



Pengembangan Modul Berbasis Cognitive Load Theory dan Worked Example untuk Memfasilitasi Berpikir Kritis Siswa Kelas VII

(Development of a Module Based on Cognitive Load Theory and Worked Examples to Facilitate Critical Thinking Skills of Seventh-Grade Students)

Elsa Mayasari Longkun¹, Majid², Bertu Rianto Takaendengan³

^{1,2,3}Pendidikan Matematika, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Gorontalo

elshalongkun05@gmail.com¹, majid69@ung.ac.id², bertu@ung.ac.id³

Article Info	Abstract
Article history: Received: 31 Mei 2026 Revised: 10 Agustus 2026 Accepted: 18 Agustus 2026	This study aims to develop a mathematics teaching module based on Cognitive Load Theory using the Worked Example approach to facilitate the critical thinking skills of seventh-grade students at SMP Negeri 2 Satap Tilongkabila in the area of data presentation. This study was motivated by students' low critical thinking skills, the limited availability of innovative teaching materials, and the high level of extrinsic cognitive load in mathematics learning. The research method used was research and development (R&D) employing the ADDIE model, which includes the stages of Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation. The product developed is a teaching module designed based on the principles of Cognitive Load Theory, such as content segmentation, reduction of the split-attention effect, and the systematic use of tiered worked examples. The research results indicate that the developed module meets the criteria for high validity based on subject matter expert validation at 87% and is valid based on media expert validation at 72%, as well as highly practical based on teacher feedback at 98%. Additionally, student feedback on the module's use achieved an 86% positive rating, categorized as very positive, indicating that the module is easy to understand, engaging to use, enhances learning motivation, and helps students grasp concepts in a more structured manner. This module also helps reduce unnecessary cognitive load and fosters students' critical thinking skills through activities that involve analyzing, evaluating, and drawing conclusions in the mathematics learning process.
Keywords: Cognitive Load Theory Worked Example Teaching Module Critical Thinking Data Presentation	
Kata Kunci: Cognitive Load Theory Worked Example Modul Ajar Berpikir Kritis Penyajian Data	
	Abstrak Penelitian ini bertujuan mengembangkan modul ajar matematika berbasis Cognitive Load Theory dengan pendekatan Worked Example untuk memfasilitasi kemampuan berpikir kritis siswa kelas VII SMP Negeri 2 Satap Tilongkabila pada materi penyajian data. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh rendahnya kemampuan berpikir kritis siswa, keterbatasan bahan ajar inovatif, serta tingginya beban kognitif ekstrinsik dalam pembelajaran matematika. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan (Research and Development) dengan model ADDIE yang meliputi tahap Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation. Produk yang dikembangkan berupa modul ajar yang dirancang berdasarkan prinsip-prinsip Cognitive Load Theory, seperti segmentasi materi, pengurangan split-attention effect, dan penggunaan worked example bertingkat secara sistematis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul yang dikembangkan memenuhi kriteria sangat

valid berdasarkan validasi ahli materi sebesar 87% dan valid berdasarkan validasi ahli media sebesar 72%, serta sangat praktis berdasarkan respons guru sebesar 98%. Selain itu, respons siswa terhadap penggunaan modul memperoleh persentase sebesar 86% dengan kategori sangat positif, yang menunjukkan bahwa modul mudah dipahami, menarik digunakan, mampu meningkatkan motivasi belajar, dan membantu siswa memahami konsep secara lebih terstruktur. Modul ini juga mampu mengurangi beban kognitif yang tidak diperlukan serta memfasilitasi kemampuan berpikir kritis siswa melalui kegiatan menganalisis, mengevaluasi, dan menarik kesimpulan dalam proses pembelajaran matematika.

Corresponding Author:

Elsa Mayasari Longkun
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Gorontalo
elshalongkun05@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Pembelajaran pada abad ke-21 mengalami pergeseran paradigma yang signifikan, dari pembelajaran yang berfokus pada penguasaan materi menuju pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi (higher order thinking skills). Salah satu keterampilan esensial yang menjadi perhatian utama dalam konteks ini adalah kemampuan berpikir kritis. Keterampilan tersebut tidak hanya berperan dalam meningkatkan capaian akademik, tetapi juga menjadi bekal penting bagi peserta didik dalam menghadapi permasalahan kompleks di kehidupan sehari-hari. Berpikir kritis mencakup kemampuan menganalisis informasi secara objektif, mengevaluasi argumentasi secara logis, serta mengambil keputusan berdasarkan bukti yang valid. Namun demikian, capaian kemampuan siswa Indonesia dalam konteks global masih menunjukkan kondisi yang belum optimal (Takaendengan et al., 2025). Berdasarkan hasil PISA tahun 2022, kemampuan matematika siswa Indonesia masih berada di bawah rata-rata negara OECD dengan skor 366 yang mengindikasikan adanya tantangan dalam pengembangan kemampuan analitis dan kritis melalui pembelajaran matematika.

