

Pengembangan E-modul Interaktif Berbasis *Cognitive Load Theory* untuk Meningkatkan Hasil Belajar dan Mengelola Beban Kognitif

Afifah Nurfadilah¹, Rizki Hikmawan^{2*}, Hartini³

^{1,2}Program Studi Pendidikan Sistem dan Teknologi Informasi, Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia.

³SMK Negeri 1 Purwakarta, Indonesia

*Corresponding Author: hikmariz@upi.edu

Dikirim: 15-03-2026; Direvisi: 25-03-2026; Diterima: 01-04-2026

Abstrak: Pendidikan vokasi di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) menuntut pembelajaran yang mampu mendukung penguasaan kompetensi kerja sekaligus mendorong kemandirian belajar peserta didik. Temuan ini bertujuan mengembangkan dan melakukan analisis penggunaan e-modul interaktif berbasis *Cognitive load Theory* dalam mendukung proses pembelajaran. Studi ini menerapkan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan desain pre-eksperimental tipe *one-shot case study* pada 37 peserta didik kelas X di salah satu Sekolah Menengah Kejuruan di kabupaten Purwakarta. Sampel penelitian ditentukan menggunakan Teknik sampling jenuh, yaitu seluruh peserta didik dalam satu kelas dijadikan sampel penelitian. Data dikumpulkan menggunakan tes hasil belajar, angket beban kognitif, pengamatan, serta wawancara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 89% peserta didik sudah mencapai ketuntasan belajar dengan nilai rata-rata 91,03 dan hasil uji binomial menunjukkan nilai signifikansi $p < 0,001$. Selain itu, pengukuran beban kognitif menunjukkan *Intrinsic Cognitive Load* dikategorikan rendah dengan nilai mean 2,3459, *Extraneous Cognitive Load* dikategorikan sangat rendah dengan nilai mean 1,3946, dan *Germane Cognitive Load* berkategori sangat tinggi dengan nilai mean 3,5459. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa e-modul yang dikembangkan mampu mengelola beban kognitif peserta didik secara efektif sehingga dapat mendukung proses pembelajaran secara lebih optimal. Ke depan, penelitian serupa dapat dikembangkan dengan melibatkan cakupan materi yang lebih luas, jumlah peserta didik yang lebih beragam, serta menggabungkan berbagai fitur pembelajaran digital lainnya agar dapat berperan lebih luas dalam perbaikan mutu pembelajaran.

Kata Kunci: E-modul Interaktif; *Cognitive Load Theory*; Beban Kognitif; Kompetensi Kerja.

Abstract: Vocational education in Vocational High Schools (SMK) requires a learning approach that supports the mastery of work competencies while fostering students' independent learning. This study aims to develop and analyze the use of interactive e-modules based on *Cognitive Load Theory* to support the learning process. This study employs a descriptive quantitative approach with a *one-shot case study* pre-experimental design involving 37 tenth-grade students at a vocational high school in Purwakarta Regency. The research sample was determined using a saturation sampling technique, meaning all students in a single class were included as the research sample. Data were collected using achievement tests, cognitive load questionnaires, observations, and interviews. The results showed that 89% of students achieved learning mastery with an average score of 91.03, and the binomial test results indicated a significance level of $p < 0.001$. Additionally, cognitive load measurements indicated that *the Intrinsic Cognitive Load* was categorized as low with a mean value of 2.3459, *the Extraneous Cognitive Load* was categorized as very low with a mean value of 1.3946, and *the Germane Cognitive Load* was categorized as very high with a mean value of 3.5459. These findings indicate that the developed e-module is capable of effectively managing students' cognitive load, thereby supporting the learning process more

optimally. Moving forward, similar research can be conducted by covering a broader range of subject matter, involving a more diverse group of students, and incorporating various other digital learning features to play a broader role in improving the quality of learning.

Keywords: Interactive E-module; *Cognitive Load Theory*; Cognitive Load; Work Competency.

PENDAHULUAN

Pendidikan vokasi Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) bertujuan membentuk lulusan yang mempunyai kompetensi teknis yang sesuai dengan kebutuhan dunia kerja. Kompetensi kerja yang optimal menggambarkan penyelenggaraan Pendidikan profesional yang baik yang berorientasi pada pembelajaran siswa dalam lingkungan kerja yang sesuai dengan standar industri (Rini et al., 2024). Kompetensi kerja tidak hanya dimaknai sebagai penguasaan keterampilan teknis, namun juga mencakup kemampuan berpikir kritis, bersikap, serta bertindak secara profesional dalam memecahkan masalah (Suparyati & Habsya, 2024). Seiring dengan dinamika dunia kerja yang semakin kompleks serta berbasis teknologi, orientasi kompetensi kerja cenderung bergeser ke arah penguatan kemampuan pemecahan masalah dan berpikir tingkat tinggi, berpikir tingkat tinggi dapat dicapai melalui bantuan yang secara teoritis selaras dengan proses pembelajaran *self-regulated learning* dan *pendekatan assessment as learning* yang menempatkan proses belajar sebagai bagian integral dalam pencapaian kompetensi, tidak hanya berorientasi pada hasil akhir semata.

