.org/10.1186/s12909-022-03254-5>
- Lodhi, A., Rosich, N., & Cantero, B. (2019). Study of the Interactions of Pakistani Bilingual Students in Solving Mathematical Problems in the Secondary School. *Redimat-Revista De Investigacion En Didactica De Las Matematicas*, 8(1), 76+. <https://doi.org/10.4471/redimat.2019.2396>
- Miftahul Jannah, & Miftahul Hayati. (2024). Pentingnya kemampuan literasi

- matematika dalam pembelajaran matematika. *Griya Journal of Mathematics Education and Application*, 4(1), 40–54. <https://doi.org/10.29303/griya.v4i1.416>
- Nabela, S. J., & Agustine, P. C. (2024). Development of Digital Teaching Material Based on Numeracy For 4th Class Primary School. *Journal of Education and Learning Mathematics Research (JELMaR)*, 5(1), 1–6. <https://doi.org/10.37303/jelmar.v5i1.125>
- Nurani, R. D. (2022). PENGEMBANGAN BAHAN AJAR MATEMATIKA BERBASIS MASALAH KREATIF UNTUK PENCAPAIAN LITERASI MATEMATIS SISWA SMK (Doctoral dissertation, Universitas Pendidikan Indonesia).
- OECD, 2., & PISA, 2. R. (2022). What Students Know and Can Do – Student Performance in Mathematics, Reading, and Science. *OECD Publishing, Vol 1*.
- Rafianti, I., Setiani, Y., & Yandari, I. A. V. (2018). Pengembangan Bahan Ajar Interaktif Tutorial Dalam Pembelajaran Matematika Siswa Smp. *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran Matematika*, 11(2). <https://doi.org/10.30870/jppm.v11i2.3759>
- Ridwan. (2016). *Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Sinaga. C. V. R. (2020). *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika*. Forum Pemuda Aswaja.
- Siregar, B. H., Mansyur, A., Lumongga, S., & Ramadhani, F. (2022). *Teori & Praktis Multimedia Pembelajaran Interaktif*. Medan: Umsu Press.
- Siswono, T. Y. (2019). Paradigma Penelitian Pendidikan: *Pengembangan Teori dan Aplikasi Pendidikan Matematika*. (Nita, Ed.) Surabaya: PT. Remaja Rosdakarya
- Suwarno, M. (2020). Cognitive load theory in the development of multimedia mathematics learning. *Alauddin Journal of Mathematics Education*, 2(2), 117–125. <http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/ajme>
- Soubra, L., Al-Ghouti, M. A., Abu-Dieyeh, M., Crovella, S., & Abou-Saleh, H. (2022). Impacts on Student Learning and Skills and Implementation Challenges of Two Student-Centered Learning Methods Applied in Online Education. *Sustainability (Switzerland)*, 14(15). <https://doi.org/10.3390/su14159625>
- Widayoko, A., Latifah, E., & Yuliati, L. (2018). Peningkatan Kompetensi Literasi Saintifik Siswa SMA dengan Bahan Ajar Terintegrasi STEM pada Materi Impuls dan Momentum. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 3(11), 1463–1467. <http://journal.um.ac.id/index.php/jptpp/>