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan pada bulan September hingga November di SMP Negeri 2 Satap Tilongkabila, ditemukan berbagai permasalahan dalam proses pembelajaran matematika. Permasalahan tersebut meliputi rendahnya pemahaman konsep siswa, anggapan bahwa matematika merupakan mata pelajaran yang sulit, rendahnya motivasi belajar, serta keterbatasan bahan ajar yang berkualitas. Selain itu, data hasil belajar menunjukkan bahwa rata-rata capaian siswa kelas VII hanya sebesar 28,68%, yang masih berada jauh di bawah Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yaitu 75. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan yang cukup signifikan antara harapan kurikulum dan capaian pembelajaran di kelas. Rendahnya hasil belajar tersebut mengindikasikan perlunya inovasi dalam proses pembelajaran, khususnya dalam pengembangan bahan ajar yang mampu mengurangi beban kognitif siswa serta meningkatkan pemahaman konsep secara lebih efektif (Horbo, 2023).

Secara teoretis, kesulitan siswa dalam mengolah informasi yang kompleks dapat dijelaskan melalui Cognitive Load Theory yang dikemukakan oleh (Richardo, 2021). Teori ini menjelaskan bahwa kapasitas memori kerja manusia bersifat terbatas, sehingga beban kognitif yang berlebihan dapat menghambat proses belajar. Salah satu jenis beban kognitif yang berpengaruh adalah beban kognitif ekstrinsik, yaitu beban yang muncul akibat penyajian informasi yang kurang efektif. Dalam konteks pembelajaran matematika di SMP Negeri 2 Satap Tilongkabila, beban ini terlihat dari penggunaan bahan ajar yang tidak menyajikan langkah penyelesaian secara lengkap. Hal tersebut memunculkan split-attention effect, di mana siswa harus membagi perhatian antara berbagai sumber informasi yang terpisah (Apiati & Hermanto, 2020), sehingga memori kerja lebih banyak digunakan untuk memahami format penyajian daripada membangun konsep.

Sebagai solusi terhadap permasalahan tersebut, pendekatan Worked Example dipandang efektif dalam mengurangi beban kognitif sekaligus meningkatkan pemahaman konsep (Irwansyah & Retnowati, 2019). Worked Example menyediakan contoh penyelesaian soal secara sistematis dan terstruktur sehingga siswa dapat mempelajari pola penyelesaian tanpa harus memulai dari nol. Meskipun demikian, penelitian terdahulu seperti Nurdiansyah dan Hariyadi (2020) masih terbatas pada penerapan model pembelajaran berbasis Cognitive Load Theory secara umum dan belum mengembangkan modul pembelajaran yang terstruktur dan terintegrasi secara komprehensif. Selain itu, integrasi antara Kurikulum Merdeka, Profil Pelajar Pancasila, serta pengembangan kemampuan berpikir kritis dalam satu perangkat ajar masih jarang dilakukan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan modul berbasis Cognitive Load

Theory dengan pendekatan Worked Example pada materi Penyajian Data kelas VII yang diharapkan dapat memfasilitasi kemampuan berpikir kritis siswa melalui desain pembelajaran yang sistematis, terstruktur, dan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran abad ke-21. Penelitian ini menggunakan model pengembangan ADDIE dan menghasilkan produk yang valid, praktis, serta efektif dalam mengurangi beban kognitif ekstrinsik dan meningkatkan kualitas pembelajaran.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan (Research and Development/R&D) yang bertujuan untuk menghasilkan produk berupa modul pembelajaran matematika berbasis Cognitive Load Theory dengan pendekatan Worked Example pada materi Penyajian Data kelas VII SMP. Model pengembangan yang digunakan adalah ADDIE yang terdiri atas lima tahapan sistematis, yaitu Analyze, Design, Development, Implementation, dan Evaluation (Sugiyono, 2020). Model ini dipilih karena bersifat sederhana, sistematis, dan adaptif dalam pengembangan perangkat pembelajaran sehingga memungkinkan produk yang dihasilkan dapat diuji kelayakan, kepraktisan, serta efektivitasnya secara bertahap (Damayanti et al., 2025).