Self-Regulated Learning menurut (Zimmerman, 2002) sebagai suatu proses aktif dan membangun, di mana siswa menentukan tujuan pembelajaran serta mengawasi bahkan melaksanakan pengendalian kognisi, motivasi, serta perilakunya sendiri dalam mencapai tujuan belajarnya. Proses ini menempatkan peserta didik sebagai subjek utama pembelajaran yang secara sadar mengelola strategi belajar dan melakukan refleksi terhadap capaian belajarnya. Sejalan dengan pendekatan *assessment as learning* penilaian bukan sekadar berfungsi sebagai instrumen hasil belajar, namun juga media bagi peserta didik untuk melakukan monitoring dan koreksi diri secara mandiri dengan menjadikan tujuan belajar sebagai tolak ukur pencapaian (Anisah, 2021).

Sejalan dengan perkembangan teknologi, berbagai bahan ajar kini dikembangkan dalam bentuk digital sebagai alternatif pembelajaran. Hal ini didukung oleh penelitian yang membuktikan penggunaan media pembelajaran berbasis teknologi dapat menghasilkan pengalaman belajar yang lebih menyenangkan dan interaktif (Lutfiyatus Sholikhah et al., 2026). Media pembelajaran bukan sekadar membantu penyampaian materi saja, melainkan juga berperan dalam meningkatkan efektivitas pembelajaran serta pencapaian tujuan belajar secara optimal (Diana et al., 2025). Salah satu media yang bisa dimanfaatkan dalam proses belajar yaitu e-modul (Lastri, 2023). E-modul merupakan bahan ajar digital yang dirancang terstruktur serta interaktif untuk memfasilitasi peserta didik dalam memahami materi pembelajaran secara mandiri dan sistematis (Vini et al., 2025). Namun demikian, meskipun e-modul telah banyak dikembangkan, penggunaannya dalam praktik pembelajaran dan mempertimbangkan beban kognitif yang dialami peserta didik masih relatif terbatas. Dalam pembelajaran berbasis e-modul, pengelolaan materi perlu memperhatikan prinsip *Cognitive Load Theory* agar tidak melebihi kapasitas memori kerja peserta didik (Faudzi et al., 2024). Sejalan



pandangan Faidah et al., (2025) bahwa pemanfaatan e-modul masih belum sepenuhnya optimal. Temuan ini diperkuat oleh hasil observasi awal yang dilaksanakan di salah satu SMK di kota Purwakarta menunjukkan bahwa e-modul belum banyak dimanfaatkan untuk mendukung proses pembelajaran.

Pemanfaatan e-modul dalam pembelajaran seharusnya bukan hanya bertindak sebagai media untuk menyampaikan materi saja, melainkan juga media yang mendukung kemandirian belajar serta kemampuan pemecahan masalah peserta didik. Sejalan dengan penelitian Rienovita et al., (2023), e-modul dalam pembelajaran bukan sekadar dimanfaatkan sebagai media penyampaian materi, melainkan juga dirancang untuk mendorong pengembangan *self-regulated learning* peserta didik. Namun, sejauh telaah literatur menunjukkan bahwa penerapan *self-regulated learning* dan pendekatan *assessment as learning* dalam pengembangan e-modul masih relatif terbatas. Penilaian pembelajaran masih cenderung berorientasi pada hasil akhir, sementara proses belajar dan beban kognitif peserta didik masih belum sepenuhnya diperhatikan dalam sistem penilaian yang diterapkan. Kondisi ini didukung oleh temuan Fasa Nur Fauzan & Arwin Dermawan, (2023) yang menunjukkan bahwa pengembangan e-modul pada pembelajaran di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) umumnya masih berfokus pada aspek respons siswa dan pencapaian hasil belajar, sedangkan kajian terhadap proses belajar, dan beban kognitif peserta didik masih relatif terbatas. Padahal, dalam pembelajaran digital, desain e-modul yang tidak terstruktur dan tidak sesuai dengan karakteristik belajar peserta didik dapat menimbulkan beban kognitif eksternal yang berlebihan sehingga menghambat pemahaman materi (Skulmowski & Xu, 2022).

Oleh karena itu, Tujuan penelitian ini menghadirkan suatu inovasi melalui pengembangan media pembelajaran berupa e-modul yang bukan hanya dirancang untuk mendukung pencapaian hasil belajar, tetapi juga efisien dalam mengelola beban kognitif peserta didik serta dirancang secara interaktif yang berorientasi pada penilaian proses pembelajaran. Urgensi penelitian ini didasarkan pada masih ditemukannya penggunaan media pembelajaran yang belum memperhatikan pengelolaan beban kognitif siswanya yang menimbulkan adanya beban kognitif yang tidak relevan dan menghambat proses belajar peserta didiknya. Melalui pengelolaan beban kognitif yang tepat dan penerapan *self-regulated learning* serta *assessment as learning*, e-modul diharapkan mampu memfasilitasi pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan pemecahan masalah, serta membentuk kompetensi kerja peserta didik vokasi secara lebih optimal dan berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Dalam rangka mencapai tujuan penelitian, temuan ini menerapkan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan desain pre-eksperimental tipe *one shot case study*. Desain ini diterapkan dengan memberikan perlakuan berupa penggunaan e-modul interaktif kepada satu kelompok peserta didik, kemudian dilanjutkan dengan pengukuran hasil belajar dan beban kognitif setelah perlakuan diberikan. Desain penelitian ini digambarkan dengan pola X – O, dimana X merupakan perlakuan berupa pembelajaran menggunakan e-modul, sedangkan O merupakan pengukuran hasil belajar dan beban kognitif peserta didik setelah perlakuan. Hal ini sejalan dengan pendapat Sugiyono (2013, sebagaimana dikutip dalam Aini et al., 2024) yang menjelaskan bahwa salah satu bentuk desain penelitian eksperimen di antaranya



yaitu *one-shot case study*, di mana terdapat satu kelompok yang dikenai perlakuan dan kemudian hasilnya diamati. Sebelum diimplementasikan kepada peserta didik, e-modul yang dikembangkan terlebih dahulu melalui tahap validasi ahli untuk memastikan kelayakan isi dan tampilan produk. Validasi ahli dilaksanakan oleh ahli materi dan ahli media. Data yang dikumpulkan bersifat deskriptif kualitatif dan dianalisis untuk mengidentifikasi saran serta perbaikan yang di perlukan sebelum e-modul digunakan dalam pembelajaran.