Penelitian ini dilaksanakan di SMP Negeri 2 Satap Tilongkabila yang berlokasi di Jl. Kasmat Lamay, Desa Lonuo, Kecamatan Tilongkabila, Kabupaten Bone Bolango, Gorontalo. Sekolah ini dipilih berdasarkan pertimbangan bahwa belum terdapat penelitian serupa yang mengembangkan modul berbasis Cognitive Load Theory dengan pendekatan Worked Example pada konteks Kurikulum Merdeka dan Profil Pelajar Pancasila. Waktu pelaksanaan penelitian dilakukan pada semester genap tahun ajaran 2025/2026. Subjek penelitian terdiri atas siswa kelas VII SMP Negeri 2 Satap Tilongkabila, dengan keterlibatan guru matematika sebagai praktisi pembelajaran dalam tahap uji coba produk.

Prosedur pengembangan dilakukan mengikuti tahapan ADDIE. Pada tahap analisis, dilakukan identifikasi kebutuhan pembelajaran melalui analisis kurikulum, karakteristik peserta didik, dan materi pembelajaran. Analisis kurikulum difokuskan pada capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran yang relevan dengan materi Penyajian Data (Usman et al., 2025). Analisis karakteristik peserta didik dilakukan untuk mengidentifikasi pengetahuan awal, minat, serta gaya belajar siswa, sedangkan analisis materi digunakan untuk menentukan submateri yang sesuai dengan kompetensi yang dikembangkan. Pada tahap desain, dilakukan perancangan struktur modul, tujuan pembelajaran, materi, strategi penyajian Worked Example, serta penyusunan instrumen evaluasi pembelajaran.

Tahap pengembangan dilakukan dengan menyusun produk modul secara sistematis berdasarkan rancangan yang telah dibuat. Produk yang dihasilkan kemudian divalidasi oleh ahli materi dan ahli media melalui lembar validasi untuk menguji kelayakan isi, bahasa, penyajian, serta aspek desain (Machmud et al., 2022). Apabila ditemukan kekurangan, revisi dilakukan hingga produk memenuhi kriteria valid. Tahap implementasi dilakukan melalui uji coba terbatas pada kelompok kecil sebanyak 6 peserta didik, kemudian dilanjutkan uji coba kelompok besar sebanyak 30 peserta didik kelas VII. Pada tahap ini, respon siswa dan guru dikumpulkan untuk mengukur kepraktisan modul dalam proses pembelajaran. Tahap evaluasi dilakukan secara formatif dan sumatif untuk menilai efektivitas, kepraktisan, serta kelayakan akhir produk berdasarkan hasil validasi dan respon pengguna.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini meliputi observasi, angket validasi ahli, serta angket respon guru dan siswa (Majid et al., 2026). Observasi digunakan untuk memperoleh data awal terkait kondisi pembelajaran, karakteristik siswa, serta penggunaan bahan ajar di kelas. Angket validasi ahli digunakan untuk menilai kelayakan modul dari aspek materi dan media, sedangkan angket respon digunakan untuk mengukur tingkat kepraktisan serta penerimaan pengguna terhadap modul yang dikembangkan. Selain itu, indikator kemampuan berpikir kritis mengacu pada (Syarifuddin et al., 2025) yang meliputi interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, dan eksplanasi sebagai dasar dalam pengukuran ketercapaian kemampuan berpikir kritis siswa.

Instrumen penelitian yang digunakan meliputi lembar validasi ahli materi dan ahli media serta angket respon siswa dan guru. Lembar validasi ahli materi mencakup aspek kelayakan isi, penyajian, kebahasaan, dan kesesuaian model Cognitive Load Theory dengan Worked Example (Hadi, 2022). Sementara itu, lembar validasi ahli media menilai aspek ukuran modul, desain sampul, desain isi, dan kesesuaian media dengan prinsip Cognitive Load Theory. Angket respon siswa digunakan untuk mengukur kemenarikan, kemudahan pemahaman, motivasi belajar, serta kemampuan modul dalam memfasilitasi berpikir kritis, sedangkan angket guru digunakan untuk menilai kepraktisan dari aspek materi, desain, bahasa, dan fungsi pembelajaran.

Teknik analisis data dilakukan secara kuantitatif deskriptif. Analisis validitas dilakukan menggunakan skala Likert dengan rentang 1–5 untuk mengukur kelayakan produk, kemudian dihitung menggunakan persentase kelayakan. Produk dinyatakan valid apabila memperoleh kategori minimal “valid” atau “sangat valid” (Astuti, 2021). Analisis kepraktisan dilakukan berdasarkan angket respon guru dan siswa

dengan menggunakan skala Likert 1–4, kemudian dikonversi ke dalam persentase untuk menentukan kategori kepraktisan. Produk dinyatakan praktis apabila memperoleh kategori minimal “praktis” atau “sangat praktis” serta respon siswa berada pada kategori positif (Suseno et al., 2020; Hodiyanto et al., 2020). Hasil analisis ini digunakan sebagai dasar dalam revisi dan penyempurnaan produk akhir sebelum dinyatakan layak digunakan dalam pembelajaran.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan produk berupa modul ajar berbasis Cognitive Load Theory dengan pendekatan Worked Example pada materi Penyajian Data kelas VII SMP. Proses pengembangan dilakukan mengikuti model ADDIE yang meliputi tahap analisis (analysis), desain (design), pengembangan (development), implementasi (implementation), dan evaluasi (evaluation). Hasil penelitian disajikan secara sistematis berdasarkan setiap tahapan tersebut.

3.1 Hasil Tahap Analisis (Analysis)

Tahap analisis dilakukan pada bulan September 2025 hingga Januari 2026 melalui kegiatan analisis kurikulum, karakteristik siswa, dan materi pembelajaran. Hasil analisis kurikulum menunjukkan bahwa sekolah menggunakan Kurikulum Merdeka berbasis deep learning dengan materi matematika kelas VII semester genap meliputi rasio, aritmatika sosial, garis dan sudut, serta penyajian data. Pembelajaran yang berlangsung masih didominasi pendekatan konvensional dengan penggunaan buku paket yang berfokus pada penyajian materi singkat dan latihan prosedural.

Hasil analisis karakteristik siswa menunjukkan bahwa kelas VII terdiri atas 29 siswa dengan heterogenitas kemampuan akademik. Distribusi kemampuan siswa disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Distribusi Kemampuan Akademik Siswa Kelas VII

Kategori Kemampuan	Jumlah Siswa	Karakteristik Utama
Tinggi	7	Mampu memahami konsep, aktif, menyelesaikan soal rutin dan non-rutin secara mandiri
Sedang	15	Mampu menyelesaikan soal rutin, kesulitan pada soal berpikir kritis
Rendah	7	Kesulitan konsep dasar, kurang percaya diri, cenderung pasif

Berdasarkan hasil observasi, sebagian besar siswa mengalami beban kognitif yang tinggi ketika menghadapi soal kompleks tanpa tahapan penyelesaian yang jelas. Kondisi ini ditandai dengan kebingungan dalam memulai penyelesaian dan ketergantungan pada bantuan guru.

Hasil analisis materi menunjukkan bahwa materi Penyajian Data memiliki struktur bertahap yang meliputi pengumpulan data, penyajian dalam tabel, diagram batang, diagram lingkaran, dan grafik garis. Materi ini disusun dalam 8 JP (4 pertemuan), dengan capaian pembelajaran mencakup penyajian data dalam berbagai bentuk serta kemampuan interpretasi data.

3.2 Hasil Tahap Desain (Design)

Pada tahap desain, dihasilkan rancangan awal modul ajar berbasis Cognitive Load Theory dengan pendekatan Worked Example. Modul dirancang terdiri atas bagian awal, inti, dan akhir pembelajaran. Bagian awal meliputi sampul, kata pengantar, daftar isi, petunjuk penggunaan, peta konsep, serta capaian pembelajaran.

Bagian inti modul terdiri atas penyajian materi bertahap, worked example, completion problem, dan latihan “Ayo Berpikir Kritis”. Penyajian materi disusun secara sistematis dari konsep sederhana menuju kompleks untuk mengurangi beban kognitif siswa. Worked example disusun dalam bentuk contoh penyelesaian soal secara lengkap dan bertahap, sedangkan completion problem diberikan untuk melatih transisi menuju kemandirian belajar.

Bagian akhir modul terdiri atas rangkuman, tes formatif, dan daftar pustaka. Tes formatif dirancang untuk mengukur penguasaan materi sekaligus memuat indikator berpikir kritis.

3.3 Hasil Tahap Pengembangan (Development)

Tahap pengembangan menghasilkan produk modul ajar yang siap diuji validitasnya. Produk dikembangkan sesuai rancangan dan melalui revisi berdasarkan masukan dosen pembimbing dan guru matematika.