Penelitian berlangsung di salah satu SMK di Kabupaten Purwakarta dengan subjek penelitian peserta didik kelas X (satu kelas). Sampel penelitian ditentukan melalui Teknik sampling jenuh, yaitu semua peserta didik dalam satu kelas ditetapkan sebagai sampel penelitian. Pemilihan teknik tersebut karena penelitian hanya melibatkan satu kelas sebagai subjek perlakuan, serta untuk memperoleh Gambaran hasil belajar dan beban kognitif secara menyeluruh pada kelas yang diteliti. Proses pembelajaran dilakukan selama dua pertemuan dengan menggunakan e-modul yang terdiri atas tiga modul pembelajaran dengan materi yang berbeda. Pada pertemuan pertama, peserta didik mempelajari dua modul pembelajaran, sedangkan pada pertemuan kedua peserta didik mempelajari modul ketiga. Setiap modul dilengkapi kuis singkat sebagai evaluasi formatif. Setelah seluruh modul diberikan, peserta didik mengerjakan tes evaluasi akhir (posttest) untuk mengukur pemahaman setelah penggunaan e-modul. Berupa soal pilihan ganda, yaitu 15 soal pada pertemuan pertama dan 10 soal pada pertemuan kedua. Tabel indikator soal disusun untuk memastikan kesesuaian antara soal, materi dan tingkat kognitif. Skala penilaian hasil belajar mengacu pada Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia No. 104 Tahun 2014 tentang Penilaian Hasil Belajar oleh Pendidik pada Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah.

Tabel 1. Kriteria Kategori Hasil Belajar

No	Rentang angka	Huruf
1	Sangat Baik	86-100
2	Baik	71-85
3	Cukup	56-70
4	Kurang	≤ 55

(Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, 2014).

Tabel 2. Indikator Soal Hasil Belajar

No	Indikator	Materi	Level Kognitif	No Soal
1	Menjelaskan fungsi aplikasi	Cisco Packet Tracer	C2	1
2	Mengidentifikasi perangkat jaringan LAN	Switch	C2	2
3	Menentukan jenis kabel jaringan	Kabel jaringan	C3	3
4	Menjelaskan mode simulasi jaringan	Cisco Packet Tracer	C2	4
5	Menentukan perintah uji koneksi jaringan	Perintah jaringan	C3	5
6	Menjelaskan fungsi router	Router	C2	6
7	Menganalisis troubleshooting	Konfigurasi IP	C4	7
8	Menentukan konfigurasi IP	Setting IP	C3	8
9	Mengidentifikasi perangkat IP otomatis	DHCP Server	C2	9
10	Menafsirkan indikator koneksi jaringan	Status jaringan	C2	10
11	Menjelaskan konsep K3LH	K3LH	C2	11
12	Menjelaskan tujuan penerapan K3	K3	C2	12
13	Menentukan tindakan keselamatan kerja	Penanganan kebakaran	C3	13
14	Menentukan sikap kerja	Kesehatan kerja	C2	14



15	Menganalisis prosedur keselamatan kerja	K3 pekerjaan lapangan	C4	15
16	Mengidentifikasi alat pelindung diri (APD)	APD	C2	16
17	Menganalisis risiko lingkungan kerja	Keselamatan kerja	C4	17
18	Menganalisis dampak K3	Risiko kerja	C4	18
19	Menjelaskan perangkat RouterBoard Mikrotik	Mikrotik	C2	19
20	Menentukan IP default	Konfigurasi dasar Mikrotik	C2	20
21	Menjelaskan fungsi router Mikrotik	Routing	C2	21
22	Menentukan menu konfigurasi IP	RouterOS	C3	22
23	Menentukan tools pengecekan koneksi	Mikrotik	C3	23
24	Menjelaskan fungsi NAT	NAT Mikrotik	C2	24
25	Mengidentifikasi spesifikasi RouterBoard	Hardware Mikrotik	C2	25

(Saputri et al., 2025)

Pada temuan ini, diadakan pengujian hipotesis guna mengidentifikasi apakah proporsi siswa yang tuntas $> 50\%$ setelah menggunakan e-modul. Ketuntasan ditetapkan pada nilai ≥ 75 . Pengujian dilakukan menggunakan uji binomial data sampel karena data dikategorikan tuntas dan tidak tuntas. P merupakan proporsi siswa yang mendapatkan nilai ≥ 75 . Maka hipotesis statistik yang diuji yaitu: H_0 : Desain e-modul tidak berpengaruh terhadap hasil belajar siswa, dan H_1 : Desain e-modul berpengaruh terhadap hasil belajar siswa. Keputusan diambil berdasarkan kriteria berikut: Apabila nilai sig. (p -value) $> 0,05$, maka H_0 gagal ditolak. Jika nilai sig. (p -value) $\leq 0,05$, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Studi ini menerapkan taraf signifikansi sebesar 0,05.