3.3.1 Hasil Validasi Ahli Materi

Validasi ahli materi dilakukan oleh dua validator. Hasil validasi disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Validasi Ahli Materi

Validator	Skor
I	120
II	116

Validator	Skor
Skor Total Aktual	236
Kategori	Sangat Valid

Berdasarkan hasil tersebut, modul ajar dinyatakan memenuhi kategori sangat valid dari aspek materi.

3.3.2 Hasil Validasi Ahli Media

Validasi ahli media dilakukan oleh dua validator. Hasil disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Validasi Ahli Media

Validator	Skor
I	89
II	77
Skor Total Aktual	166
Kategori	Valid

Berdasarkan hasil tersebut, modul ajar dinyatakan memenuhi kategori valid dari aspek media.

3.3.3 Revisi Produk

Revisi produk dilakukan berdasarkan masukan validator yang mencakup perbaikan kalimat, penyesuaian istilah matematika, perbaikan grafik dengan penambahan satuan, penyesuaian konteks soal, penambahan kunci jawaban, perbaikan desain (transparansi gambar, warna teks, spasi), serta perbaikan data pada diagram dan penambahan sampul belakang.

3.4 Hasil Tahap Implementasi (Implementation)

Tahap implementasi dilakukan melalui uji coba kelompok kecil dan uji coba terbatas.

3.4.1 Uji Coba Kelompok Kecil

Uji coba kelompok kecil melibatkan 6 siswa kelas VII. Hasil observasi menunjukkan bahwa siswa dapat mengikuti pembelajaran secara sistematis melalui penggunaan modul. Penyajian worked example membantu siswa memahami langkah penyelesaian soal secara bertahap. Data respon siswa dikumpulkan melalui angket kepraktisan.

3.4.2 Uji Coba Terbatas

Uji coba terbatas melibatkan 27 siswa kelas VII. Pada tahap ini, siswa menggunakan modul secara mandiri dalam pembelajaran. Aktivitas pembelajaran meliputi membaca materi, mempelajari worked example, mengerjakan completion problem, dan latihan berpikir kritis. Guru dan siswa kemudian mengisi angket kepraktisan.

3.4.3 Hasil Uji Kepraktisan

Hasil uji kepraktisan oleh guru disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Kepraktisan oleh Guru

Aspek	Skor	Skor Maksimum	Persentase	Kategori
Materi	19	20	95%	Sangat Praktis
Desain	12	12	100%	Sangat Praktis
Bahasa	24	24	100%	Sangat Praktis
Kemampuan berpikir kritis	20	20	100%	Sangat Praktis
Jumlah	75	76	98%	Sangat Praktis

Hasil angket respon siswa menunjukkan persentase sebesar 86% dengan kategori sangat positif.

3.5 Hasil Tahap Evaluasi (Evaluation)

Tahap evaluasi dilakukan secara formatif melalui validasi ahli dan uji coba pengguna. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa modul ajar memperoleh kategori sangat valid berdasarkan ahli materi dan kategori valid berdasarkan ahli media. Selain itu, hasil uji kepraktisan menunjukkan kategori sangat praktis berdasarkan respon guru serta respon siswa berada pada kategori sangat positif.

Berdasarkan seluruh tahapan pengembangan, diperoleh temuan bahwa modul ajar berbasis Cognitive Load Theory dengan pendekatan Worked Example telah memenuhi kriteria validitas dan kepraktisan berdasarkan hasil validasi ahli serta uji coba pengguna pada siswa kelas VII SMP Negeri 2 Satap Tilongkabila.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengembangan modul ajar berbasis Cognitive Load Theory dengan pendekatan Worked Example memberikan kontribusi signifikan dalam mengorganisasi proses pembelajaran matematika pada materi Penyajian Data kelas VII. Secara konseptual, temuan ini mengonfirmasi bahwa desain pembelajaran yang mempertimbangkan keterbatasan kapasitas memori kerja siswa berperan penting dalam mengoptimalkan proses pemahaman konsep dan pengembangan kemampuan

berpikir kritis. Kondisi pembelajaran awal yang masih didominasi pendekatan konvensional tanpa pengelolaan beban kognitif terbukti menimbulkan kesulitan siswa dalam menyelesaikan soal non-rutin, yang pada akhirnya menghambat perkembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi.

Temuan tersebut selaras dengan Cognitive Load Theory yang menegaskan bahwa kelebihan beban kognitif dapat mengganggu proses pembelajaran dan menurunkan efektivitas pemrosesan informasi (Yohanes & Yusuf, 2021). Dalam konteks penelitian ini, tingginya beban kognitif pada siswa muncul akibat pemberian soal kompleks tanpa dukungan contoh penyelesaian yang terstruktur. Kondisi ini menyebabkan siswa kesulitan membangun skema pengetahuan secara mandiri. Dengan demikian, hasil penelitian ini memperkuat asumsi teoritis bahwa pengelolaan beban kognitif merupakan prasyarat penting dalam pembelajaran matematika, khususnya pada materi yang bersifat hierarkis seperti penyajian data.

Pemilihan pendekatan Worked Example dalam penelitian ini terbukti relevan secara pedagogis karena mampu mengarahkan perhatian siswa pada struktur penyelesaian masalah secara sistematis. Penyajian langkah penyelesaian yang lengkap memungkinkan siswa memfokuskan sumber daya kognitif pada pola dan hubungan antar konsep, bukan pada pencarian prosedur secara acak. Hal ini mendukung temuan (Hafidhoh et al., 2026) yang menyatakan bahwa Worked Example dapat mengarahkan perhatian siswa pada strategi pemecahan masalah yang lebih terstruktur. Selain itu, penggunaan completion problem sebagai tahap transisi juga memperkuat proses internalisasi pengetahuan, karena siswa secara bertahap diarahkan menuju kemandirian berpikir.

Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa struktur materi penyajian data yang bersifat hierarkis sangat mendukung implementasi pendekatan bertahap dalam modul. Hal ini sejalan dengan pandangan (Borahima & Retnowati, 2023) yang menegaskan bahwa completion problem berfungsi sebagai jembatan dari pembelajaran berbasis contoh menuju pemecahan masalah mandiri. Dengan demikian, desain modul yang dikembangkan tidak hanya berorientasi pada penyampaian materi, tetapi juga pada pengaturan progresivitas kognitif siswa, sehingga pembelajaran berlangsung secara lebih terarah dan terkontrol.

Integrasi indikator berpikir kritis dalam modul juga memberikan kontribusi terhadap penguatan aspek kognitif tingkat tinggi. Indikator seperti interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, dan eksplanasi memungkinkan aktivitas belajar tidak hanya berhenti pada hasil akhir, tetapi juga menekankan proses penalaran. Temuan ini memperkuat pandangan (Sapitri & Meiliasari, 2026) yang menyatakan bahwa pengembangan kemampuan berpikir kritis dalam pembelajaran matematika harus diintegrasikan secara eksplisit dalam desain pembelajaran agar siswa terbiasa melakukan proses berpikir tingkat tinggi secara sistematis.

Dari sisi pengembangan produk, hasil validasi ahli menunjukkan bahwa modul berada pada kategori valid hingga sangat valid. Hal ini menunjukkan bahwa secara akademik, isi materi, struktur penyajian, dan kesesuaian dengan Kurikulum Merdeka telah memenuhi standar pengembangan bahan ajar. Validitas yang tinggi pada aspek materi menunjukkan bahwa integrasi konsep matematika dan indikator berpikir kritis telah tersusun secara konsisten. Sementara itu, validitas pada aspek media menunjukkan bahwa desain visual dan tata letak telah cukup mendukung prinsip Cognitive Load Theory, meskipun masih diperlukan beberapa perbaikan teknis untuk meningkatkan keterbacaan dan konsistensi visual.

Perbedaan tingkat validitas antara ahli materi dan ahli media menunjukkan bahwa aspek representasi visual dalam pembelajaran berbasis Cognitive Load Theory memerlukan perhatian khusus. Hal ini mengindikasikan bahwa pengelolaan beban kognitif tidak hanya bergantung pada isi materi, tetapi juga pada cara informasi disajikan secara visual. Revisi yang dilakukan, seperti penyederhanaan bahasa, penyesuaian istilah matematis, serta perbaikan tata letak, menunjukkan bahwa kualitas desain instruksional bersifat dinamis dan memerlukan penyesuaian berbasis umpan balik ahli.

Pada tahap implementasi, hasil uji coba menunjukkan bahwa modul dapat digunakan secara efektif oleh siswa dengan berbagai tingkat kemampuan. Penyajian worked example yang sistematis terbukti membantu siswa memahami alur penyelesaian masalah tanpa mengalami kebingungan yang berlebihan. Hal ini menunjukkan bahwa desain pembelajaran yang memperhatikan beban kognitif mampu meningkatkan aksesibilitas materi bagi siswa dengan kemampuan heterogen. Temuan ini juga memperkuat efektivitas pendekatan bertahap dalam mendukung pembelajaran yang inklusif.