Selain hasil belajar, penelitian ini juga mengukur beban kognitif peserta didik menggunakan angket berdasarkan *Cognitive Load Theory* yang diberikan di akhir rangkaian pembelajaran. Angket yang ditujukan untuk peserta didik didistribusikan melalui Google Forms, menggunakan perangkat seluler masing-masing peserta didik, mengingat sekolah menengah kejuruan yang bersangkutan memperbolehkan peserta didik membawa perangkat tersebut. Instrumen angket terdiri dari 15 pertanyaan, dengan 5 pertanyaan pertama mengukur *Intrinsic Cognitive Load* (ICL), pertanyaan berikutnya mengukur *Extraneous Cognitive Load* (ECL), lalu 5 pertanyaan terakhir mengukur *Germane Cognitive Load* (GCL). Angket ini diadaptasi dari instrumen yang telah dikembangkan dan divalidasi sebelumnya dalam penelitian (Krieglstein et al., 2023), yang dirancang untuk mengukur berbagai jenis beban kognitif sesuai kerangka *Cognitive Load Theory*.

Dalam penelitian ini, hasil skor rata-rata setiap aspek beban kognitif diinterpretasikan berdasarkan rentang kategori yang ditentukan menggunakan interval skala. Rentang kategori tersebut dibagi menjadi empat tingkat, yaitu:

Tabel 3. Kriteria Interpretasi Skor Beban Kognitif

Interval	Kategori
1.00 - 1.75	Sangat Rendah
1.76 - 2.50	Rendah
2.51 - 3.25	Tinggi
3.26 - 4.00	Sangat Tinggi

(Intan Permata Sari et al., 2025)



Rentang skor diperoleh dari selisih antara skor maksimum dan minimum, yaitu $4 - 1 = 3$. Selanjutnya, rentang tersebut dibagi menjadi empat kategori, sehingga Panjang interval diperoleh dari perhitungan:

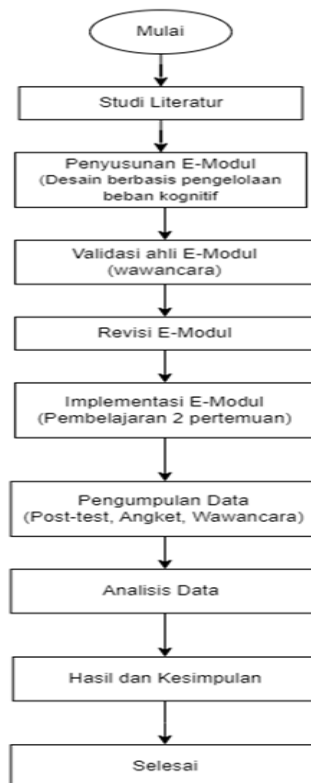
$$\text{panjang interval} = \frac{\text{Skor maksimum} - \text{Skor minimum}}{\text{Jumlah kategori}}$$

(Intan Permata Sari et al., 2025).

$$= \frac{4 - 1}{4} = 0.75$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, diperoleh rentang kategori seperti pada tabel 2. Penentuan kategori dilakukan dengan mencocokkan nilai rata-rata (mean) yang diperoleh pada masing-masing aspek dengan interval kategori tersebut. Dengan demikian, interpretasi tingkat beban kognitif peserta didik didasarkan pada posisi nilai mean dalam rentang interval yang telah dihitung secara matematis.

Data pendukung didapatkan dari pengamatan proses belajar serta wawancara singkat kepada siswa untuk menggali respon, kendala, dan pengalaman belajar selama menggunakan e-modul. Data hasil belajar dan beban kognitif dianalisis secara kuantitatif deskriptif, sementara data pengamatan serta wawancara dianalisis secara deskriptif sebagai penguat temuan penelitian. Selain itu, penelitian ini disusun berdasarkan alur penelitian yang sistematis dan logis, yang saling berkaitan mulai dari tahap perencanaan hingga evaluasi hasil, sehingga proses dan hasil penelitian tetap terjaga keabsahan serta konsistensinya. Gambar berikut menampilkan alur penelitian.



Gambar 1. Alur Tahapan Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

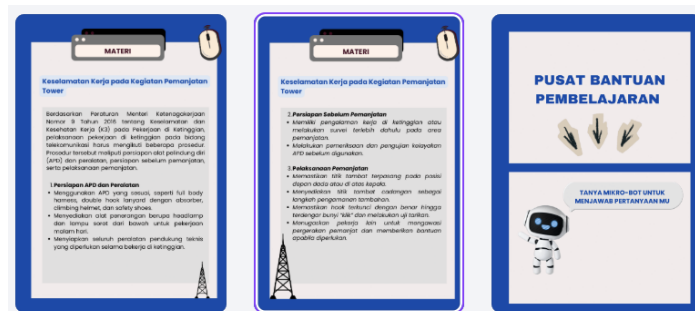
Hasil Validasi Ahli Materi

Dari hasil wawancara bersama ahli materi, secara umum e-modul dinilai sudah mengikuti kompetensi dasar maupun tujuan pembelajaran yang ditetapkan. Tetapi, ahli materi menilai bahwa terdapat beberapa bagian materi yang masih kurang lengkap dan perlu diperdalam agar penyampaian konsep menjadi lebih komprehensif. Sementara itu, berdasarkan hasil wawancara dengan ahli media, e-modul dinilai memiliki tampilan yang menarik dan interaktif. Kombinasi warna, penggunaan gambar, serta penyusunan materi dinilai cukup mendukung proses pembelajaran.

Berdasarkan masukan dari kedua ahli tersebut, peneliti melakukan revisi pada bagian materi dengan menambahkan dan memperbaiki istilah yang kurang komunikatif. Perbaikan tersebut dapat diamati melalui kedua gambar berikut.



Gambar 2. Sebelum di perbaiki



Gambar 3. Setelah di perbaiki

Setelah dilakukan revisi, e-modul dinyatakan layak untuk diimplementasikan dalam proses pembelajaran dan digunakan sebagai media dalam penelitian ini.

Hasil Pengujian Hasil Belajar

Tabel 4. Rekapitulasi Uji Statistik Hasil Belajar

Jenis uji	Indikator/Statistik	Hasil
Uji Normalitas	Shapiro- Wilk (Sig.)	0,000
Uji Binomial	Proporsi nilai > KKM (75)	33 dari 37 peserta didik (89%)
	Exact Sig. (2-tailed)	0,000
Statistik Deskriptif	Mean	91,03
	Median	96,00
	Minimum – Maksimum	68 - 100
	Std. Deviasi	9,771



Tabel di atas menampilkan hasil pengujian normalitas menggunakan Shapiro-Wilk menunjukkan nilai sig. $p < 0,001$. Nilai signifikansi tersebut diperoleh dari output SPSS yang menampilkan nilai 0,000, yang berarti p-value sangat kecil (lebih kecil dari 0,001). Karena nilai sig. lebih kecil dari 0,05 ($p < 0,05$), Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa data hasil belajar peserta didik tidak berdistribusi normal. Oleh karena itu, pengujian hipotesis selanjutnya dilakukan menggunakan uji non-parametrik.

Selanjutnya, pengujian hipotesis dilakukan menggunakan uji binomial dengan batas ketuntasan belajar yang digunakan adalah KKM 75. Hasil uji menunjukkan bahwa terdapat 33 dari 37 peserta didik (89%) memperoleh nilai melebihi 75, sedangkan hanya 4 orang (11%) yang mendapatkan nilai ≤ 75 . Hasil tersebut membuktikan bahwa secara umum mayoritas peserta didik sudah memperoleh ketuntasan belajar.

Hasil pengujian binomial juga memperlihatkan nilai Exact Sig. (2-tailed) $p < 0,001$, sehingga menyimpulkan bahwa proporsi peserta didik yang mendapatkan nilai > 75 berbeda secara signifikansi. Maka dari itu, terjadi penolakan H_0 dan penerimaan H_1 . Jadi, ketuntasan belajar peserta didik pada penelitian ini dapat dikatakan signifikan.

Selain itu, berdasarkan analisis statistik deskriptif didapatkan nilai mean 91,03. Jika mengacu pada kriteria rentang nilai yang digunakan, yaitu 86-100 dikategorikan Sangat Baik. Kondisi tersebut membuktikan secara umum tingkat pencapaian hasil belajar peserta didik bukan sekadar memenuhi ketuntasan minimum, namun juga berada pada kategori pencapaian sangat tinggi. Dengan demikian, secara statistik deskriptif maupun inferensial, hasil belajar dalam temuan ini bisa dikatakan sangat baik dan signifikan.

Hasil Pengukuran Beban Kognitif Cognitive Load Theory (CLT)

Tabel 5. Uji Statistik Deskriptif *Cognitive Load Theory* (CLT)

	N	Minimum	Maximum	Mean	Interpretasi
Intrinsic Cognitive Load	37	1.40	3.40	2.3459	Rendah
Extraneous Cognitive Load	37	1.00	2.20	1.3946	Sangat Rendah
Germane Cognitive Load	37	2.80	4.00	3.5459	Sangat Tinggi

Berdasarkan hasil analisis statistik deskriptif angket *Cognitive Load Theory* (CLT) terhadap 37 responden, diperoleh gambaran beban kognitif peserta didik yang meliputi tiga komponen, yaitu *Intrinsic Cognitive Load* (ICL), *Extraneous Cognitive Load* (ECL), dan *Germane Cognitive Load* (GCL). Interpretasi hasil dilakukan berdasarkan interval kategori yang telah ditetapkan.

Butir pertanyaan pada komponen ICL dan ECL disusun sesuai arah konstruk yang diukur, sehingga skor yang lebih tinggi mempresentasikan tingkat beban kognitif yang lebih tinggi. Jadi, dalam temuan ini tidak dilakukan reverse scoring karena arah pertanyaan telah konsisten dengan makna konseptual masing-masing konstruk.

Pada komponen *Intrinsic Cognitive Load*, didapatkan nilai mean 2.3459, dengan nilai minimum ICL adalah 1,40 dan nilai maksimum adalah 3,40. Hasil ini menunjukkan bahwa beban kognitif intrinsik peserta didik dikategorikan rendah.



Hasil tersebut membuktikan bahwa beban intrinsik yang dirasakan cenderung rendah. Dengan demikian, materi pembelajaran dapat dikatakan sesuai dengan kemampuan peserta didik dan tidak menimbulkan beban intrinsik yang berlebihan.

Selanjutnya, pada komponen *Extraneous Cognitive Load*, diperoleh nilai rata-rata (mean) 1.3946, dengan nilai minimum 1,00 dan maksimum 2,20. Berdasarkan kategori interval nilai tersebut dikategorikan sangat rendah. Hal ini menunjukkan bahwa peserta didik hampir tidak mengalami beban tambahan yang disebabkan oleh penyajian media pembelajaran. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa E-modul yang dipakai sudah cukup jelas dan tidak menambah beban kognitif yang mengganggu proses belajar.