Tingginya tingkat kepraktisan berdasarkan respon guru dan siswa menunjukkan bahwa modul tidak hanya layak secara teoritis, tetapi juga fungsional dalam konteks pembelajaran nyata. Guru menilai bahwa modul mudah digunakan, sistematis, dan mampu mendukung proses pembelajaran berbasis berpikir kritis. Sementara itu, siswa memberikan respons positif terhadap aspek keterbacaan, kemenarikan, dan kemudahan memahami materi. Temuan ini sejalan dengan (Senjayawati et al., 2023) yang menyatakan bahwa desain pembelajaran berbasis Cognitive Load Theory yang sesuai dengan kemampuan awal siswa cenderung lebih efektif dan memberikan pengalaman belajar yang lebih baik.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi Cognitive Load Theory dengan pendekatan Worked Example dalam pengembangan modul pembelajaran matematika memberikan

dampak positif terhadap kualitas proses pembelajaran. Modul yang dikembangkan tidak hanya berfungsi sebagai media penyampaian materi, tetapi juga sebagai instrumen yang mengatur beban kognitif siswa secara sistematis, sehingga memungkinkan pengembangan kemampuan berpikir kritis secara bertahap dan terstruktur. Dengan demikian, temuan ini memperkuat posisi pendekatan berbasis pengelolaan beban kognitif sebagai salah satu strategi pembelajaran yang relevan dalam konteks pendidikan abad ke-21.

4. KESIMPULAN DAN SARAN/REKOMENDASI

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pengembangan modul ajar berbasis Cognitive Load Theory dengan pendekatan Worked Example pada materi Penyajian Data kelas VII SMP Negeri 2 Satap Tilongkabila telah memenuhi kriteria kelayakan dan kepraktisan untuk digunakan dalam pembelajaran matematika. Modul yang dikembangkan mampu mengorganisasi penyajian materi secara sistematis melalui tahapan worked example, completion problem, dan latihan berpikir kritis sehingga proses pembelajaran menjadi lebih terstruktur dan sesuai dengan prinsip pengelolaan beban kognitif. Dengan demikian, modul tersebut dinyatakan layak digunakan sebagai bahan ajar yang mendukung pembelajaran berbasis berpikir kritis pada siswa kelas VII.

4.2 Saran/Rekomendasi

Berdasarkan hasil penelitian, beberapa rekomendasi dapat diberikan sebagai berikut. Guru matematika disarankan untuk mengimplementasikan modul berbasis Cognitive Load Theory dengan pendekatan Worked Example secara konsisten dalam pembelajaran, khususnya pada materi Penyajian Data, serta memastikan siswa memahami alur penggunaan modul agar proses belajar mandiri dapat berlangsung secara optimal. Siswa dianjurkan untuk mengikuti tahapan pembelajaran dalam modul secara sistematis, mulai dari memahami worked example, menyelesaikan completion problem, hingga mengerjakan latihan berpikir kritis, sehingga kemampuan analitis dan evaluatif dapat berkembang secara bertahap.

Pihak sekolah diharapkan dapat mendukung pemanfaatan modul ini sebagai alternatif bahan ajar berbasis teori pembelajaran kognitif dalam rangka meningkatkan kualitas pembelajaran matematika. Selain itu, bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk mengembangkan penelitian lanjutan yang tidak hanya berfokus pada kevalidan dan kepraktisan, tetapi juga menguji efektivitas modul terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa melalui desain eksperimen. Penelitian lanjutan juga dapat memperluas penerapan pada materi atau jenjang yang berbeda serta mengintegrasikan media pembelajaran berbasis teknologi digital guna lebih meminimalkan beban kognitif ekstrinsik dalam pembelajaran modern.