Sementara itu, nilai rata-rata *Germane Cognitive Load* diperoleh sebesar 3,5459, serta nilai minimum 2,80 dan maksimum 4,00. Berdasarkan kategori interval nilai tersebut dikategorikan sangat tinggi. Hasil tersebut mengindikasikan peserta didik mempunyai upaya mental yang tinggi dalam membangun pemahaman, mengolah informasi, serta membentuk pengetahuan baru. Tingginya komponen GCL merupakan kondisi yang positif karena mengindikasikan peserta didik terlibat dalam proses belajar.

Pembahasan

Pembahasan Hasil Belajar

Hasil analisis mengindikasikan bahwa nilai mean evaluasi akhir peserta didik sebesar 91,03 yang termasuk dalam kategori sangat baik. Nilai tersebut membuktikan bahwa kebanyakan peserta didik sudah mencapai ketuntasan belajar setelah menggunakan e-modul. Sejalan dengan temuan penelitian yang menyatakan pemanfaatan e-modul sebagai bahan ajar mandiri efektif dalam meningkatkan hasil belajar pembelajaran (Zulfi Idayanti & Muh. Asharif Suleman, 2024).

Hasil uji binomial menunjukkan bahwa proporsi peserta didik yang tuntas belajar secara signifikan lebih besar dibandingkan yang tidak mencapai ketuntasan. Hal ini mengindikasikan bahwa pembelajaran dengan e-modul berdampak positif pada capaian hasil belajar peserta didik. Dampak tersebut juga dapat dijelaskan secara teoritis melalui *Cognitive Load Theory* yang menyatakan bahwa penyampaian materi yang terorganisir dan melibatkan peserta didik dapat mengurangi beban kognitif yang tidak relevan dalam memproses informasi dengan cara yang lebih efisien. Kondisi tersebut memungkinkan peserta didik memahami materi dengan lebih efektif, sehingga berdampak pada tingginya hasil belajar yang diperoleh. Selain itu, e-modul yang dibuat dengan interaktif turut mendorong peserta didik untuk belajar secara mandiri, memungkinkan mereka untuk mengatur proses belajar sesuai dengan kebutuhan dan kemampuan masing-masing. Temuan ini memperkuat hasil penelitian (Zulfi Idayanti & Muh. Asharif Suleman, 2024; Rahmawati, 2023) yang menyimpulkan bahwa mean hasil belajar siswa yang memanfaatkan e-modul lebih tinggi daripada yang tidak menggunakan.

Pembahasan Beban Kognitif (CLT)

Hasil analisis menunjukkan bahwa komponen *Intrinsic Cognitive Load* (ICL) dikategorikan rendah. Temuan tersebut mengindikasikan tingkat kompleksitas materi dalam e-modul telah disesuaikan dengan kemampuan kognitif peserta didik. Materi yang disusun secara sistematis serta bertahap memungkinkan mereka memproses



informasi dalam batas kapasitas memori kerja, sehingga tidak menjadi hambatan dalam memahami konsep.

Sejalan temuan Nasution & Fadilah, (2024) bahwa beban intrinsik berkaitan dengan kompleksitas materi dan kesiapan kognitif peserta didik. Apabila materi disajikan sesuai tingkat kemampuan, maka beban intrinsic tidak akan mengganggu proses belajar. Hal ini juga didukung oleh kajian *Cognitive Load Theory* yang menekankan pentingnya mengelola kompleksitas agar tidak melebihi kapasitas memori kerja (Yang, 2024).

Komponen *Extraneous Cognitive Load* (ECL) dikategorikan sangat rendah, mengindikasikan bahwa desain dan penyajian e-modul tidak menimbulkan beban kognitif yang tidak relevan. Kejelasan tampilan dan materi membantu meminimalkan gangguan sehingga peserta didik dapat fokus pada pembelajaran. hal ini didukung dengan teori yang menekankan bahwa pengelolaan beban kognitif yang tepat, melalui pengurangan beban yang tidak relevan dan peningkatan beban yang bermakna, berkontribusi terhadap peningkatan kualitas pembelajaran (Sweller et al., 2019). Sejalan temuan Nasution & Fadilah, (2024) bahwa desain pembelajaran yang tepat mampu mengurangi beban *Extraneous Cognitive Load* (ECL), serta konsisten dengan temuan Lolang et al. (2023) bahwa media pembelajaran berbasis teknologi dengan struktur yang jelas dengan penyajian informasi yang terkontrol dapat meminimalkan beban kognitif yang tidak relevan selama proses pembelajaran.

Sementara itu, *Germane Cognitive Load* (GCL) berada pada kategori sangat tinggi, yang mengindikasikan adanya keterlibatan peserta didik dalam memahami serta menyusun informasi secara terstruktur. Melalui pengelolaan beban kognitif yang tepat serta selaras dengan proses pembelajaran *self-regulated learning* dan *pendekatan assessment as learning* dalam e-modul, peserta didik didorong untuk mengelola proses belajarnya secara mandiri dan reflektif. Kondisi tersebut selaras dengan hasil analisis ketuntasan belajar yang menunjukkan proporsi peserta didik yang mencapai ketuntasan lebih tinggi dibandingkan dengan proporsi acuan yang telah ditetapkan berdasarkan hasil uji binomial. Kondisi tersebut mengindikasikan e-modul yang dikembangkan tidak hanya dapat mengelola beban kognitif peserta didik, tetapi berkontribusi juga dalam mendukung proses pembelajaran yang optimal.

Implikasi Penelitian

Implikasi dari penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan e-modul yang dirancang dengan memperhatikan beban kognitif dapat mendukung proses pembelajaran yang lebih efektif. Hasil temuan membuktikan *Intrinsic Cognitive Load* dikategorikan rendah, *Extraneous Cognitive Load* sangat rendah, dan *Germane Cognitive Load* sangat tinggi. Hal itu mengindikasikan e-modul dapat mendukung peserta didik dalam memproses informasi dengan lebih terstruktur, mengurangi beban kognitif yang tidak berkaitan, dan meningkatkan partisipasi dalam memahami materi pembelajaran.

Lebih lanjut, hasil analisis ketuntasan belajar menunjukkan bahwa proporsi peserta didik yang mencapai ketuntasan melebihi proporsi acuan yang ditetapkan berdasarkan hasil uji binomial mengindikasikan bahwa e-modul tidak hanya mampu mengelola beban kognitif peserta didik, tetapi berkontribusi juga dalam mendukung proses pembelajaran yang optimal. Oleh karena itu pengembangan media pembelajaran digital seperti e-modul perlu memperhatikan struktur penyajian materi, kejelasan informasi, dan pengelolaan beban kognitif agar dapat mendukung proses



pembelajaran secara efektif. Ke depannya, disarankan agar penelitian selanjutnya melakukan pengujian terhadap penggunaan e-modul dengan jangkauan materi yang lebih bervariasi, melibatkan jumlah dan sifat peserta didik yang lebih beragam, serta memasukkan elemen/fitur pembelajaran interaktif tambahan. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan pemahaman yang lebih menyeluruh tentang seberapa efektif e-modul dalam berbagai situasi pembelajaran.

KESIMPULAN

Temuan penelitian ini membuktikan bahwa e-modul yang dikembangkan dan dirancang tidak hanya dapat digunakan sebagai sarana pembelajaran, tetapi juga mampu mendukung proses pembelajaran yang terarah serta berkontribusi terhadap pencapaian hasil belajar peserta didik. Kelayakan e-modul mencerminkan telah sesuai dengan kriteria dari segi kesesuaian materi, penyajian, serta keterkaitannya dengan tujuan pembelajaran yang tersusun secara sistematis. Hal itu menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan layak dipergunakan sebagai media belajar yang relevan bagi peserta didik.

Capaian ketuntasan yang tinggi menunjukkan bahwa pemanfaatan e-modul memberikan dukungan dalam membantu siswa meraih kompetensi yang diinginkan, bukan hanya berfungsi sebagai media pendukung, tetapi sebagai bagian dari strategi pembelajaran yang efektif. Selain itu, dari perspektif beban kognitif, Temuan ini menunjukkan bahwa rancangan e-modul yang memperhatikan prinsip *Cognitive Load Theory* dapat menciptakan situasi pembelajaran yang ideal, yaitu dengan memastikan kompleksitas materi terjaga, mengurangi dan mengelola beban kognitif peserta didik secara efektif sehingga materi dapat dipahami dengan baik, serta mendorong keterlibatan peserta didik dalam memahami pembelajaran dapat meningkat.

Secara menyeluruh, temuan ini menekankan bahwa pengembangan e-modul yang memperhatikan prinsip *Cognitive Load Theory* dapat menjadi pendekatan yang efektif dalam menunjang proses belajar. Maka dari itu, pengembangan media pembelajaran digital, khususnya e-modul perlu memperhatikan aspek beban kognitif agar informasi yang disampaikan diproses secara lebih efektif oleh peserta didik. Ke depan, penelitian serupa dapat dikembangkan dengan mengelola beban kognitif peserta didik, melibatkan cakupan materi yang lebih luas, jumlah peserta didik yang lebih beragam, serta mengintegrasikan beberapa fitur pembelajaran digital lainnya sehingga dapat memberikan kontribusi yang lebih komprehensif terhadap peningkatan kualitas pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, N., Prastiyono, H., & Imron, A. (2024). Pengaruh Media Poster Digital Berbasis Aplikasi Canva Terhadap Peningkatan Kreativitas Siswa Pada Pembelajaran IPS Kelas VIII di SMPN 09 Gresik. 4(3), 105–113. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/PENIPS/article/view/61607/48504>
- Diana, L. M., Ana Yuniasti Retno Wulandari, & Alfina Kusuma Nilasari. (2025). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Game Edukasi Untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Informatika.