REFERENSI

- Apiati, V., & Hermanto, R. (2020). Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik dalam Memecahkan Masalah Matematik Berdasarkan Gaya Belajar. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 9(1), 167–178.
- Astuti. (2021). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Problem Based Learning (PBL) untuk Kelas VII SMP/MTs Mata Pelajaran Matematika. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 05(02), 1011–1024.
- Borahima, D. Q. P. M., & Retnowati, E. (2023). Pengaruh Pendekatan Faded Example Secara Kolaboratif Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Dan Cognitive Load. *Jurnal Pengembangan Pembelajaran Matematika (JPPM)*, 5(2), 103–116.
- Damayanti, T., Takaendengan, B. R., Wungguli, D., Tambiyo, K., & Ekaputri Utina, E. (2025). Development of “Stafolding”: A Computer-Based Scaffolding Interactive Learning Media to Enhance Students’ Mathematical Problem-Solving Ability. *Jambura Journal of Mathematics Education*, 6(2), 94–109. <http://ejurnal.ung.ac.id/index.php/jmatheduDOI:https://doi.org/10.37905/jmathedu.v6i2.34648>
- Hadi, W. (2022). *Pengembangan Bahan Ajar Matematika Berbasis Cognitive Load Theory Tipe Worked Example Berorientasi Pada Hasil Belajar Dan Kepercayaan Diri Siswa*.
- Hafidhoh, R., Anwar, C., Firdos, H., & Mutaqin, A. (2026). The Effect of Worked-Examples on Students’ Learning Outcomes in Complex Mathematics Materials. *Edumatica: Jurnal Pendidikan Matematik*, 16(1), 73–87.
- Hodiyanto, Darma, Y., & Putra, S. R. S. (2020). Pengembangan media pembelajaran berbasis macromeida flash bermuatan problem posing terhadap kemampuan pemecahan masalah matematis. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 9(2), 323–333.
- Horbo, B. M. R. (2023). Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Learning Cycle untuk Meningkatkan Hasil Belajar Matematika Siswa Kelas VIII SMP Kabupaten Tapanuli Utara. *EDUKASIA: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 4(2), 1767–1774.
- Irwansyah, M. F., & Retnowati, E. (2019). Efektivitas worked example dengan strategi pengelompokan siswa ditinjau dari kemampuan pemecahan masalah dan cognitive load. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*,

- 6(1), 62–74.
- Machmud, T., Sartika, S., Achmad, N., & Artikel, I. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Articulate Storyline Materi Statistika dan Peluang Kelas VIII SMP Development of Media Learning Based on Articulate Storyline Statistical. *Vygotsky: Jurnal Pendidikan Matematika Dan Matematika*, 4(2), 67–78.
- Majid, Takaendengan, B. R., & Podungge, R. P. (2026). Uji Kevalidan Dan Kepraktisan LKPD Berbasis Pendekatan Open-Ended Problem Materi SPLDV Kelas VIII di SMPN 2 Telaga Biru. *JP2M (Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Matematika)*, 12(1), 559-567.
- Nurdiansyah, E., & Hariyadi, S. (2020). Pengaruh model example non example berbasis cognitive load theory terhadap hasil belajar siswa. *Jurnal Inovasi Pendidikan*, 15(3), 145–156.
- Richardo, R. (2021). Strategi meminimalkan beban kognitif eksternal dalam pembelajaran matematika berdasarkan load cognitive theory. *Humanika, Kajian Ilmiah Mata Kuliah Umum*, 21(1), 17–32. <https://doi.org/10.21831/hum.v21i1>.
- Sapitri, D., & Meiliasari. (2026). Systematic Literature Review: Kemampuan Berpikir Kritis dalam Pembelajaran Matematika. *Jurnal Gammath*, 11, 20–36.
- Senjayawati, E., Akbar, E. R., & Fauziyyah, H. (2023). Pengembangan Modul Ajar Geometri Analitik Berbasis Cognitive Load Theory Untuk Meningkatkan Berpikir Reflektif Matematik Mahasiswa. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 12(1), 1074–1084.
- Sugiyono. (2020). *Metode penelitian dan pengembangan (Research and Development)*. Alfabeta.
- Suseno, P. U., Ismail, Y., & Ismail, S. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Matematika Video Interaktif berbasis Multimedia. *JAMBURA JOURNAL OF MATHEMATICS EDUCATION*, 1(2), 59–74.
- Syarifuddin, F. A., Anwar, L., & Sulandra, I. M. (2025). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa dalam Memecahkan Masalah Fungsi Kuadrat. *JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)*, 9(3), 200–211.
- Takaendengan, B. R., Nuha, A. R., Lasantu, P., Kundju, A. R., Matematika, J., Mipa, F., Gorontalo, U. N., Prof, J., Habibie, I. B. J., & Bolango, B. (2025). *Integrasi Prinsip Universal Design for Learning (UDL) Pada E-Modul Matematika Berbasis Problem-Based Learning Di Kelas VII SMP*. 6(2), 138–148.
- Usman, K., Ibrahim, N. M., Takaendengan, B. R., & Pauweni, K. A. Y. (2025). Pengembangan E-Lkpd Berbasis Pendekatan Saintifik Pada Materi Sistem Persamaan Linear Tiga Variabel. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 14(1), 29–37.
- Yohanes, B., & Yusuf, F. I. (2021). Teori Beban Kognitif: Peta Kognitif Dalam Pemecahan Masalah Pada Matematika Sekolah. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 10(4), 2215–2224.