- Decode: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, 5(1), 159–168.
<https://doi.org/10.51454/decode.v5i1.1071>
- Faidah, D. I., Suryanti, S., & Istiq'faroh, N. (2025). *Systematic Literature Review: E-Module in Digitization of Learning in Elementary Schools*. *Journal of Innovation and Research in Primary Education*, 4(3), 825–834.
<https://doi.org/10.56916/jirpe.v4i3.1448>
- Fasa Nur Fauzan, D., & Arwin Dermawan, D. (2023). Studi Literatur Respons Siswa SMK Pada Pengembangan E-Modul Untuk Mata Pelajaran Produktif.
<https://www.sciencedirect.com>
- Faudzi, M. A., Cob, Z. C., Ghazali, M., Omar, R., & Sharudin, S. A. (2024). *User interface design in mobile learning applications: Developing and evaluating a questionnaire for measuring learners' extraneous cognitive load*. *Heliyon*, 10(18). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e37494>
- Giati Anisah. (2021). Kerangka Konsep Assessment Of Learning, Assessment For Learning, Dan Assessment As Learning Serta Penerapannya Pada Pembelajaran (Vol. 3, pp. 65–76). *Jurnal Pendidikan dan Kajian Keislaman*.
https://doi.org/10.7810/9781927131763_9
- Intan Permata Sari, Achmad Daengs GS, Rina Dewi, Bambang Karnain, & Harsono Teguh. (2025). Pengaruh Training Terhadap Produktivitas Kerja Karyawan Konsultan di Surabaya. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(1), 01–21.
<https://doi.org/10.30640/abdimas45.v4i1.4017>
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. (2014). Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 104 Tahun 2014 tentang penilaian hasil belajar oleh pendidik pada pendidikan dasar dan pendidikan menengah. <https://peraturan.go.id/files/bn1507-2014.pdf>
- Krieglstein, F., Beege, M., Rey, G. D., Sanchez-Stockhammer, C., & Schneider, S. (2023). *Development and Validation of a Theory-Based Questionnaire to Measure Different Types of Cognitive Load*. *Educational Psychology Review*, 35(1). <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09738-0>
- Lastri, Y. (2023). Pengembangan Dan Pemanfaatan Bahan Ajar E-Modul Dalam Proses Pembelajaran. *Jurnal Citra Pendidikan*, 3(3), 1139–1146.
<https://doi.org/10.38048/jcp.v3i3.1914>
- Lolang, E., Salsabya, F., Suhud, A., Yusmaniar Oktiawati, U., Ulimaz, A., Negeri Tanah Laut, P., Selatan, K., & Artikel, R. (2023). *Beban Kognitif: Extraneous Cognitive Load (Ecl) Siswa Yang Dipengaruhi Oleh E-Learning Berbasis Google Classroom Info Artikel Abstrak*. 14(2), 184–191.
<https://doi.org/10.31764>
- Lutfiyatus Sholikhah, A., Ali Kasri, M., & Info Kata Kunci, A. (2026). *Pengembangan Media Pembelajaran Animasi Interaktif Berbasis FlipaClip untuk Meningkatkan Motivasi dan Pengenalan Angka pada Anak Usia Dini*. 6(1), 115–124. <https://doi.org/10.51454/decode.v6i1.1460>



- Nasution, M. A., & Fadilah, M. (2024). Analisis Beban Kognitif Peserta Didik pada Materi Sel Kelas XI IPA MAN 3 Kota Padang. *JURNAL BIOSHELL*, 13(1), 37–48. <https://doi.org/10.56013/bio.v13i1.2759>
- Rahmawati, Y. (2023). Efektifitas Penggunaan E-Modul Berbasis Project Based Learning Terhadap Kompetensi Peserta Didik Pada Kurikulum Merdeka Belajar. 4, 293–300. <http://jurnaledukasia.org>
- Rienovita, E., Hanoum, N., & Firdaus, B. (2023). Edutech: Jurnal Teknologi Pendidikan PENGGUNAAN E-MODUL UNTUK MENINGKATKAN SELF-REGULATED LEARNING DAN KEMAMPUAN ASPEK READING DALAM PEMBELAJARAN BAHASA INGGRIS. *Edutech: Jurnal Teknologi Pendidikan*, 22(2), 2023. <https://doi.org/10.17509/e.v22i2.62714>
- Rini, S., Sutiadiningsih, A., & Joko, J. (2024). Pengaruh Minat Belajar dan Kemampuan Berpikir Kritis terhadap Kompetensi Kerja melalui Self-Efficacy sebagai Mediasi bagi Siswa SMK Keahlian Kuliner. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Indonesia (JPPI)*, 4(2), 434–445. <https://doi.org/10.53299/jppi.v4i2.525>
- Saputri, R., & Harisatunisa. (2025). Strategi penyusunan soal penilaian harian untuk meningkatkan kemampuan kognitif siswa. *Jurnal Pendidikan Terapan*, 3(2), 75–83. <https://doi.org/10.61255/jupiter.v3i2.571>
- Skulmowski, A., & Xu, K. M. (2022). *Understanding Cognitive Load in Digital and Online Learning: a New Perspective on Extraneous Cognitive Load*. In *Educational Psychology Review* (Vol. 34, Number 1, pp. 171–196). Springer. <https://doi.org/10.1007/s10648-021-09624-7>
- Suparyati, A., & Habsya, C. (2024). *Kompetensi Lulusan Pendidikan Vokasi untuk Bersaing di Pasar Global* (Vol. 7, Number 2). <http://Jiip.stkipyapisdompu.ac.id>
- Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. (2019). Cognitive Architecture and Instructional Design: 20 Years Later. In *Educational Psychology Review* (Vol. 31, Number 2, pp. 261–292). Springer New York LLC. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09465-5>
- Vini, V., Sabil, H., & Junita, R. (2025). Pengembangan e-Modul Berbasis UBD Berdasarkan Cognitive Load Theory Untuk Meningkatkan Kemampuan Kreativitas Matematis. *Kognitif: Jurnal Riset HOTS Pendidikan Matematika*, 5(1). <https://doi.org/10.51574/kognitif.v5i1.2791>
- Yang, D. (2024). *Journal of Education and Educational Research Cognitive Load Theory: A Bibliometric Study over a Decade and Pedagogical Implications*. <https://doi.org/10.54097/jeer.v10i1.17610>
- Zulfi Idayanti, & Muh. Asharif Suleman. (2024). E-Modul sebagai Bahan Ajar Mandiri untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pendidikan*, 8(1), 127–133. <https://doi.org/10.23887/jppp.v8i1.61283>
- Zimmerman. (2002). *Becoming a SelfRegulated Learner An Overview*. 41(2). https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102_2

